



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

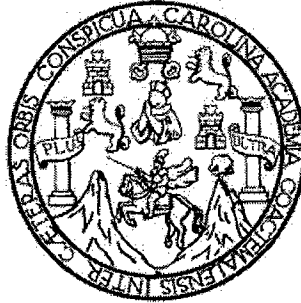
**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE
EMBOTELLADO DE GARRAFONES DE AGUA PURIFICADA
IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO Y UN
MECANISMO DE ROTACIÓN**

Juan Pablo Filippi Iboy

Asesorado por el Ing. Jorge Antulio Godinez Lopez

Guatemala, octubre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE
EMBOTELLADO DE GARRAFONES DE AGUA PURIFICADA
IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO Y UN
MECANISMO DE ROTACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

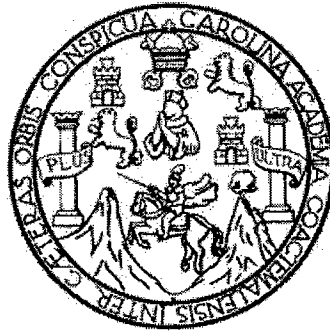
JUAN PABLO FILIPPI IBOY

ASESORADO POR EL ING. JORGE ANTULIO GODINES LOPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Agr. José Alfredo Ortíz Henricx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Javier Mauricio Reyes Paredes
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Estrada Martinez
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE
EMBOTELLADO DE GARRAFONES DE AGUA PURIFICADA
IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO Y UN
MECANISMO DE ROTACIÓN,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en mayo de 2009.



Juan Pablo Filippi Iboy

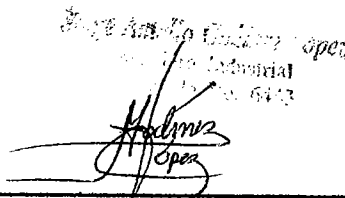
Guatemala, 19 de Mayo de 2010

Ingeniero
Cesar Urquizú
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Estimado Ingeniero Urquizú:

Respetuosamente me comunico con usted para informar que he asesorado y revisado el trabajo de graduación **"INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE EMBOTELLADO DE GARRAFONES DE AGUA PURIFICADA IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO Y UN MECANISMO DE ROTACIÓN"** de el estudiante Juan Pablo Filippi Iboy con carné 200512083; determino que cumple con todos los requisitos establecidos y por su importancia doy mi aprobación al encontrarlo satisfactorio.

Atentamente,



Jorge Antulio Godínez López
Colegiado No. 6343

Ing. Jorge Antulio Godínez López

Colegiado No. 6343

Asesor



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE EMBOTELLADO DE GARRAFONES DE AGUA PURIFICADA IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO Y UN MECANISMO DE ROTACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Filippi Iboy**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO NO. 6,182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2010.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE EMBOTELLADO DE GARRAFONES DE AGUA PURIFICADA IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO Y UN MECANISMO DE ROTACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Filippi Iboy**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2010.

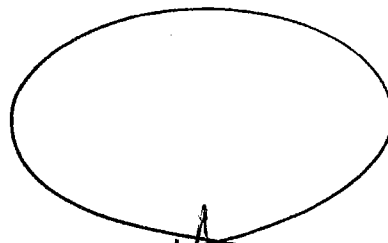
/mgp



DTG. 333.2010.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LÍNEA DE EMBOTELLADO DE GARRAFONES DE AGUA PURIFICADA IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO Y UN MECANISMO DE ROTACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Filippi Iboy**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 26 de octubre de 2010.

/gdech



ACTO QUE DEDICO

- A DIOS** Porque es el resultado de su obra en mí.
- A LA VIRGEN MARÍA** Por acompañarme y caminar conmigo en todo momento.
- A MIS PADRES** Juan Pablo por su apoyo y ejemplo de vida y Lilian Susana por su amor, sacrificio y comprensión.
- A MIS ABUELOS** Por todos sus consejos y atenciones diarias desde mi infancia, en especial a Irma Gloria (+) que su recuerdo la hace vivir en nuestros corazones.
- A MI HERMANO** Geovanni por su cariño y apoyo en todo momento.
- A MIS TÍOS** José, Ángel, Pedro, Lucía, Borge, Rosina, Enrico y Francesco, por su ejemplo y cariño.
- A MIS PRIMOS** Por los momentos de alegría y tristezas compartidos.
- A MIS AMIGOS** Rolando, Javier, Rocio, Carlos y a todas aquellas personas que me brindan su valiosa amistad y comparten sus alegrías y tristezas.
- A MI NOVIA** María José , por su amor y sinceridad en las buenas y en las malas.
- A** La Universidad de San Carlos Facultad de Ingeniería.

AGRADECIMIENTOS A

Mi padre, Juan Pablo Filippi, que siempre me ha apoyado en todo lo que he hecho, nunca me ha dejado solo y siempre ha estado cuando lo necesito. Mi madre Lilian Susana Iboy que gracias a su sacrificio, comprensión, amor y dedicación que ha tenido al educarme, ha logrado que yo alcance este triunfo en mi vida.

Al colegio Salesiano Don Bosco, por desarrollarme como un buen cristiano y honrado ciudadano, mediante la vivencia de valores y una educación de calidad.

La familia Hernández Uribe, por su apoyo sincero, en especial a Rosa Ariana y a Mario Ramiro que siempre me apoyaron incondicionalmente.

Ingeniero Jorge Godínez, por sus consejos al asesorarme para este trabajo de graduación y amistad.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por darme las herramientas para ser un excelente profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1 Situación del agua en Guatemala	4
1.2 Necesidad de embotellar el agua	6
1.3 Formas de purificar el agua para que sea potable.....	8
1.4 Situación legal del agua en Guatemala.....	10
1.5 Diseño del trabajo manual en la línea de embotellado.....	13
1.5.1 Capacidades humanas y economía de movimientos.....	24
1.5.2 Estudio de movimientos	29
1.5.2.1 Movimientos básicos... ..	31
1.6 Diseño del entorno de trabajo en la línea de embotellado.....	31
1.6.1 Iluminación.....	32
1.6.2 Ruido.....	34
1.6.3 Ventilación.....	35
1.6.4 Trabajo por turnos y horarios de trabajo.....	37
1.6.5 Seguridad en el puesto de trabajo.....	38
1.7 Estudio de tiempos.....	38

1.7.1 Cronómetro.....	40
1.7.2 Hoja de observaciones.....	41
1.7.3 Método de regreso a cero.....	42
1.7.4. Ciclos de estudio.....	42
1.7.5 Ejecución del estudio.....	42
1.7.5.1 Calificación del desempeño.....	42
1.7.5.2 Asignación de suplementos al operario.....	43
2. ANÁLISIS ACTUAL DEL PROCESO DE EMBOTELLADO DE AGUA PURIFICADA EN GARRAFÓN.....	47
2.1 Proceso de producción actual.....	47
2.1.1 Distribución de la línea de producción.....	50
2.2 Descripción de los puestos que integran la línea de embotellado de agua purificada en garrafón.....	51
2.3 Evaluación de puestos.....	52
2.4 Descripción del problema.....	53
2.5 Cálculo de la eficiencia.....	53
2.6 Registros de la planta.....	55
2.6.1 Quejas, comentarios y sugerencias por parte de los clientes...	55
2.6.2 Quejas, comentarios y sugerencias por parte de los operarios.	61
2.6.3 Demoras por parte de los operarios.....	65
3. CREACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO.	67
3.1 Estudio de tiempos.....	67
3.1.1 Preparar el equipo que se va a utilizar.....	67
3.1.2 Método de regreso a cero.....	67
3.2 Diseño del trabajo.....	68

3.2.1	Estudio de movimientos.....	69
3.2.2	Tolerancias y especificaciones.....	69
3.2.3	Cálculo del tiempo estándar.....	70
3.2.4	Establecimiento de estándares.....	70
3.3	Creación de un nuevo sistema de puestos de trabajo.....	71
3.3.1	Movimiento de los operadores al momento del cambio.....	71
3.3.2	Definir especificaciones de los puestos al momento de hacer el cambio mediante un manual de puesto de trabajo.....	73
3.4	Costos de implementación de la propuesta.....	80
3.4.1	Costos de los materiales y mano de obra a utilizar en la creación del nuevo sistema de puestos.....	80
3.4.2	Costo de producción.....	81
3.4.2.1	Materia prima.....	81
3.4.2.2	Mano de obra.....	82
3.4.2.3	Gastos de fabricación.....	83
3.4.2.4	Costo de producción por unidad.....	83
4	IMPLANTACIÓN DEL NUEVO MODELO.....	85
4.1	Sensibilización de los operarios.....	85
4.2	Capacitación de los supervisores.....	85
4.3	Registros y medición del rendimiento de la línea de producción...	87
4.3.1	Cantidad de desperdicio y reproceso.....	87
4.3.2	Cantidad de producto terminado.....	88
4.4	Registro y mediciones del rendimiento de los operarios.....	88
4.4.1	Encuestas.....	89
4.4.2	Quejas.....	90
4.5	Análisis de resultados.....	91

5. DIAGNÓSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	93
5.1 Evaluación inicial de impactos ambientales con el sistema propuesto de puestos de trabajo	93
5.1.1 Ruido.....	93
5.1.2 Limpieza de utensilios y herramientas.....	93
5.1.3 Limpieza de vehículos.....	94
5.1.4 Uso de energía eléctrica.....	94
5.1.5 Desechos.....	95
5.2 Plan de mitigación para minimizar los impactos ambientales.....	95
5.1.1 Utilización de equipo de protección personal.....	95
5.1.1 Planta de tratamiento de agua.....	96
5.1.1 Plan de racionalización de la electricidad.....	97
5.1.1 Plan de reciclaje de desechos.....	98
6. SEGUIMIENTO.....	99
6.1 Beneficios del nuevo sistema de cambios.....	99
6.2 Auditorías internas.....	100
6.3 Creación de una hoja electrónica.....	101
6.4 Comparar reclamos mensuales actuales con los anteriores.....	102
6.5 Diseño de ficha de seguimiento.....	103
CONCLUSIONES.....	105
RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFÍA.....	109
APÉNDICE.....	111
ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Diagrama de flujo del proceso.....	49
2. Distribución de la línea de producción.....	50
3. Distribución de los puestos de trabajo.....	52
4. Gráfica pregunta clientes 1.....	57
5. Gráfica pregunta clientes 2.....	58
6. Gráfica pregunta clientes 3.....	59
7. Gráfica pregunta clientes 4.....	60
8. Gráfica pregunta operarios 1.....	62
9. Gráfica pregunta operarios 2.....	63
10 Gráfica pregunta operarios 3.....	64
11 Propuesta de cambios.....	72
12 Levantamiento por encima de los hombros.....	90

TABLAS

I.	Vertientes de Guatemala.....	5
II.	Tiempos Muertos.....	54
III	Resultados encuesta clientes pregunta 1.....	57
IV	Resultados encuesta clientes pregunta 2.....	58
V	Resultados encuesta clientes pregunta 3.....	59
VI	Resultados encuesta clientes pregunta 4.....	60
VII	Resultados encuesta operarios pregunta 1.....	62
VIII	Resultados encuesta operarios pregunta 2.....	63
IX	Resultados encuesta operarios pregunta 3.....	64
X	Costos de materia prima.....	82
XI	Costos de mano de obra.....	82
XII	Gastos de fabricación.....	83
XIII	Costo por unidad.....	84

LISTA DE SÍMBOLOS

TO	Tiempo observado
TN	Tiempo normal
C	Calificación del desempeño
TS	Tiempo estándar
N	Universo a encuestar
Σ	Nivel de confianza
P	Probabilidad de ocurrencia
Q	Probabilidad de no ocurrencia
E	Error
N	Muestra

GLOSARIO

Decibel (db)	Unidad física aplicada para medir las diferencias de intensidad sonora.
Desmineralización	Eliminación de una cantidad excesiva de sustancias minerales (fósforo, potasio, cal, sodio, etc.), como la que se observa en las caquexias y especialmente en la tuberculosis.
Especificación	Determinación, explicación o detalle de las características o cualidades de una cosa.
Ionizar	Convertir en ion un átomo o una molécula.
Rack	Estructura metálica que se utilizada para almacena garrafrones de agua.
Reproceso	Procesar por segunda vez. Usar el material excedente, rebabas, piezas defectuosas, y coladas, para moldear otros productos aprovechando la cualidad termoplástica de muchos polímeros.
Sedimentación	Proceso en el cual las sustancias en suspensión se depositan en el fondo.
Supletorio	Que suple una falta o complementa a otra cosa.

Termo-encogible

Que se encoge con la temperatura, por lo general con el calor.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación pretende establecer todos los aspectos técnicos y teóricos que se necesitan para incrementar la productividad en una línea de embotellado de garrafones de agua purificada implementando un sistema de puestos de trabajo y al mismo tiempo un mecanismo de rotación.

El proyecto se justifica por la necesidad que tiene la empresa de identificar las causas reales de los problemas que se presentan actualmente tales como: pérdida de tiempo, tiempos muertos, reclamos de los clientes y aumento en las lesiones de los operarios. Esto se logra analizando los puestos de trabajo, tiempos y movimientos que integran la línea de producción del proceso de embotellado de agua purificada en garrafón estandarizando todos y cada uno de los movimientos que debe realizar un operador en dicha línea de producción.

El estudio de tiempos y movimientos muestra que no se están cumpliendo con los procedimientos establecidos y que no se cuenta con un manual de puestos que respalde los mismos. Para evitar estos problemas es necesario establecer un nuevo sistema de rotación de puesto de trabajo que permita definir los procedimientos que se deben cumplir en cada puesto y la metodología que se utilizará para establecer los mismos. Así mismo, se tomará en cuenta los recursos y costos que conllevará esta creación del nuevo sistema de rotación de puestos de trabajo.

Se deberá establecer una actividad de capacitación que permita a los supervisores y a los operarios comprenderse en la necesidad y beneficio de la implementación del nuevo modelo, para evitar de la mejor manera, la resistencia al cambio y en poco tiempo poder alcanzar los objetivos esperados con este modelo. Al haber realizado la implementación se podrá analizar los resultados y opiniones de los operadores y supervisores y considerarlas para realizar las mejoras necesarias en el modelo propuesto.

Por otra parte, se busca comparar los datos históricos de producción y los resultados obtenidos después de la implementación del método para poder obtener los puntos de referencia que permitan la evaluación del cumplimiento de los objetivos y metas de la propuesta para retroalimentarlo y orientarlo al cumplimiento de las mismas.

Se describen todos los impactos negativos que este trabajo de graduación podría ocasionar al medio ambiente, se plantean las medidas necesarias para contrarrestar estos efectos, así mismo se establece un plan de manejo en el trabajo de graduación para evitar problemas futuros con el medio ambiente.

Se identifican los beneficios que trae el nuevo modelo en la línea de producción y al mismo tiempo se establecen los lineamientos necesarios para que la empresa pueda seguir con este proyecto.

OBJETIVOS

General

Incrementar la productividad en una línea de embotellado de garrafones de agua purificada implementando un sistema de puestos de trabajo y un mecanismo de rotación.

Específicos

1. Identificar las causas de los problemas que se presentan actualmente en la línea de embotellado de garrafones de agua purificada
2. Determinar la forma actual en que se realiza la rotación de puestos de trabajo de la línea de producción de garrafones de agua purificada.
3. Establecer si las normas de seguridad que se utilizan son las más adecuadas para garantizar la protección y bienestar de los operarios al momento de desempeñar su trabajo.
4. Analizar los puestos de trabajo que integran la línea de producción del proceso de embotellado de agua purificada en garrafón.
5. Mejorar el sistema de puestos de trabajo en la línea de producción de garrafones de agua.
6. Proponer un mecanismo de rotación de puestos de trabajo en la línea de embotellado para aumentar la productividad de la misma.

7. Establecer mediante un estudio de tiempos y movimientos un sistema de trabajo adecuado que permita aprovechar al máximo el tiempo de jornada efectivo.

INTRODUCCIÓN

Ante la creciente competencia que se tiene actualmente en el mercado nacional sobre la producción de agua en garrafones, es necesario que toda empresa busque una reestructuración óptima con el fin de lograr operar con mayor efectividad y eficiencia en todas las áreas de la empresa, producción, mantenimiento, distribución, administración, etc.

La ingeniería industrial aplicada al área de producción busca minimizar los costos de producción y maximizar la calidad del producto, eficiencia en los tiempos, aprovechamiento al máximo de los recursos humanos físicos y financieros con que se cuentan. Existen varios métodos y procedimientos técnicos que permiten llegar a estos resultados.

Uno de estos, es el estudio de los tiempos y movimientos que por medio del análisis de las operaciones existentes busca realizar un diseño que permita crear o mejorar un ambiente y puestos de trabajo ideales para alcanzar dichos resultados. En las empresas que se tienen líneas de producción semiautomáticas es de suma importancia que el puesto de trabajo y que el ambiente laboral le permitan al personal operativo desarrollarse de la mejor manera para el aprovechamiento de todas sus habilidades y destrezas técnicas con el fin del mejoramiento de la eficiencia y eficacia en la producción.

El mal diseño de los puestos de trabajo se traduce en pérdida de tiempo, fatiga excesiva, mala calidad en la producción, pérdida o desperdicio en las líneas de producción y por ende mala calidad del producto terminado.

El diseño del puesto de trabajo es muy importante para las empresas que en sus líneas de producción utilizan factor humano ya que al incorporar todos los principios del diseño del trabajo, que se basa en el incremento de la productividad evitando lesiones en el lugar de trabajo, se puede hacer una línea de producción más productiva y también se puede asegurar que el operador no sufra lesiones si sigue correctamente las especificaciones de su puesto.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Agua es un compuesto químico formado por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, de fórmula H_2O .

El movimiento continuo de agua entre la Tierra y la atmósfera se conoce como ciclo hidrológico. Se produce vapor de agua por evaporación en la superficie terrestre y en las masas de agua, y por transpiración de los seres vivos. Este vapor circula por la atmósfera y precipita en forma de lluvia o nieve. Al llegar a la superficie terrestre, el agua sigue dos trayectorias. En cantidades determinadas por la intensidad de la lluvia, así como por la porosidad, permeabilidad, grosor y humedad previa del suelo, una parte del agua se vierte directamente en los riachuelos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de agua continentales; el resto se infiltra en el suelo.

Una parte del agua infiltrada constituye la humedad del suelo, y puede evaporarse directamente o penetrar en las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas. La porción de agua que supera las fuerzas de cohesión y adhesión del suelo, se filtra hacia abajo y se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua subterránea, cuya superficie se conoce como nivel freático. En condiciones normales, el nivel freático crece de forma intermitente según se va rellenando o recargando, y luego declina como consecuencia del drenaje continuo en desagües naturales como los manantiales.

El agua es el componente principal de la materia viva. Constituye del 50 al 90 por ciento de la masa de los organismos vivos. El protoplasma, que es la materia básica de las células vivas, consiste en una disolución de grasas, carbohidratos, proteínas, sales y otros compuestos químicos similares en agua. El agua actúa como disolvente transportando, combinando y descomponiendo químicamente esas sustancias. La sangre de los animales y la savia de las plantas contienen una gran cantidad de agua, que sirve para transportar los alimentos y desechar el material de desperdicio. El agua desempeña también un papel importante en la descomposición metabólica de moléculas tan esenciales como las proteínas y los carbohidratos. Este proceso, llamado hidrólisis, se produce continuamente en las células vivas.¹

El agua es esencial para todos los tipos de vida. Pueden resumirse en cinco las principales funciones biológicas del agua:²

- 1) Es un excelente disolvente, especialmente de las sustancias iónicas y de los compuestos polares. Incluso muchas moléculas orgánicas no solubles como los lípidos o un buen número de proteínas forman, en el agua, dispersiones coloidales, con importantes propiedades biológicas.
- 2) Participa por sí misma, como agente químico reactivo, en las reacciones de hidratación, hidrólisis y oxidación/reducción, facilitando otras muchas.
- 3) Permite el movimiento en su seno de las partículas disueltas (difusión) y constituye el principal agente de transporte de muchas sustancias nutritivas, reguladoras o de excreción.

¹ <http://www.saludmed.com/Salud/Ambiente/Ambiente.html>

² Ídem

4) Gracias a sus notables características térmicas (elevados calor específico y calor de evaporación) constituye un excelente termorregulador, una propiedad que permite el mantenimiento de la vida de los organismos en una amplia gama de ambientes térmicos.

5) Interviene en especial en las plantas, en el mantenimiento de la estructura y la forma de las células y de los organismos.

El agua es uno de los agentes ionizantes más conocidos puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua, se le conoce frecuentemente como el EL DISOLVENTE UNIVERSAL. El agua combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes.

Debido a su capacidad de disolver numerosas sustancias en grandes cantidades, el agua pura casi no existe en la naturaleza. Durante la condensación y precipitación, la lluvia o la nieve absorben de la atmósfera cantidades variables de dióxido de carbono y otros gases, así como pequeñas cantidades de material orgánico e inorgánico. Además, la precipitación deposita lluvia radiactiva en la superficie de la Tierra. En su circulación por encima y a través de la corteza terrestre, el agua reacciona con los minerales del suelo y de las rocas. Los principales componentes disueltos en el agua superficial y subterránea son los sulfatos, los cloruros, los bicarbonatos de sodio y potasio, y los óxidos de calcio y magnesio. Las aguas de la superficie suelen contener también residuos domésticos e industriales. Las aguas subterráneas poco profundas pueden contener grandes cantidades de compuestos de nitrógeno y de cloruros, derivados de los desechos humanos y animales. Generalmente, las aguas de los pozos profundos sólo contienen minerales en disolución.

Casi todos los suministros de agua potable natural contienen fluoruros en cantidades variables. Se ha demostrado que una proporción adecuada de fluoruros en el agua potable reduce las caries en los dientes.

El agua del mar contiene, además de grandes cantidades de cloruro de sodio o sal, muchos otros compuestos disueltos, debido a que los océanos reciben las impurezas procedentes de ríos y arroyos. Al mismo tiempo, como el agua pura se evapora continuamente el porcentaje de impurezas aumenta, lo que proporciona al océano su carácter salino.

Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines, por lo que es necesaria su purificación para eliminar de ella los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos.

1.1 Situación del agua en Guatemala

Guatemala es un país montañoso, con una posición geográfica entre las regiones neoártica y neotropical, que goza de un clima cálido, con variaciones regionales y micro climas locales dependientes del relieve montañoso del lugar y de su distancia al mar. (Arteaga, 1994)

La precipitación promedio anual es de aproximadamente 2000 mm, con variaciones que van desde 700 mm en las regiones secas del oriente (Zacapa, Jutiapa, Chiquimula y Jalapa), hasta los 5000 mm en la zona norte y occidental (Huehuetenango, Quiché, Alta y Baja Verapaz). Hay dos estaciones respecto a la distribución de las lluvias: la lluviosa y la seca.

La lluvia se concentra en los meses de junio y septiembre, con la canícula o período de menor precipitación, entre julio y agosto. En las regiones secas, la estación sin lluvia es de seis meses, de noviembre a abril, mientras que para las regiones más húmedas, se reduce a dos o tres meses, sin llegar a definirse. (Arteaga, 1994).

Por su orografía, el país se divide en tres vertientes de escurrimiento superficial: Pacífico, Atlántico o Caribe y Golfo de México. El siguiente cuadro presenta las características generales de las vertientes nacionales.

Tabla I. Vertientes de Guatemala

Vertiente	Área (Km ²)	% Área país	Cuencas (número)	Caudal promedio (m ³ / seg.)
Pacífico	23,990	22	18	393
Caribe	34,259	31	7	628
Golfo de México	50,640	47	10	1,672
Total	108,889	100	35	2,693

Fuente: MAGA, 2001

El potencial de agua subterránea, calculado con base en el índice de infiltración, se estima en 33,699 millones de m³. Los acuíferos aluviales de la costa pacífica se estiman de mayor rendimiento y algunos están en el altiplano donde el agua subterránea representa la fuente de abastecimiento más utilizada. (Castañeda, Castaño y Arteaga, 200).

El precio financiero y económico del agua es prácticamente igual a cero con excepción del agua potable y raras veces el riego. A pesar de la falta de valoración financiera y económica, el agua esta directamente relacionada con la generación del 5% del producto interno bruto (Castañón, 2000).

Respecto a las tarifas, la tendencia en los últimos cinco años es recuperar los costos de operación y mantenimiento; en general en los proyectos con préstamos internacionales esto es una exigencia cada vez mayor. Sin embargo, se debe categorizar por separado el sector agua potable (URL, 2004).

Se estima que la demanda de agua para el área metropolitana es de 8 m³/s y se tiene un déficit de 1 m³/s para el municipio de Guatemala y de 2 a 2.5 m³/s si se incluyen los municipios aledaños que conforman el área metropolitana. El consumo doméstico para el año 2000 se estimó en 283 millones de metros cúbicos anuales con un consumo de 60 lts/hab/día y de 125 lts/hab/día respectivamente para la zona rural y urbana, respectivamente. Las mayores demandas de agua potable son debidas a la concentración de la población (URL, 2004).

El suministro de agua potable de las 331 municipalidades proviene en un 70% de aguas superficiales, y el 30% de aguas subterráneas, un 66% usa sistema de gravedad, 18.5% utilizando bombeo y un 15.5% son sistemas mixtos. La empresa municipal de aguas de la Ciudad de Guatemala en 1999 obtenía el 55% del agua de fuentes superficiales y el 45% restante de pozos. (URL, 2004).

1.2 Necesidad de embotellar el agua

La contaminación de aguas es generalizada en Guatemala. Un indicador es que de las 331 municipalidades del país, solamente 24 cuentan con plantas de tratamiento de agua potable y de éstas, se encuentran funcionando 15; es decir, el 4.5% por ciento de las municipalidades.

En total se encuentran registradas aproximadamente 49 plantas de tratamiento de aguas servidas; sin embargo, 6 de ellas están fuera de servicio, otras funciona parcial o inadecuadamente y solamente unas 15 plantas se encuentran funcionando actualmente; 23 (casi el 50%) de las plantas de tratamientos de aguas servidas se encuentran en el área metropolitana, el resto repartidas en los otros municipios del país.

De los 223 centros urbanos de más de 2000 habitantes con sistemas de drenajes, sólo 24 aplican alguna clase de tratamiento a sus aguas residuales (la mayoría primario), el resto la descarga directamente a los ríos (MSPAS-OPS, 2002).

Según Recinos (2001) se estima en más de 140 millones m³ las aguas residuales producidas anualmente en el área metropolitana. Las plantas de tratamientos existentes, en conjunto, sólo tienen capacidad de tratar un 5% del caudal mencionado, si funcionan adecuadamente. La mayoría de ellas, sin embargo, no funciona, principalmente por la ausencia de una entidad reguladora encargada que también vele porque funcionen las construidas por urbanizadoras privadas e industrias.

En un proyecto conjunto de investigación entre la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) se estudiaron los residuos de plaguicidas organoclorados (23 compuestos), organofosforados (13) y un piretroide en diferentes cursos de agua. De mayo de 1998 a marzo de 1999 se tomaron 7 veces muestras en 60 puntos previamente seleccionados; el 30% de los cursos de agua superficiales muestreadas estaban sobre los límites de las normas (UVG, 1998). La contaminación industrial se encuentra más localizada en ciertos ríos del país,

como en el Villalobos-María Linda, Samalá y el Motagua principalmente.

Otro caso es el del lago Petén Itzá que recibe las descargas de las poblaciones en las riveras del lago.

La pobreza esta íntimamente relaciona con el acceso a servicios (SNU, 2003). Han existido varios proyectos para mejorar la cobertura de agua potable; sin embargo, la misma sigue, según la cifra oficial, rezagada y prácticamente sólo se esta cubriendo el crecimiento poblacional. El cólera, que había sido eliminado totalmente, reapareció en el país y se ha incrementado el número de casos, especialmente en las zonas mas pobres del país.

En el 2000, las enfermedades diarreicas agudas fueron la segunda causa de morbilidad (45.1/1,000) y la segunda causa de mortalidad (3.6/10,000), solo superadas por las infecciones respiratorias o neumonía. En la mortalidad infantil el 43 % del total de muertes tuvo como causa la diarrea, con un promedio de 5 niños menores de un año fallecidos diariamente (MSPAS-OPS, 2002). Además, no existe una política para hacer un uso eficiente del agua, existiendo una tendencia al desperdicio.

1.3 Formas de purificar el agua para que sea potable

Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines. Los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, se extraen por métodos de criba y sedimentación que eliminan los materiales suspendidos. Otro método es el tratamiento con ciertos compuestos, como el carbón activado, que eliminan los sabores y olores desagradables. También se puede purificar el agua por filtración, o por cloración o irradiación que matan los microorganismos infecciosos.

En la ventilación o saturación de agua con aire, se hace entrar el agua en contacto con el aire de forma que se produzca la máxima difusión; esto se lleva a cabo normalmente en fuentes, esparciendo agua en el aire. La ventilación elimina los olores y sabores producidos por la descomposición de la materia orgánica, al igual que los desechos industriales como los fenoles, y gases volátiles como el cloro. También convierte los compuestos de hierro y manganeso disueltos en óxidos hidratados insolubles que luego pueden ser extraídos con facilidad.

La dureza de las aguas naturales es producida sobre todo por las sales de calcio y magnesio, y en menor proporción por el hierro, el aluminio y otros metales. La que se debe a los bicarbonatos y carbonatos de calcio y magnesio se denomina dureza temporal y puede eliminarse por ebullición, que al mismo tiempo esteriliza el agua. La dureza residual se conoce como dureza no carbónica o permanente. Las aguas que poseen esta dureza pueden ablandarse añadiendo carbonato de sodio y cal, o filtrándolas a través de ceolitas naturales o artificiales que absorben los iones metálicos que producen la dureza, y liberan iones sodio en el agua. Los detergentes contienen ciertos agentes separadores que inactivan las sustancias causantes de la dureza del agua.

El hierro, que produce un sabor desagradable en el agua potable, puede extraerse por medio de la ventilación y sedimentación, o pasando el agua a través de filtros de ceolita. También se puede estabilizar el hierro añadiendo ciertas sales, como los polifosfatos. El agua que se utiliza en los laboratorios, se destila o se desmineraliza pasándola a través de compuestos que absorben los iones para satisfacer las crecientes demandas de agua dulce, especialmente en las áreas desérticas y semidesérticas.

Se han llevado a cabo numerosas investigaciones con el fin de conseguir métodos eficaces para eliminar la sal del agua del mar y de las aguas salobres. Se han desarrollado varios procesos para producir agua dulce a bajo costo.

Tres de los procesos incluyen la evaporación seguida de la condensación del vapor resultante, y se conocen como: evaporación de múltiple efecto, destilación por compresión de vapor y evaporación súbita. En este último método, que es el más utilizado, se calienta el agua del mar y se introduce por medio de una bomba en tanques de baja presión, donde el agua se evapora bruscamente. Al condensarse el vapor se obtiene el agua pura.

La congelación es un método alternativo que se basa en los diferentes puntos de congelación del agua dulce y del agua salada. Los cristales de hielo se separan del agua salobre, se lavan para extraerles la sal y se derriten, convirtiéndose en agua dulce.

En otro proceso, llamado ósmosis inversa, se emplea presión para hacer pasar el agua dulce a través de una fina membrana que impide el paso de minerales. La ósmosis inversa sigue desarrollándose de forma intensiva. La electrodiálisis se utiliza para desalinizar aguas salobres. Cuando la sal se disuelve en agua, se separa en iones positivos y negativos, que se extraen pasando una corriente eléctrica a través de membranas aniónicas y catiónicas.

1.4 Situación legal del agua en Guatemala

En general, la mayoría de la población considera el agua como un bien abundante, de poco valor y hay poco conocimiento del ciclo hidrológico.

La percepción del público en general se centra en aspectos de contaminación, pero muy poco en el aspecto de los derechos de uso, manejo integrado o uso eficiente del recurso. Los conflictos por derechos de agua en el altiplano se dan entre comunidades y raramente entre vecinos. Los conflictos entre grandes propietarios de tierra por temas de agua se resuelven pagándose entre sí grandes indemnizaciones por daños y perjuicios, a través de procesos legales.

El tratamiento jurídico y legal de las aguas distingue tres grandes sistemas: derecho del mar, derecho de aguas continentales y derechos de las aguas internacionales. Este análisis se refiere al derecho de las aguas continentales, el cual comprende los recursos situados dentro de una nación, denominados aguas territoriales, cuyo eje normativo gira alrededor de las instituciones jurídicas del dominio, uso y aprovechamiento, conservación y administración, ordenado conforme a criterios y principios jurídicos, naturales, sociales y económicos. (URL, 2004)

Durante los últimos 500 años, el sistema normativo del ordenamiento jurídico de Guatemala ha sido de carácter normal pues consideraba como fuente única de derecho la ley emitida por el organismo legislativo. Con ocasión de la aprobación y ratificación del Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales de la Organización Internacional del Trabajo OIT (1996) y con la suscripción del Acuerdo de Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas (1994) se integran, además, el derecho indígena y el derecho consuetudinario.

La Constitución Política de la República de Guatemala (1985) eleva al rango constitucional el régimen de los recursos hídricos, conforme los artículos 127³ y 128⁴ cuya interpretación se hace a la luz de las normas establecidas por la Ley del Organismo Judicial. Como objeto de uso, aprovechamiento y conservación, el agua forma una unidad física y jurídica con los cauces, lechos, álveos, márgenes, depósitos, mantos y demás que contengan, cuyo régimen legal corresponda en mucho al de las reservas territoriales del Estado, incorporadas al ordenamiento nacional en 1898, elevadas a rango de constitucional a partir de 1956 y registradas actualmente por la Ley Reguladora de las Reservas Territoriales del Estado. (1997)

El régimen supletorio de las aguas territoriales está integrado por un alto número de disposiciones dispersas. Como elemento abiótico el agua es introducida al ordenamiento legal nacional por la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1987) y por la Ley de Áreas Protegidas (1989). Adicionalmente se presentan disposiciones de protección de calidad de las aguas, en el Decreto del Congreso 1004 (1953), en el Código de Salud (2002) y la atribución de adoptar medidas de manejo del agua de parte Ministerio de Ambiente y Recursos Nacionales, en la Ley del Organismo Ejecutivo y en la Ley Forestal (1997). El objeto de este sistema de normas es

³ “ARTÍCULO 127.- **Régimen de Aguas.** Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia”

⁴“ARTICULO 128.- **Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos.** El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza que contribuyan al desarrollo de la economía nacional, están al servicio de la comunidad y no de persona alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar riberas y los cauces correspondientes, así como facilitar las vías de acceso”.

de asegurar las relaciones entre Estado, sociedad y ambiente.

Durante los últimos 50 años se pueden apreciar tres momentos de la administración sectorial del agua. El primero se inclina por el uso energético (1959 a 1979); el segundo, por el agrícola (1970 a 1990), y el tercero, por el agua potable y saneamiento actualmente. El manejo de este tercer momento se realiza por una diversidad de instituciones gubernamentales (Fondos Sociales, Secretaria Ejecutiva de la Presidencia); autónomas como el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y las municipalidades; PRIVADAS (ONG como Agua del Pueblo, CARE) y de Ayuda Internacional como Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

1.5 Diseño del trabajo manual en la línea de embotellado⁵

Es la actividad de diseño que representa el mayor reto y es la más confusa en un sistema productivo, esto se debe a:

- La frecuencia de conflictos entre las necesidades y los objetivos del trabajador y los grupos de trabajo y el proceso de producción.
- La naturaleza exclusiva de cada individuo genera una amplia gama de respuestas de actitud, psicológicas y productivas al realizar una tarea determinada.
- La características de los trabajos y el trabajo en si son cambiantes, lo que permite cuestionar los modelos tradicionales de comportamiento del trabajador, y la eficacia de los métodos tradicionales para el desarrollo del trabajo.

⁵ http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema4_2.htm

A. Tendencias en el diseño del trabajo

- **El control de calidad como una parte de las actividades del trabajador.**

Este concepto se conoce ahora como "calidad en la fuente", donde la calidad se liga al concepto de la dotación de poder. La dotación de poder se refiere a que los trabajadores cuenten con la autoridad para detener una línea de producción si existe un problema de calidad.

- **Capacitación diversa para que los trabajadores desempeñen trabajos que requieren distintas habilidades.**

Este concepto se observa más en las fábricas que en las oficinas.

- **Enfoque de equipo y de participación de los empleados para diseñar y organizar el trabajo.**

Este aspecto es parte medular de la dirección de la calidad total (TQM) y de los esfuerzos de mejora continua.

- **Poner en contacto a los trabajadores comunes con la informática, por medio de redes de telecomunicaciones y computadoras, para ampliar la naturaleza de su trabajo y su capacidad para desempeñarlo.**

La utilización de sistemas de informáticos para la ampliación del trabajo y la capacidad del personal es de suma importancia hoy en día en el proceso de control de la producción y las fallas que puedan quedar registradas en el mismo.

- **Producción en cualquier momento, en cualquier lugar.**

Una tendencia cada vez mayor en todo el mundo es la capacidad para realizar el trabajo fuera de la oficina o de la fábrica, gracias una vez más a la tecnología informática.

- **Automatización del trabajo manual pesado.**

La utilización de todo tipo de maquinaria que pueda minimizar y eliminar el riesgo en cuanto al manejo de los insumos de la producción es importante para evitar las lesiones a los empleados.

- **Lo más importante, el compromiso de la organización para proporcionar trabajos significativos y remunerativos para todos empleados.**

Parte importante de la satisfacción del empleado es sentir que lo que hace debe ser remunerado de la mejor manera y que la organización a la que pertenece se preocupa no solo de su bienestar físico sino económico también.

B. Definición de diseños de trabajos⁶

Se puede definir al diseño del trabajo como la función de especificación de las actividades de trabajo de un individuo o grupo en el contexto de una organización.

Su objetivo es desarrollar asignaciones de trabajo que satisfagan las necesidades de la organización y la tecnología y que cumplan con lo requisitos personales e individuales del trabajador.

⁶http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema4_2.htm

C. Actividades que se incluyen en la definición de trabajo

Micromovimiento

Las menores actividades de trabajo, que comprenden movimientos tan elementales como: alcanzar, colocar, soltar, etc.

Elemento

Un conjunto de dos o más micromovimientos, que por lo general se considera un ente más o menos completo, como sería levantar, transportar y colocar un artículo.

Tarea

Un conjunto de dos o más elementos que forma una actividad completa, como el alambrado de un circuito, barrer el piso, cortar un árbol.

Trabajo

El conjunto de todas las tareas que debe realizar un trabajador. Un trabajo puede consistir en varias tareas, como mecanografiar, archivar y tomar un dictado o puede estar formado por una sola tarea.

El diseño de trabajos es una función compleja para la variedad de factores que implica la estructura final del trabajo. Hay que tomar decisiones con respecto a quien debe realizar el trabajo, como hay que llevarlo a cabo y donde.

D. Aspectos del comportamiento en el diseño de trabajos⁷

- Grado de especialización de los trabajadores

La especialización de los trabajadores es un arma de dos filos en el diseño de trabajos. Por una parte, la especialización ha hecho posible la producción de alta velocidad y bajo costo y, desde el punto de vista materialista, ha mejorado considerablemente el nivel de vida. Por otra parte, se sabe que la especialización extrema, como la que existe en las industrias de producción en masa, tiene efectos adversos sobre los trabajadores, los cuales afectan también a los sistemas de producción.

Las investigaciones recientes proponen que las desventajas superan a las ventajas más de lo que se creía en el pasado. Sin embargo, es arriesgado afirmar que, por cuestiones meramente humanitarias, hay que abolir la especialización. La razón es por supuesto, que no todas las personas son iguales en lo que concierne a lo que prefieren en su trabajo y están dispuestos a entregar. Algunos trabajadores prefieren no tomar decisiones, a algunos les gusta soñar despiertos, y otros son incapaces de realizar trabajos más complejos. Pero es grande la frustración de los trabajadores con respecto a la manera en que se estructuran los trabajos, por lo que varias organizaciones prueban métodos diferentes para el diseño. Dos de los métodos populares contemporáneos son el enriquecimiento del trabajo y los sistemas socio técnicos.

- Enriquecimiento del trabajo

Por lo general, la ampliación del trabajo consiste en efectuar ajustes a un trabajo especializado para hacerlo más interesante para el trabajador.

⁷ http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema4_2.htm

Se dice que un trabajador se amplia horizontalmente si el trabajador realiza mayor número o variedad de tareas, y se dice que es vertical si el trabajador participa en la planificación, organización e inspección de su propio trabajo. Se pretende que la ampliación horizontal del trabajo permita al trabajador realizar toda una unidad de trabajo. La ampliación vertical (denominada comúnmente enriquecimiento del trabajo) intenta ampliar la influencia de los trabajadores en el proceso de transformación al dotarlos de ciertos poderes de administración sobre su trabajo. Actualmente, la práctica es aplicar a un trabajo tanto la ampliación horizontal como la vertical y referirse al enfoque total como enriquecimiento del trabajo.

- **Sistemas socio técnicos**

El enfoque de los sistemas socio técnicos es consistente con la filosofía de enriquecimiento del trabajo pero se centra más en la interacción entre la tecnología y el grupo de trabajo. En ellos se pretende desarrollar trabajos que ajusten las necesidades tecnológicas del proceso de producción a las necesidades del trabajador y los grupos de trabajo.

Al realizar estudios con este enfoque se descubrió los grupos de trabajo podían manejar con eficacia muchos trabajos de producción mejor que la gerencia, si se les permitía tomar sus propias decisiones con respecto a la programación de actividades, distribución del trabajo entre los participantes, repartición de bonos, etc.

Esto se aplicaba aún más cuando existían variaciones en el proceso de producción que requerían una acción rápida del grupo, o cuando el trabajo de un turno se traslapaba con el trabajo de los demás turnos.

Una de las principales conclusiones que se obtienen de estos estudios es que el individuo o grupo de trabajo requiere un patrón lógico integrado de actividades de trabajo que incorpore los siguientes principios del diseño de trabajos.

- Variedad de tareas

Hay que hacer el intento de proporcionar una variedad óptima de tareas en cada trabajo. Si existe demasiada variedad, puede ser poco eficiente para la capacitación y frustrante para el empleado, si no hay suficiente variedad, puede surgir la fatiga y el aburrimiento. El nivel óptimo es aquel donde se permite que el empleado de un elevado nivel de atención o esfuerzo mientras trabaja en otra tarea o, por otra parte, permitirle que se estire después de periodos de actividad rutinaria.

- Variedad de habilidades

Las investigaciones plantean que los empleados obtienen satisfacción de usar distintos niveles de habilidades.

- Retroalimentación

Debe existir una manera rápida de informar a los empleados que han alcanzado sus metas. La retroalimentación rápida ayuda al proceso de aprendizaje. De manera ideal, los empleados deben de ser responsables de sus propios niveles de cantidad y calidad.

- Identidad de tareas

Los conjuntos de tareas deben estar separados unos de otros por límites bien definidos. Cuando sea posible, un individuo o grupo de trabajo debe ser responsable de un conjunto de tareas claramente definido.

De esta manera, el individuo o grupo que realiza el trabajo lo ve como algo importante y las demás personas comprenden y respetan su importancia.

- Autonomía de tareas

Los empleados deben ser capaces de ejercer cierto control sobre su trabajo y poder tomar decisiones.

E. Aspectos físicos en el diseño de trabajo

Además de los aspectos de comportamiento en el diseño de trabajos, hay otra faceta que merece consideración: el aspecto físico. De hecho, aunque es fuerte la influencia de la motivación y de las estructuras de grupo su importancia puede ser secundaria si el trabajo es demasiado exigente o está mal diseñado desde el punto de vista físico.

- Tarea manual

Exige la fuerza de grandes grupos musculares del cuerpo, y dan lugar a fatiga general (manejo de cargamento).

- Tareas motrices

Están sujetas al control del sistema nervioso central y la medición de su eficacia es la velocidad y precisión de los movimientos.

- Tareas mentales

Comprende la toma de decisiones rápidas como respuesta a ciertos estímulos, en este caso la medición es por lo general una combinación del tiempo necesario para responder.

- El entorno de trabajo

Hay varios factores del entorno de trabajo que puedan afectar al desempeño del trabajo: iluminación, ruido, temperatura y humedad, calidad de aire. Estos factores influyen en la seguridad y bienestar general de los trabajadores, por lo que en Estados Unidos, están sujetos a control legal.

Los términos análisis de operación, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayoría de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo, y en consecuencia reducir el costo por unidad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, implica trabajo de análisis en la historia de un producto. El ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. Cuando más completo sea el estudio de métodos adicionales durante la vida del producto.

Para desarrollar un centro de trabajo, el ingeniero de métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el cual comprende las siguientes operaciones:

- Obtención de los hechos

Reunir todos los hechos importantes relacionados con el producto o servicio. Esto incluye dibujos y especificaciones, requerimientos cuantitativos, requerimientos de distribución y proyecciones acerca de la vida prevista del producto o servicio.

- Presentación de los hechos

Cuando toda la información importante ha sido recabada, se registra en forma ordenada para su estudio y análisis. Un diagrama del desarrollo del proceso en este punto es muy útil.

- Efectuar un análisis

Utilicen los planteamientos primarios en el análisis de operaciones y los principios del estudio de movimientos para decidir sobre cual alternativa produce el mejor producto o servicio. Tales enfoques incluyen: propósito de la operación, diseño de partes, tolerancias y especificaciones, materiales, procesos de fabricación, montajes y herramientas, condiciones de trabajo, manejo de materiales, distribución en la fábrica y los principios de la economía de movimientos.

- Desarrollo del método ideal

Selecciónese el mejor procedimiento para cada operación, inspección y transporte considerando las variadas restricciones asociadas a cada alternativa.

- Presentación del método

Explíquese el método propuesto en detalle a los responsable de su operación y mantenimiento.

- Implantación del método

Considérense todos los detalles del centro de trabajo para asegurar que el método propuesto dará los resultados anticipados.

- Desarrollo de un análisis de trabajo

Efectúese un análisis de trabajo del método implantando para asegurar que el operador u operadores están adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.

- Establecimiento de estándares de tiempo

Establézcase un estándar justo y equitativo para el método implantado.

- Seguimiento del método

A intervalos regulares hágase una revisión o examen del método implantado para determinar si la productividad anticipada se está cumpliendo, si los costos fueron proyectados correctamente y se pueden hacer mejoras posteriores.

1.5.1 Capacidades humanas y economía de movimientos

El analista de métodos debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias o fallas del método seguido, con una rápida inspección del sitio de trabajo y de la operación.

Según su clasificación indicada, estos principios fundamentales son los siguientes:

- **Relativos al uso del cuerpo humano**

1. Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.

2. Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.

3. Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante su esfuerzo muscular.

4. Son preferibles los movimientos continuos en línea curva, en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.

5. Debe emplearse el menor número de elementos o *therbligs*, y éstos se deben limitar a los del más bajo orden o clasificación posible.

6. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer, sin embargo, que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.

7. Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.

8. Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.

9. Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.

10. Para asir herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano.

Las dos manos deben empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo, y no deben estar ociosas al mismo tiempo, excepto en períodos de descanso. Los movimientos de los brazos deben hacerse simultáneamente en direcciones opuestas y simétricas.

Los movimientos de las manos deben ser confinados a su rango más bajo, pero sin perjudicar la eficiencia del trabajo realizado. El trabajador debe aprovechar, en cuanto sea posible, el impulso que pudiera traer el material sobre el que trabaja y evitar el comunicárselo o retirárselo con esfuerzo muscular propio.

Se debe preferir que los movimientos de las manos sean suaves y continuos y nunca en zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección. Los movimientos libres son más fáciles, rápidos y precisos, que aquellos rígidos, fijos o controlados. El ritmo es esencial al realizar una operación manual de manera suave y automática, procurando, en cuanto sea posible, adquirirlo en forma natural y fácil.

• **Disposición y condiciones en el sitio de trabajo**

1. Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material, con el fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therbligs buscar y seleccionar.

2. Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.

3. Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.

4. Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.

5. Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.

6. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en

estación de trabajo, para reducir al mínimo las exigencias de fijación de la vista.

7. Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

Debe haber un lugar fijo y determinado para todas las herramientas, materiales y controles, los cuales deben estar localizados enfrente del operador y lo más cerca posible.

Las cajas y depósitos que reciban material por gravedad deben estar adaptados para entregarlo acerca y enfrente del operario. Además, siempre que sea posible, el material terminado debe retirarse usando la fuerza de gravedad.

Los materiales y las herramientas deben colocarse de manera que permitan una sucesión continua de movimientos.

Deben tomarse medidas para asegurar adecuadas condiciones de visión. La buena iluminación es el primer requisito para una percepción visual satisfactoria. Igualmente, la altura del banco de trabajo y la silla deben arreglarse para alternar fácilmente el trabajo parado o sentado. Por tanto, debe proveerse a cada empleado con una silla cuyo tipo y altura permitan una correcta postura.

•Diseño de las herramientas y el equipo

1. Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples de las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operación múltiple en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso (por ejemplo, en tornos con carro transversal y de torreta hexagonal).

2. Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de manejo deben estar fácilmente accesibles al operario, y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.

3. Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.

4. Investíguese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprietatuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc.

Siempre que sea posible, deben usarse guías, sostenes o pedales para que las manos realicen más trabajo productivo. También se debe procurar que dos o más herramientas se combinen en una y que junto con los materiales queden en posición previa a su uso.

En un trabajo tal como el de escribir a máquina, en que cada dedo desarrolla un movimiento específico, la carga deberá ser distribuida de acuerdo a la capacidad inherente a cada uno.

Los mangos como los usados en desarmadores grandes y manivelas, deben diseñarse para permitir que la mano entre en contacto lo más que sea posible con la superficie. Esto es importante cuando al usarlo se ejerce fuerza. Por otro lado, las palancas, los travesaños y manivelas, deben colocarse en tal posición, que permita manejarlas con el menor cambio de postura del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica.

Debe considerarse que, para lograr un efectivo aprovechamiento del lugar de trabajo, es importante que los movimientos efectuados por el operario sean los que menos lo fatigan.

Es conveniente, por lo tanto, relacionar las zonas de trabajos normales y máximas con las siguientes clases de movimientos.

1. Movimiento en los que sólo se emplean los dedos de la mano.
2. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos y la muñeca.
3. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos, la muñeca y el antebrazo.
4. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo y el brazo.
5. Movimientos en los que se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo, el brazo y el cuerpo.

Cuando los movimientos efectuados para llevar a cabo una operación pertenecen a las tres primeras clases, se obtendrán mayores ventajas.

1.5.2 Estudio de movimientos

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía. A ellos se debe también la técnica cinematográfica para realizar estudios detallados de movimientos, conocidos por "estudios de micromovimientos", que han demostrada su gran utilidad en el análisis de operaciones manuales repetidas.

El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, entraña dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de los movimientos y el estudio de micromovimientos.

El estudio visual de movimientos se aplica con mucha mayor amplitud, porque la actividad que se estudia no necesita ser de tanta importancia para justificar económicamente su empleo. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso del operario, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos.

Debido a su mayor costo, el método de micro movimientos resulta generalmente práctico sólo en el caso de trabajos de mucha actividad, cuya duración y cuya repetición son grandes. Las dos clases de estudios (estudio visual de movimientos y el de micro movimientos) pueden compararse a la observación de un objeto con una lupa o mediante un microscopio. La mayor cantidad de detalles que proporciona el microscopio sólo tiene aplicación en trabajos de alta producción.

1.5.2.1 Movimientos básicos

El concepto de las divisiones básicas de la realización del trabajo, desarrollado por Frank Gilbreth en sus primeros ensayos, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos de un operario. Gilbreth denominó "*therblig*" (su apellido deletreado al revés) a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas (Ver Anexo 4 página 117).

1.6 Diseño del entorno de trabajo en la línea de embotellado

Es importante diseñar el entorno de trabajo teniendo en cuenta los factores humanos. Los puestos de trabajo bien diseñados tienen en cuenta las características mentales y físicas del trabajador y sus condiciones de salud y seguridad. La manera en que se diseña el entorno de trabajo determina si será variado o repetitivo, si permitirá al trabajador estar cómodo o le obligará a adoptar posiciones forzadas y si entraña tareas interesantes o estimulantes o bien monótonas y aburridas. A continuación se exponen algunos factores ergonómicos que habrá que tener en cuenta al diseñar o rediseñar el entorno de trabajo:

- tipos de tareas que hay que realizar,
- cómo hay que realizarlas,
- cuántas tareas hay que realizar,
- el orden en que hay que realizarlas,
- el tipo de equipo necesario para efectuarlas.

Además, un entorno de trabajo bien diseñado debe hacer lo siguiente:

- permitir al trabajador modificar la posición del cuerpo,
- incluir distintas tareas que estimulen mentalmente,
- dejar cierta latitud al trabajador para que adopte decisiones, con el fin de que pueda variar las actividades laborales según sus necesidades personales, hábitos de trabajo y entorno laboral,
- dar al trabajador la sensación de que realiza algo útil,
- facilitar formación adecuada para que el trabajador aprenda qué tareas debe realizar y cómo hacerlas,
- facilitar horarios de trabajo y descanso adecuados gracias a los cuales el trabajador tenga tiempo bastante para efectuar las tareas y descansar,
- dejar un período de ajuste a las nuevas tareas, sobre todo si requieren gran esfuerzo físico, con el fin de que el trabajador se acostumbre gradualmente a su labor.

1.6.1 Iluminación

La iluminación en lo que respecta al área industrial debe tener presente un gran número de luminarias, ya que deben abarcar espacios muy grandes y extensos, también deben poseer características distintas a luminarias convencionales o residenciales como poseer mayor potencia, brillo, incandescencia y aceptar los cambios bruscos de voltaje.

Estos tipos de luminarias se crearon con el fin de facilitar los procesos producidos de distintos trabajos industriales, además de relacionar la cantidad de luz utilizada con respecto a las labores realizadas.

Para esto es necesario analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad como también seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera satisfactoria.

Con el fin de prefijar la iluminación apropiada para una zona industrial, es necesario, en primer lugar, analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad. El segundo paso consiste en seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera más satisfactoria.

El tamaño, el brillo, el contraste y el tiempo se han definido como las características principales que determinan la visibilidad relativa de un objeto. Además de estas características fundamentales, en la tarea visual influyen por otra serie de factores, de los que los más importantes son probablemente el acabado del objeto (que va del mate al brillante y del suave al áspero), la naturaleza del material con respecto a la transmisión de luz (desde lo opaco al traslúcido y hasta el transparente), el grado del efecto tridimensional (desde una superficie lisa hasta una de relieve complicado) y las características de reflexión de los alrededores más inmediatos.

Distintas combinaciones de estos factores pueden dar lugar a una infinita variedad de problemas de alumbrado industrial. La selección del mejor tipo de alumbrado para una situación determinada lleva consigo la consideración de la cantidad de luz, el grado de difusión, la dirección y la calidad espectral.

La cantidad adecuada de luz para realizar cómodamente una tarea visual concreta es siempre un requisito fundamental. Algunos tipos de trabajos se llevan a cabo mejor con luz muy difusa, a objeto de eliminar las sombras. Otras admiten una fuerte componente direccional, lo que incluso es preferible en algunos casos en los que deben apreciarse irregularidades de contorno y superficie.

En algunas aplicaciones, las imágenes reflejadas de una fuente de bajo brillo en una zona extensa, pueden mejorar la visibilidad; en cambio en otras reflexiones, especialmente si la fuente es de alto brillo, pueden ser en extremo molestas. Algunos procesos de inspección se llevan mejor a cabo con luz transmitida que con luz reflejada.

El color de la luz puede servir a veces para aumentar el contraste y la visibilidad. Son los casos en que el trabajo se encuentre en un sitio distinto del banco de trabajo normal. El alumbrado deben proyectarse teniendo presente este punto.

1.6.2 Ruido

En términos generales se puede definir al ruido como un sonido desagradable y molesto, con niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición. Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva, aunque en cualquiera de estos casos, es lamentablemente irreversible.

Tipos de Ruido

Son los siguientes:

- Continúo constante: es aquel cuyo nivel sonoro es prácticamente constante durante todo el período de medición, las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB.
- Continuo fluctuante: es aquel cuyo nivel sonoro fluctúa durante todo el período de medición, presenta diferencias mayores a 6dB(A) entre los valores máximos y mínimos.
- Intermitente: presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.
- Impulsivo o de impacto: son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 segundo, presenta diferencias mayores a 35dB entre los valores máximos y mínimos.

1.6.3 Ventilación

La ventilación se refiere al conjunto de tecnologías que se utilizan para neutralizar y eliminar la presencia de calor, polvo, humo, gases, condensaciones, olores, etc. en los lugares de trabajo, que puedan resultar nocivos para la salud de los trabajadores. Muchas de estas partículas disueltas en la atmósfera no pueden ser evacuadas al exterior porque pueden dañar el medio ambiente.

En esos casos, surge la necesidad de reciclar estas partículas para disminuir las emisiones nocivas al exterior, o en su caso, proceder a su recuperación para reincorporarlas al proceso productivo. Ello se consigue mediante un equipo adecuado de captación y filtración. Según sean las partículas, sus componentes y las cantidades generadas exigen soluciones técnicas específicas.

Para evitar que los vapores y humos se disipen por todo el recinto de las naves industriales se realiza la instalación de campanas adaptadas al mismo foco de producción de residuos para su total captación. El caudal procedente de la zona de captación se conduce hacia el filtro correspondiente según el producto e instalación, donde se separan las partículas del aire limpio.

Los sistemas de ventilación industrial pueden ser:

- Ventilación estática o natural: mediante la colocación de extractores estáticos situados en las cubiertas de las plantas industriales aprovechan el aire exterior para ventilar el interior de las naves industriales y funcionan por el efecto Venturi (Principio de Bernoulli)
- Ventilación dinámica o forzada: se produce mediante ventiladores extractores colocados en lugares estratégicos de las cubiertas de las plantas industriales.

Cuando la concentración de un agente nocivo en el ambiente del puesto de trabajo supere el valor límite ambiental los trabajadores tienen que utilizar los equipos de protección individual adecuados para proteger las vías respiratorias.

1.6.4 Trabajo por turnos y horarios de trabajo

Se define como trabajo por turnos al método de organización del trabajo en el cual la cuadrilla, grupo, o equipo de colaboradores se sucede en los mismos puestos de trabajo para realizar la misma labor; trabajando cada cuadrilla, grupo o equipo cierto tiempo o "turno" con el fin de que la empresa pueda mantener la actividad durante mayor tiempo que el fijado por jornada o cada trabajador.

Las principales formas de trabajo por turno son:

- Trabajos por turnos discontinuos: la empresa funciona menos de 24 horas al día, con una pausa diaria y habitualmente una pausa de fin de semana (este sistema consiste en generalmente dos turnos de trabajo y se denomina "de dos turnos").
- Trabajo por turno semi-continuo: la empresa funciona las 24 horas del día, es decir, sin pausa diaria, pero con pausas en los fines de semana.
- Trabajo por turno continuo: la empresa funciona las 24 horas del día los siete días de la semana, (sin pausa diaria ni de fin de semana, ni tampoco los días festivos o no laborables), en ellos las cuadrillas, grupos o equipos de trabajo, se pueden asignar turnos según los siguientes criterios:
 - Turnos fijos (o permanentes): cada persona perteneciente a un equipo que está permanentemente asignado a un turno dado (es de uso común en el sistema discontinuo o de dos turnos).
 - Rotación o alternancia de dos turnos: cada colaborador pretende a un equipo que alterna dos turnos de trabajo o hace una rotación entre los turnos de la mañana, de la tarde y de la noche (se utiliza en las tres formas de trabajo)

1.6.5 Seguridad en el puesto de trabajo

Uno de los objetivos de un equipo administrativo progresista es proporcionar seguridad y salud a los empleados en el lugar de trabajo. Esto requiere controlar el ambiente físico del negocio u operación. La mayor parte de las lesiones son el resultado de accidentes causados por condiciones inseguras, una acción insegura o una combinación de las dos. Las condiciones inseguras se relacionan con el entorno físico, que incluye el equipo usado y todas las condiciones físicas que rodean al lugar de trabajo.

1.7 Estudio de tiempos

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles con el fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina.

Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

Para la ejecución del estudio de tiempos se debe obtener y registrar toda la información concerniente a la operación. Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos. La información se puede agrupar como sigue:

- a) Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- b) Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina.
- c) Información que permita identificar al operario.
- d) Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

- objeto de la operación,
- diseño de la pieza,
- tolerancias y especificaciones,
- material,
- proceso de manufactura,
- preparación de herramientas y patrones,
- condiciones de trabajo,
- manejo de materiales,
- distribución de máquinas y equipos,
- principios de economía de movimientos.

1.7.1 Cronómetro

El funcionamiento usual de un cronómetro consiste en empezar a contar desde cero al pulsarse el mismo botón que lo detiene. Además puedan medirse varios tiempos con el mismo comienzo y distinto final. Para ello se congela los sucesivos tiempos con un botón distinto, normalmente con el de reinicio, mientras sigue contando en segundo plano hasta que se pulsa el botón de comienzo.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c) Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos para su realización:

1. Preparación

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

2. Ejecución

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

3. Valoración

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

4. Suplementos

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias
- Tiempo estándar
- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos
- Determinación de tiempos de interferencia
- Cálculo de tiempo estándar

1.7.2 Hoja de observaciones

Esta herramienta ayuda a documentar todas las mediciones que se realizan en cualquier proceso que se desee observar, permite medir varios parámetros importantes de un proceso que a su vez sirven de comparación con resultados históricos para determinar áreas de mejora.

1.7.3 Método de regreso a cero

Este procedimiento es el normalmente utilizado en los cronometrajes. Su aplicación exige dividir el ciclo de trabajo en los diversos elementos que lo forman, de manera tal, que la terminación de cada uno de ellos coincida con el comienzo del siguiente.

1.7.4 Ciclos de estudio

Permitirá establecer con mayor exactitud y facilidad la cantidad de observaciones que se deben hacer para obtener un resultado concreto y acertado en un estudio de tiempos y movimientos.

1.7.5 Ejecución del estudio

Esta sección proporciona un panorama general de los principales pasos para realizar el estudio de tiempos.

1.7.5.1 Calificación del desempeño

Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menos capacitado. Por lo tanto, antes de dejar la estación de trabajo cuando se está realizando un estudio de tiempos se debe dar una calificación justa e imparcial al desempeño de cada persona en el mismo. En un ciclo corto con trabajo repetitivo, es costumbre aplicar una calificación al estudio completo o una clasificación promedio para cada elemento. Por el contrario, cuando los elementos son largos y contienen diversos movimientos manuales, es más práctico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurre.

En el sistema de calificación del desempeño, el observador evalúa la efectividad del operario en términos del desempeño de un operario calificado que ejecuta el mismo elemento. El valor de la calificación se expresa como un decimalo un porcentaje y se asigna al elemento observado en la hoja diseñada para este fin. Un operario calificado se define como un operario con amplia experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso no demasiado rápido y no demasiado lento, sino representativo de uno que se puede mantener a lo largo del día.

El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio del tiempo normal (TN) que requeriría el operario calificado para realizar el mismo trabajo.

$$TN = TO \times C / 100$$

Donde C es la calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, con el 100% correspondiente al desempeño estándar de un operario calificado. Para realizar un trabajo justo al calificar, se debe ignorar la personalidad y otros factores de valoración, y solo considerar la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, comparado con la cantidad de trabajo que produciría el trabajador calificado.

1.7.5.2 Asignación de suplementos al operario

Después de calcular el tiempo normal para la realización de una tarea, debe realizarse un paso más para llegar a un estándar justo.

Este último paso es agregar un suplemento para tomar en cuenta las muchas interrupciones, demoras y disminuciones en el paso causadas por la fatiga en la tarea asignada. Por ejemplo, al planear un viaje de 1,000 millas en carretera, se sabe que no se puede hacer en 20 horas de manejo a una velocidad de 65 millas por hora. Debe agregarse un suplemento por paradas periódicas para necesidades personales, fatiga de manejo, paradas inevitables por congestionamiento de tránsito, semáforos, posibles reparaciones en los ejes viales, problemas con el vehículo, abastecimiento de combustible y otros.

Las lecturas del cronómetro en un estudio de tiempos se toman en un periodo relativamente corto. Por lo tanto, el tiempo normal no incluye las demoras inevitables, que quizá no fueron observadas ni algunos otros tiempos perdidos legítimos.

En consecuencia, se deben hacer algunos ajustes para compensar esas pérdidas, por ello la importancia del uso de estos ajustes o suplementos. Los suplementos se aplican durante los estudios a tres partes:

- a) Al tiempo del ciclo total: estos son expresados como porcentajes del mismo tiempo total, y compensan demoras como necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, y lubricación de la máquina.
- b) Solo al tiempo de la máquina: aquí se incluye el tiempo para mantenimiento de herramientas y variaciones en la energía.
- c) Solo al tiempo del esfuerzo manual: la fatiga y ciertos retrasos inevitables se consideran en este punto

Ningún operario puede mantener el paso estándar todos los minutos del día de trabajo.

El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutarla una operación se llama tiempo estándar (TS) de esa operación. Por lo común, el suplemento se da como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a 1 + suplemento:

$$TS = TN + TN \times \text{Suplemento}$$

2. ANÁLISIS ACTUAL DEL PROCESO DE EMBOTELLADO DE AGUA PURIFICADA EN GARRAFÓN

2.1. Proceso de producción actual

En la planta de producción de Bebidas Preparadas, S.A. se cuenta con tres líneas de producción, cada línea de producción se encarga básicamente de un producto específico de la empresa, para la producción de cada uno de ellos la materia prima es el agua.

El agua es sustraída de un pozo por medio de unas bombas sumergibles que se encargan de subir el agua y almacenarla en un depósito de 80 000 galones y ser desinfectada, luego de ese depósito se envía a la planta de producción, primero pasa por los filtros de arena que se encargan de retener todas las impurezas que pueda tener el agua, luego es llevada directamente a la osmosis inversa que se encarga de eliminar el resto de impurezas que pueda contener, después de esto se le da un pulido por medio de filtros de profundidad para que después pase a un tratamiento de rayos ultravioleta. Al finalizar esto se le agrega una partícula de ozono para asegurar su pureza y frescura y por último se embotella en las líneas de producción.

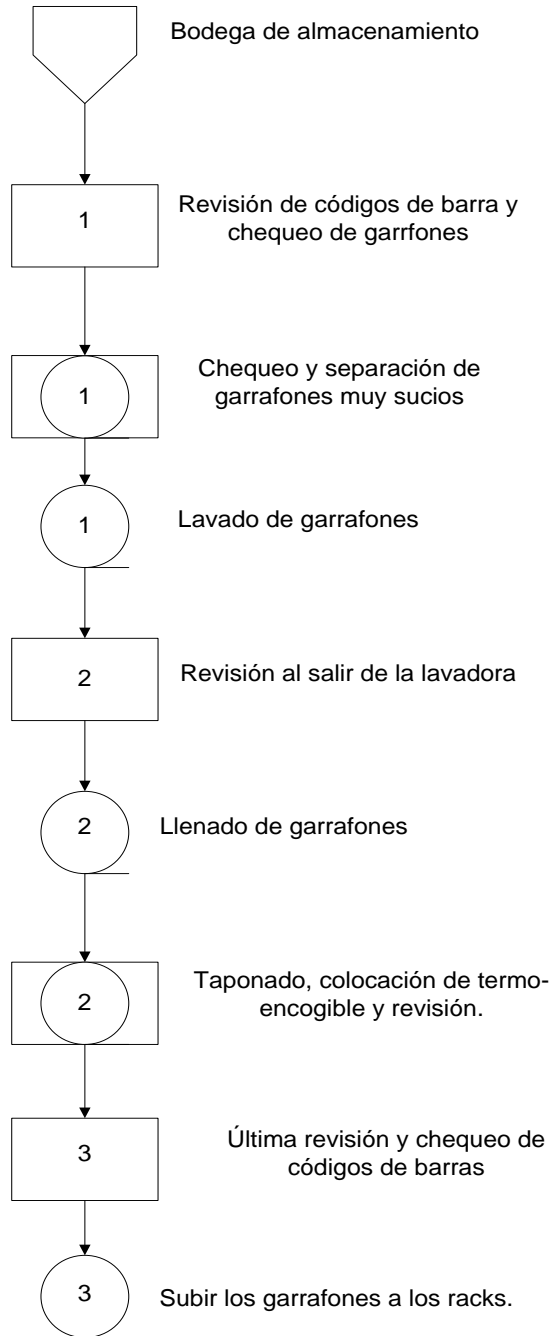
En la producción de garrafones de agua purificada se cuenta con seis auxiliares de producción, ya que son seis los puestos con los que cuenta esa línea y un operador de máquina que es el encargado de supervisar el funcionamiento de la llenadora y la taponadora, los auxiliares de producción deben rotar sus puestos cada veinte minutos (ver Figura 1 pagina 49).

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Bebidas Preparadas, S.A.
Depto: Producción
Elaborado por: Juan Pablo Filippi

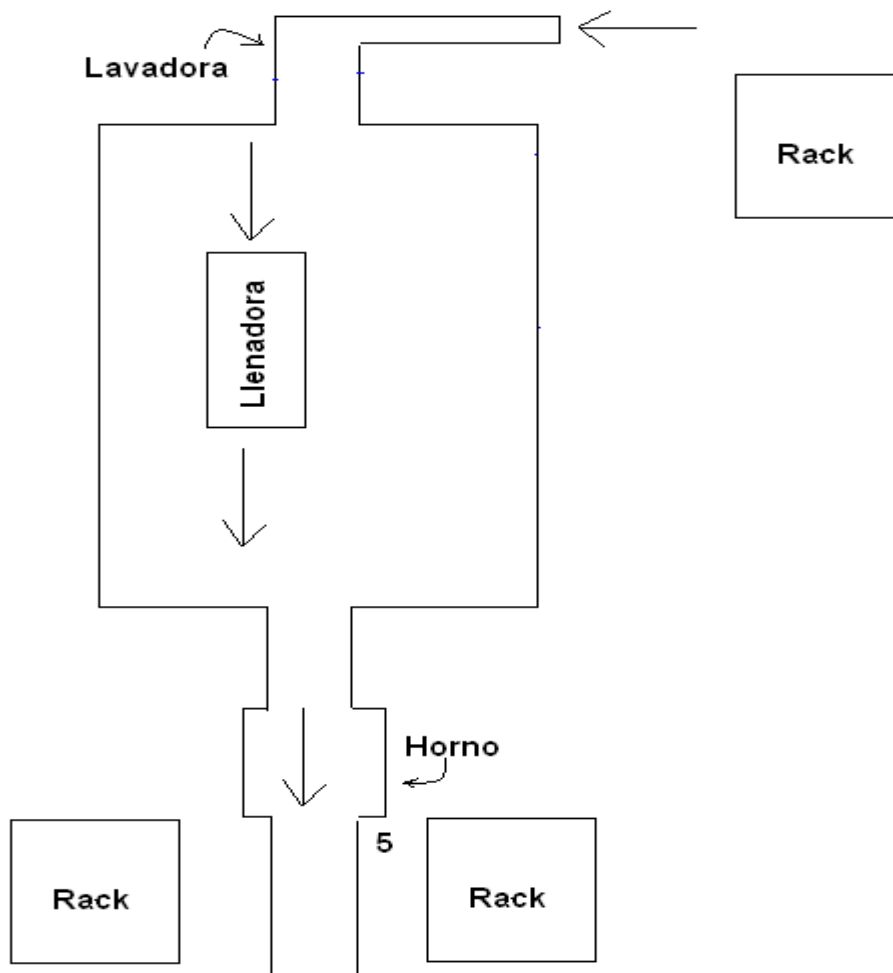
Hoja: 1 de 1
Fecha: 01/05/2010
Método: Actual



2.1.1. Distribución de la línea de producción

La línea de producción cuenta con tres máquinas especialmente diseñadas para la producción de agua purificada en garrafón. La primera es la lavadora de garrafones que remueve todas las impurezas de los garrafones antes de ser llenados, la segunda es la llenadora que puede llenar cuatro garrafones al mismo tiempo y la tercera un horno que calienta el sello de calidad que identifica el producto.

Figura 2. Distribución de la línea de producción

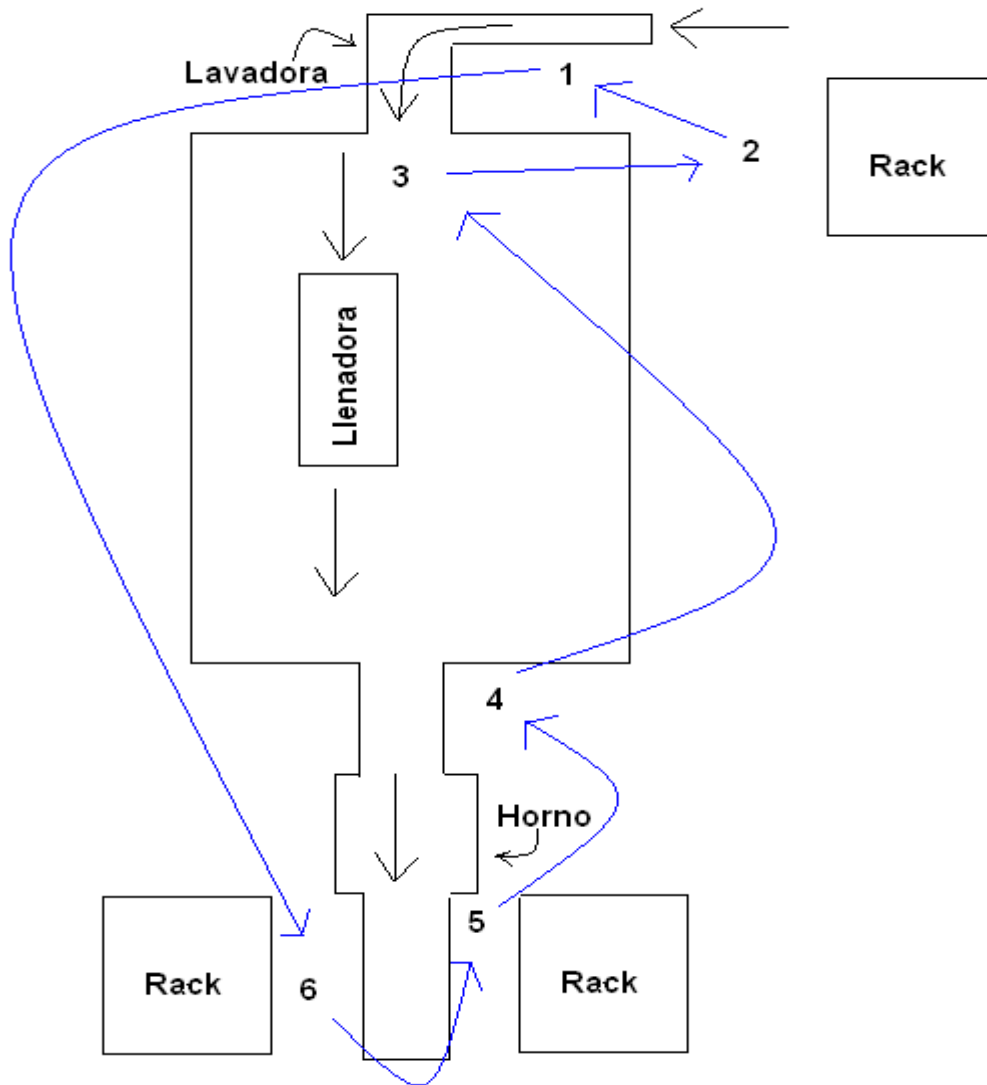


2.2. Descripción de los puestos que integran la línea de embotellado de agua purificada en garrafón

Originalmente el proceso de producción de garrafones tiene los siguientes puestos de trabajo:

1. Puesto de chequeo de garrafones: se encarga de chequear el código de los garrafones que son alimentados a la lavadora, hace una inspección leve.
2. Primera revisión: se encarga de tomar los garrafones de los *racks* y los revisa, los que estén muy sucios y no se puedan limpiar en la lavadora son apartados para el pre-lavado, los que estén bien se ingresan a la lavadora.
3. Segunda revisión: recibe los garrafones que salen de la lavadora y los revisa para que no se queden con manchas, suciedad, moho, etc. Los que no cumplan con los estándares son retirados y enviados a pre-lavado o a reciclado dependiendo de la gravedad de su estado.
4. Colocación de termo-encogible: se encarga de colocar el termo-encogible sobre el tapón del garrafón, si encuentra un garrafón defectuoso lo rechaza, luego los envía al horno para que el papel se encoja.
5. Última revisión: revisa que el termo-encogible se haya adherido perfectamente al envase y al tapón, también verifica que no esté roto el envase y si no lleva manchas o suciedad adentro, también chequea los garrafones que se van a subir a los *racks*.
6. Cargar garrafones llenos: se encarga de llenar los *racks* y de asegurar los garrafones para que no se caigan al momento de transportarlos.

Figura 3. Distribución de los puestos de trabajo



2.3. Evaluación de puestos

Actualmente, se combinan las labores de los seis operarios de estos puestos de la siguiente manera puesto 1 y 2 se alternan funciones cada 20 minutos; las parejas 3 con 4 y 5 con 6.

Después de esto 1 y 2 pasan a ocupar los lugares 3 y 4, estos últimos pasan a ocupar el 5 y 6, que a su vez pasan al inicio (1 y 2) siguiendo así hasta que todos pasen por todos los puestos las veces que necesarias en una jornada de trabajo.

2.4. Descripción del problema

Actualmente, se está teniendo problema con la insatisfacción de los clientes, ya que existen muchos reclamos porque los garrafones se encuentran sucios o gastados, esto le resta imagen al producto y da la percepción que el agua se encuentra sucia. Además se ha incrementado de forma considerable el consumo de energía eléctrica, insumos para la producción provocando que la gerencia no esté conforme con la eficiencia de la línea de producción de agua en garrafón, ya que cuando se instaló esa línea de producción se planificó un nivel de producción que en estos momentos no se está cumpliendo.

2.5. Cálculo de la eficiencia

Velocidad de la línea = 97 Garrafones/hora.

Jornada = 6:30 AM – 2:30 PM = 8 Horas

- Tiempos muertos

Tabla II. Tiempos muertos

Tiempos muertos	
Descripción	Tiempo (Min.)
Arranque	15
Baño	2
Desayuno	20
Almuerzo	40
2do. Arranque	10
Paros	5
Cambio Bobina	11
Fin Turno	10
Imprevistos	0
Sumatoria	113

Tiempo efectivo jornada = $8 - 1.8 = 6.20$ horas.

Cálculos:

Tiempo de ciclo = 0.61 minutos por unidad

Tiempo total de tarea = 3.71 minutos

Eficiencia = $3.71 / 7 \times 0.61 = 86.88\%$

Garrafones por turno = $6.20 \times 97 = 601.4 \cong 600$ Garrafones/turno X 1 rack/25

Producción = 24 racks por turno.

Eficacia = $24 \text{ racks} / 37 \text{ racks} = 64.86\%$

Esta es la eficiencia de la línea de producción actual; con este volumen de producción le es difícil al departamento cumplir con los estándares y el nivel de ventas establecido.

Productividad = Producción / Insumos

Productividad = 600 garrafones / (7 hombres) (6.2 horas)

Productividad = 13.82 garrafones / horas-hombre

2.6. Registros de la planta

Los resultados obtenidos durante el proceso productivo constituyen las bases sobre las cuales se establecen los registros futuros para proporcionar información base para la realización de cálculos, estimaciones o programaciones de producción.

2.6.1. Quejas, comentarios y sugerencias por parte de los clientes

Se ha calculado una muestra representativa de 150 encuestas (ver Apéndice 1 página 111), tomando como universo la proyección de la población del departamento de Guatemala para el 2010 según el Instituto Nacional de Estadística (INE) (Ver anexo 5 página 118), estas fueron realizadas por los promotores de ventas de agua en diferentes zonas de la ciudad de Guatemala. Para el cálculo de la muestra se tomó como universo la población objetivo:

$$n = \frac{\sigma (p q)}{e^2 (N-1) + \sigma p q}$$

Donde:

N	=	Universo
σ	=	Nivel de confianza
p	=	Probabilidad de ocurrencia
q	=	Probabilidad de no ocurrencia
e	=	Error
n	=	Muestra

Valores de sustitución:

N	=	6, 715,203
σ	=	3.8416
p	=	0.5
q	=	0.5
e	=	0.08

Desarrollo:

$$n = \frac{(3.8416) (6, 715,203) (0.5) (0.5)}{(0.08)^2 (6, 715,203-1) + (3.8416) (0.5) (0.5)}$$

$$n = 150$$

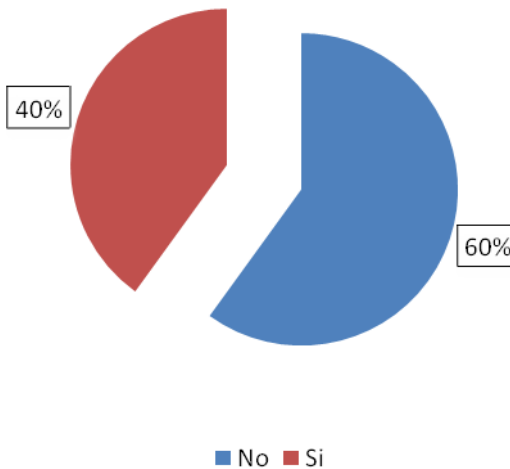
Resultados:

Pregunta 1: ¿Alguna vez ha encontrado el garrafón sucio por dentro?

Tabla III. Resultados encuesta clientes pregunta 1

Variante	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	60	40
No	90	60
Total	150	100

Figura 4. Gráfica clientes pregunta 1



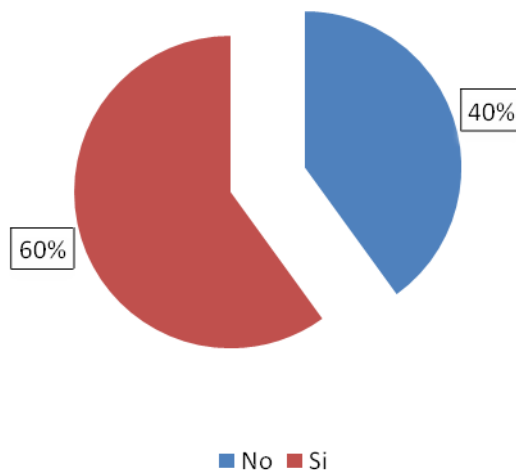
Debido al alto porcentaje de personas que han encontrado sucio el garrafón por dentro y/o por fuera es necesario implementar un método que se enfoque en la supervisión de los garrafones y así evitar este tipo de reclamos.

Pregunta 2: ¿Piensa que el precio del garrafón se justifica en la calidad del producto?

Tabla IV. Resultados encuesta clientes pregunta 2

Variante	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	90	60
No	60	40
Total	150	100

Figura 5. Gráfica clientes pregunta 2



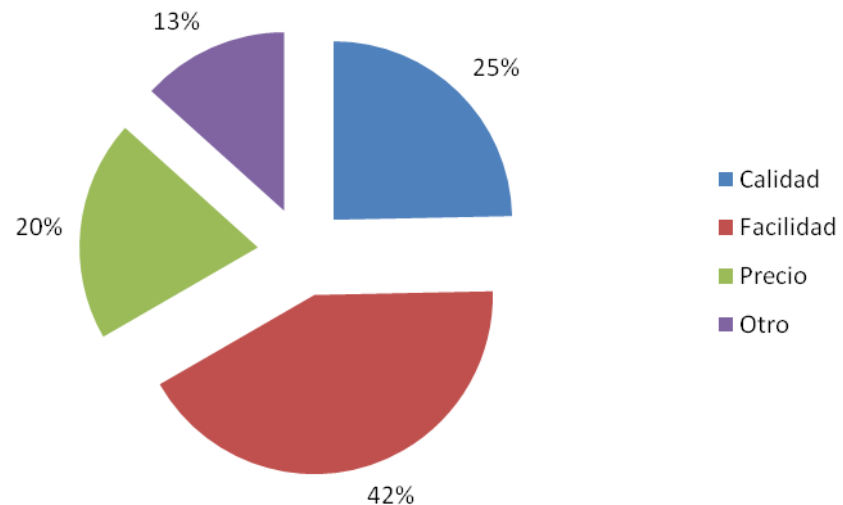
El producto que se distribuye, sin embargo, está posicionado en la mente de los consumidores como un producto de calidad, esta imagen se ha ido deteriorando debido a los problemas de supervisión que se tienen, con este nuevo método se podría prevenir la pérdida de los clientes y aumentar el grado de satisfacción que tienen hacia el producto.

Pregunta 3: ¿Por qué razón cree que vale la pena pagar el precio?

Tabla V. Resultados encuesta clientes pregunta 3

Variante	Cantidad	Porcentaje (%)
Facilidad	63	42
Calidad	37	25
Precio	30	20
Otro	20	13
Total	150	100

Figura 6. Gráfica clientes pregunta 3



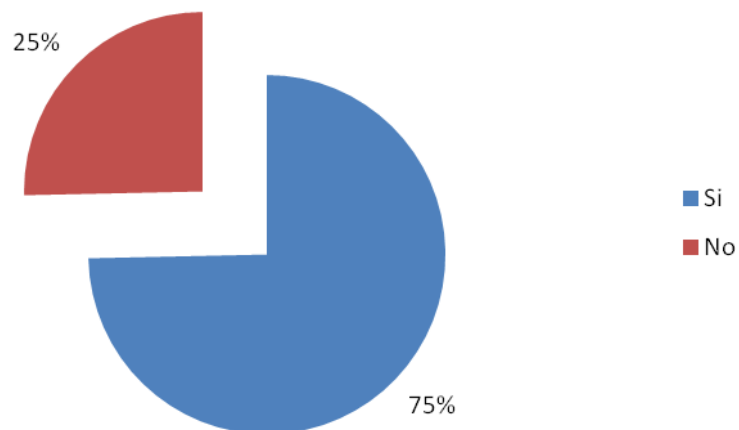
Actualmente, la razón más grande por la que los clientes consumen el producto es por las facilidades que tienen al adquirirlo. Es necesario demostrarles a los clientes la calidad con la que cuenta el producto y que el precio que tiene no se compara con la calidad del proceso que lleva.

Pregunta 4: ¿Cree que el producto que se le entrega es un producto de calidad?

Tabla VI. Resultados encuesta clientes pregunta 4

Variante	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	112	75
No	38	25
Total	150	100

Figura 7. Gráfica clientes pregunta 4



Aunque el porcentaje de personas que cree que el producto es de calidad aún hay un porcentaje considerable que no está conforme con el producto y es en ese porcentaje en el que se debe enfocar sin descuidar los clientes que ya han brindado su confianza.

2.6.2. Quejas, comentarios y sugerencias por parte de los operarios

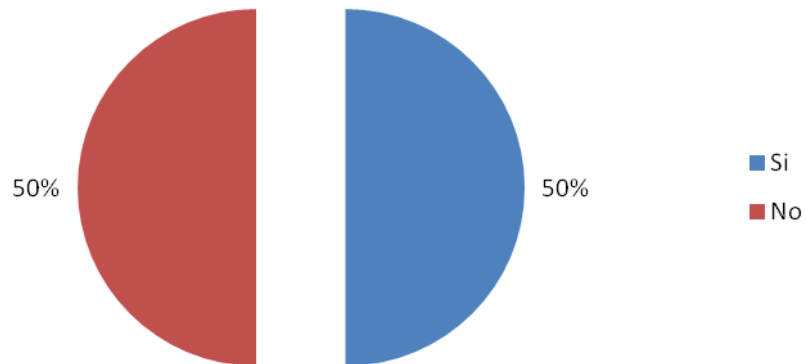
Así mismo, se ha hecho una encuesta a los operarios para saber la razón del repentino aumento en las lesiones o molestias que padecen los operarios al finalizar su jornada laboral día con día (ver apéndice 2 pagina 112). Se realizó la encuesta a los 18 operarios que trabajan en la línea, estos son los resultados:

Pregunta 1: ¿Al retirarse de su jornada de trabajo ha presentado algún dolor muscular?

Tabla VII. Resultados encuesta operarios pregunta 1

Variante	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	9	50
No	9	50
Total	18	100

Figura 8. Gráfica operarios pregunta 1



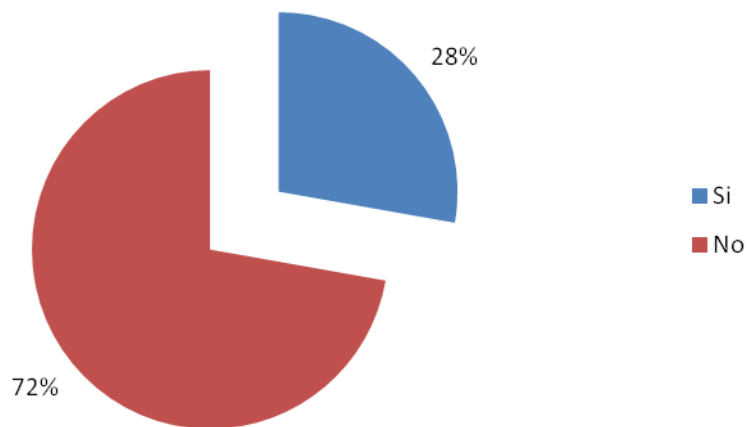
Últimamente, se ha visto un aumento en las quejas de los empleados sobre molestias musculares y problemas en la espalda, es necesario crear un sistema que no solo busque cumplir con la producción establecida sino que también se preocupe por los operarios de producción.

Pregunta 2. ¿Ha asistido a la clínica por que el dolor ha sido muy fuerte?

Tabla VIII. Resultados encuesta operarios pregunta 2

Variante	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	5	27.77
No	13	72.73
Total	18	100

Figura 9. Gráfica operarios pregunta 2



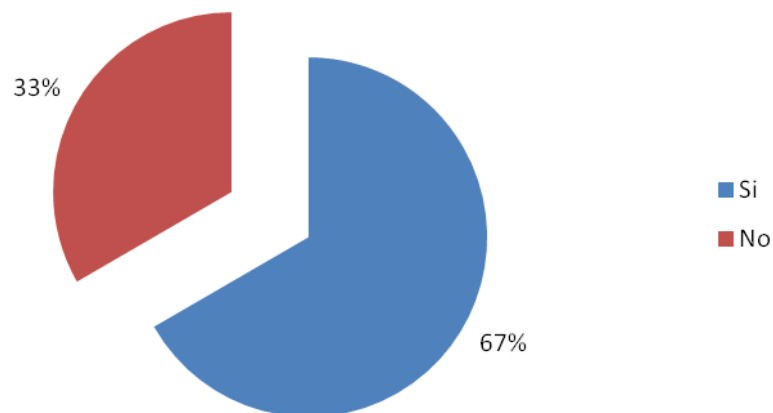
El hecho que los operarios tengan que asistir a la clínica médica a ser atendidos genera un costo adicional a la empresa, ya que se pierden turnos completos de trabajo o hasta pueden llegar a ser suspendidos, se deben revisar los procesos que ellos realizan para saber si están utilizando todo el equipo de protección personal requerido.

Pregunta 3: ¿Le parece que los cambios en la línea de producción son equitativos, es decir, todos hacen el mismo trabajo?

Tabla IX. Resultados encuesta operarios pregunta 3

Variante	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	12	67
No	6	33
Total	18	100

Figura 10. Gráfica operarios pregunta 3



Al parecer los operarios han tenido problemas con la distribución de la carga de trabajo, ya que algunos días se van más cansados que otros y eso se refleja en las dolencias musculares de las que padecen. Con un nuevo modelo de rotación se podría distribuir mejor la carga de trabajo y evitar estos problemas.

2.6.3. Demoras por parte de los operarios

A pesar de que los operarios cuentan con ciertos tiempos de descanso en su jornada normal, últimamente se ha estado perdiendo más tiempo del debido al momento de producir en esa línea; la producción ha estado disminuyendo y los empleados siguen siendo los mismos.

Las últimas encuestas reflejan que los operarios se han estado demorando, ya que por lo general están muy cansados y no pueden seguirle el ritmo a la línea de producción. Esto se debe a que no cumplen con el tiempo estipulado en cada puesto de trabajo de la rotación de puesto, lo cual hace que se cansen más rápido en un día de trabajo.

3. CREACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE PUESTOS DE TRABAJO

3.1 Estudio de tiempos

Para determinar las causas que generan el descontento de los clientes y de los trabajadores es necesario saber si las especificaciones con las que fue creada la línea de embotellado se están cumpliendo o si el producto terminado está dentro de la tolerancia de producción. Para lograr esto es necesario analizar una por una las operaciones que se llevan a cabo para producir en la línea.

3.1.1 Preparar el equipo que se va a utilizar

Para el estudio de tiempos se utilizará:

- a) Cronómetro,
- b) Hoja de observaciones para anotar todas las mediciones,
- c) Se escogerá al azar una hora de cada turno para hacer las mediciones correspondientes en cada operación utilizando el método de regreso a cero.

3.1.2 Método de regreso a cero

Se ha dividido la línea de producción en seis estaciones de trabajo, al momento de terminar una de ellas comienza inmediatamente la siguiente.

Esto facilita la utilización de este método, ya que se analizará cada una de ellas tomado su tiempo promedio y al final se sumará todos esos tiempos promedios para obtener el tiempo total de producción.

3.2 Diseño del trabajo

El diseño de trabajo se refiere a la forma en que se organiza un conjunto de tareas o un trabajo entero. El diseño de trabajo ayuda a determinar:

- ¿Qué tareas se están haciendo?,
- ¿Cómo se están haciendo las tarea?,
- ¿Cómo se hacen muchas tareas?,
- ¿En qué orden se hacen las tareas?.

Toma en cuenta todos los factores que afectan el trabajo y organiza el contenido y las tareas de manera que el trabajo completo tenga menos posibilidad de ser un riesgo para el empleado. El diseño de trabajo incluye áreas administrativas tales como:

- rotación de trabajo,
- ampliación de trabajo,
- ritmo de tarea/ máquina,
- recesos de trabajo y horas de trabajo.

Un trabajo bien diseñado estimulará una variedad de "buenas" posiciones corporales, tendrá requerimientos de fuerza razonable, requerirá una cantidad razonable de actividad mental y ayudará a promover sentimientos de logro y autoestima.

3.2.1 Estudio de movimientos

Para asegurar el nivel de producción deseado es necesario medir exactamente todos y cada uno de los movimientos que se deben realizar para terminar una unidad, en este caso se utilizará un estudio de movimientos visual para determinar con exactitud cuales son los movimientos ineficientes que se realizan y así eliminarlos y hacer más eficiente el proceso. Basados en la Figura 1 (página 49), se puede observar que los movimientos que hacen los trabajadores no son los más eficientes, ya que se cruzan entre si y dejan sus funciones desatendidas al momento de cambiar de puesto, cuando están en sus estaciones de trabajo su calidad mejora y saben perfectamente que es lo que deben hacer. Esto demuestra que el area de mejora se encuentra al momento de realizar los cambios.

3.2.2 Tolerancias y Especificaciones

Con base en el estudio de movimientos anterior hay que establecer un punto medio en el cual se pueda mantener en la misma línea los movimientos adecuados al momento del cambio y las tolerancias y especificaciones de la línea de producción para alcanzar el nivel de producción deseado con un nivel de calidad alto.

Las especificaciones que se tienen por parte de la planta son:

- Hay que producir un mínimo de 80 *racks* por día.
- No puede haber más de 5 min. en paros innecesarios por turno.
- Las unidades producidas deben cumplir con los requerimientos de calidad establecidos.

- Durante el proceso de revisión, los garrafones que no cumplen con las normas de calidad son regresados al inicio de la línea de producción. Este reproceso no puede exceder del 3% de la producción mensual.
- El desperdicio no puede sobre pasar del 2% mensual.
- Todas las demás especificaciones dependen de la configuración mecánica de las máquinas y por eso no es necesario tomarlas en cuenta.

3.2.3 Cálculo del tiempo estándar

El tiempo estándar será de mucha utilidad para establecer los parámetros principales al momento de crear la nueva propuesta, este servirá como referencia para saber si las tolerancias y las especificaciones se podrán cumplir.

Para esto se ha calculado el tiempo normal que toma fabricar una unidad.

TN = 0.62 minutos. Producir una unidad.

Suplementos = 20%

TS = TN + TN suplementos)

TS = 0.62 + 0.12

TS = 0.74 minutos

Este es el tiempo que toma producir una unidad desde que empieza la línea de producción hasta que termina ya colocado en su *rack*.

3.2.4 Establecimiento de estándares

Para que el producto cumpla con todas las normas de calidad con las que fue creado es necesario que este dentro de los siguientes estándares:

- el garrafón debe contener 5 galones de agua +/- 15ml,
- el agua debe contener como máximo 0.01% de contaminación,
- la fecha de producción y de caducidad debe ser legible en un 100%,
- el tapón debe estar colocado a presión y debe llevar el sello termo-encogible intacto para asegurar su pureza.

3.3 Creación de un nuevo sistema de puestos de trabajo

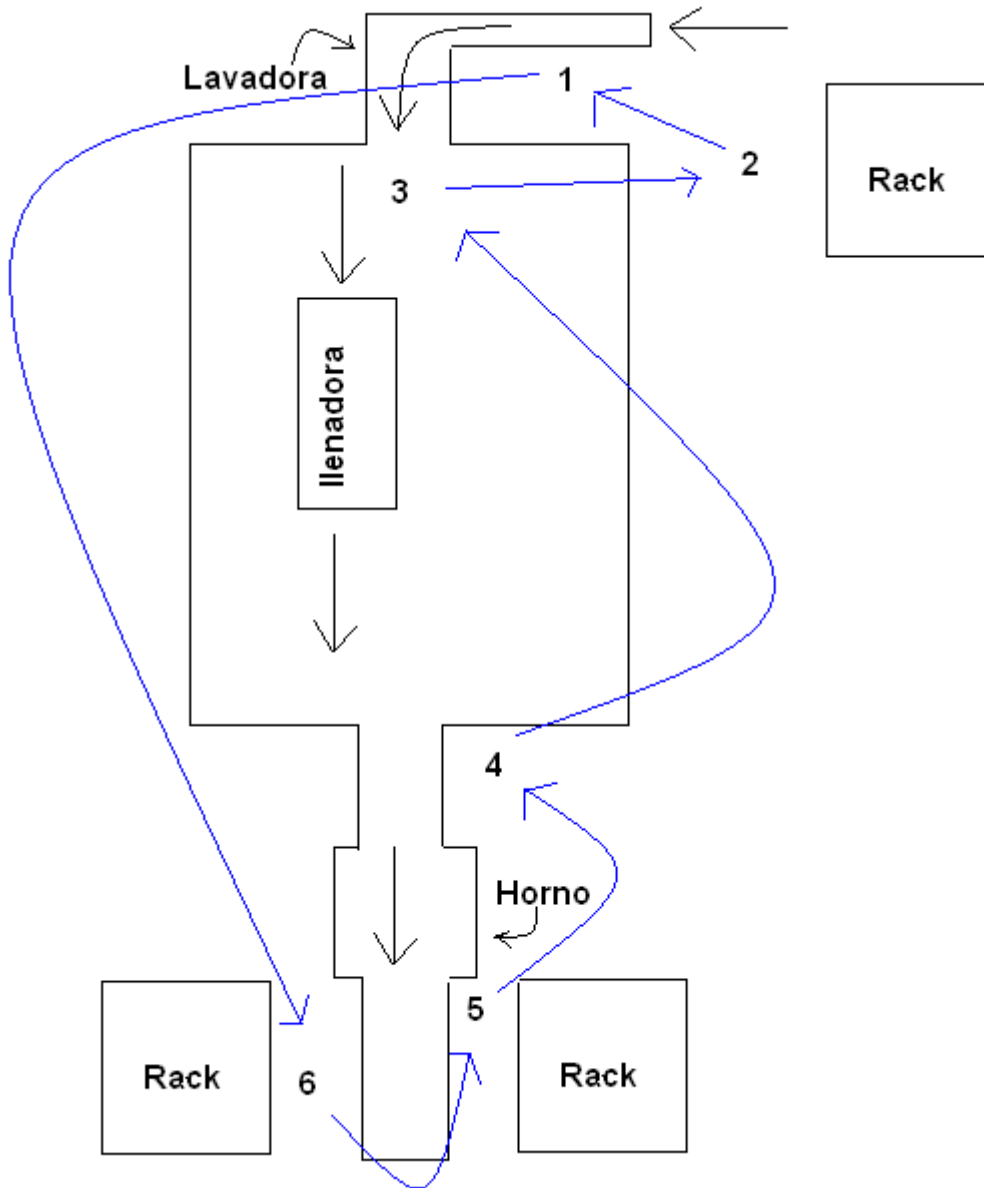
El análisis de tiempos y movimientos muestra que existe mucha pérdida de tiempo en el traslado de un puesto a otro, ya que se hacía por pareja, tornándose desordenado y poco práctico por lo que se creó la siguiente propuesta de cambio en la rotación:

Los puestos 1, 4 y 6 son los que inician la rotación ya que el puesto en si no requiere de mucha atención por parte del operario a diferencia de los puestos 2, 3 y 5 que son los puestos críticos del proceso, en ellos se fundamenta la supervisión y se asegura calidad del producto terminado, es por esto que deben permanecer en su puesto hasta que llegue su reemplazo. El puesto 1 debe de rotar hacia el puesto 6, el cual rota hacia el puesto 5, y así sucesivamente siguiendo el modelo descrito en la Figura 11 (página 72).

3.3.1 Movimiento de los operadores al momento del cambio

En esta figura se representa la forma en la cual deben realizarse los movimientos de los operarios en la rotación de puestos propuesta.

Figura 11. Propuesta de cambios



Como se observa los movimientos son individuales (no por parejas), el tiempo será el mismo (cada 20 minutos); se evitará el desorden y la pérdida de tiempo por las conversaciones de los operarios

3.3.2 Definir especificaciones de los puestos al momento de hacer el cambio mediante un manual de puesto de trabajo

Todos tienen una nueva forma de hacer su trabajo y es necesario documentar cada uno de estos pasos para así facilitar cualquier entrenamiento nuevo, cualquier cambio adicional que busque una mejora al proceso. A continuación se describen los cambios aplicados a los puestos de trabajo con sus respectivos movimientos.

Los puestos críticos del proceso son los números: 2, 3 y 5, en estos puestos se fundamenta toda la supervisión de garrafones en todo el proceso, es por eso que estos puestos no pueden quedar descubiertos cuando hay cambio de puesto, quienes los ocupen deben esperar ahí hasta que llegue su relevo. Los puestos números 1, 4 y 6 son los puestos que inician la rotación y lo deben hacer lo más rápido posible para evitar complicaciones en el proceso.

A continuación, se presenta el manual de los puestos de trabajo que conforman la línea de producción.

AUXILIAR DE OPERACIÓN 1

1. Identificación del puesto

Corporación: Bebidas Preparadas, S.A.

Nombre del puesto funcional: Auxiliar de operación 1

2. Objetivo principal del puesto

Función principal
Chequear el código de los garrafones que son alimentados a la lavadora.

3. Descripción de tareas del puesto funcional

Función específica	Frecuencia
Revisar los garrafones, no deben llevar impurezas.	Siempre
Separar los garrafones que estén demasiado sucios y que la lavadora no pueda limpiar.	Siempre
Chequear que el código de barras de los garrafones estén en buen estado.	Siempre
Rotar hacia el puesto 6.	Cada 20 minutos

AUXILIAR DE OPERACIÓN 2

1. Identificación del puesto

Corporación: Bebidas Preparadas, S.A.

Nombre del puesto funcional: Auxiliar de operación 2

2. Objetivo principal del puesto

Función principal
Revisión de garrafones e ingresarlos a la lavadora.

3. Descripción de tareas del puesto funcional

Función específica	Frecuencia
Revisar los garrafones, no deben llevar impurezas.	Siempre
Separar los garrafones que estén demasiado sucios y que la lavadora no pueda limpiar.	Siempre
Rotar hacia el puesto 1.	Cada 20 minutos

AUXILIAR DE OPERACIÓN 3

1. Identificación del puesto

Corporación: Bebidas Preparadas, S.A.

Nombre del puesto funcional: Auxiliar de operación 3

2. Objetivo principal del puesto

Función principal
Recibir los garrafones que salen de la lavadora y revisar para que no se queden con manchas, suciedad, moho.

3. Descripción de tareas del puesto funcional

Función específica	Frecuencia
Revisar los garrafones, no deben llevar impurezas.	Siempre
Separar los garrafones que estén demasiado sucios y que la lavadora no pueda limpiar.	Siempre
Separar los garrafones que se puedan pre-lavar y los que tengan que ser reciclados.	Siempre
Rotar hacia el puesto 2.	Cada 20 minutos

AUXILIAR DE OPERACIÓN 4

1. Identificación del puesto

Corporación: Bebidas Preparadas, S.A.

Nombre del puesto funcional: Auxiliar de operación 4

2. Objetivo principal del puesto

Función principal
Colocar el termo-encogible sobre el tapón del garrafón

3. Descripción de tareas del puesto funcional

Función específica	Frecuencia
Revisar los garrafones, no deben llevar impurezas.	Siempre
Separar los garrafones que estén demasiado sucios y que la lavadora no pueda limpiar.	Siempre
Separar los garrafones que se puedan pre-lavar y los que tengan que ser reciclados.	Siempre
Rotar hacia el puesto 3.	Cada 20 minutos

AUXILIAR DE OPERACIÓN 5

1. Identificación del puesto

Corporación: Bebidas Preparadas, S.A.

Nombre del puesto funcional: Auxiliar de operación 5

2. Objetivo principal del puesto

Función principal
Revisar que el termo-encogible se haya adherido perfectamente al envase y al tapón

3. Descripción de tareas del puesto funcional

Función específica	Frecuencia
Revisar que los garrafones no estén rotos.	Siempre
Separar los garrafones que estén rotos para reciclaje.	Siempre
Revisar el código de barras de los garrafones que se van a cargar a los <i>racks</i> .	Siempre
Rotar hacia el puesto 4.	Cada 20 minutos

AUXILIAR DE OPERACIÓN 6

1. Identificación del puesto

Corporación: Bebidas Preparadas, S.A.

Nombre del puesto funcional: Auxiliar de operación 6

2. Objetivo principal del puesto

Función principal
Llenar los <i>racks</i> y asegurar los garrafones para que no se caigan.

3. Descripción de tareas del puesto funcional

Función específica	Frecuencia
Revisar que los garrafones no estén rotos.	Siempre
Separar los garrafones que estén rotos para reciclaje.	Siempre
Rotar hacia el puesto 5.	Cada 20 minutos

3.4 Costos de implementación de la propuesta

Un modelo de costos es un método para analizar y explicar el entorno de los costos desde una vista simplificada de la realidad que puede ser representada de forma verbal, matemática, gráfica o tabular. Para llevar a cabo la representación de un modelo de costos se debe tener varios conceptos de costos claro como por ejemplo:

- Costos fijos son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables ante esos cambios.
- Costo variable es aquel que se modifica de acuerdo con variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad), se trate tanto de bienes como de servicios.

3.4.1. Costos de los materiales y mano de obra a utilizar en la creación del nuevo sistema de puestos

Para el cálculo de los costos de implementación de la nueva propuesta no se toma en cuenta la mano de obra, ya que se cuenta con el mismo personal la única diferencia es que tendrán una nueva forma de hacer las cosas.

El único costo que se tendría que tomar en cuenta serían las capacitaciones que se les dio a los supervisores y a los operadores, para esto se toma el salario que devenga cada uno de ellos por hora y se multiplica por el total de horas en capacitación:

Total de horas en capacitación: 10 horas

Supervisores: Q20.00/hora

Operadores: Q8.00/hora

Tomando en cuenta que hay tres supervisores y 18 operadores, en los tres turnos el costo total es de:

Costo total: 3 supervisores (Q20/hora)(5 horas) + 18 operadores (Q8.00/hora)(5 horas)

Costo total: Q300.00 + Q720

Costo total: Q1, 200.00 de capacitación para la nueva propuesta.

3.4.2. Costo de producción

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. A continuación, se presentan los costos de producción que afectan esta línea de producción:

3.4.2.1. Materia prima

La materia prima para la elaboración de 36,000 garrafones de agua mensuales, luego de todos los procesos químicos de purificación por los que pasa la unidad producida tiene un costo de Q0.22 por unidad producida.

Tabla X. Costos de materia prima

Rubro	Mensualidad (Q)	Costo
Proceso de purificación	2,000	0.055
Luz (bomba)	3,500	0.097
Mantenimiento	1,000	0.027
Mano de obra (0.5 operario)	1,500	0.042
Total	8,000	0.222

3.4.2.2. Mano de obra

La mano de obra con la que se cuenta para el embotellamiento de 36,000 garrafones de agua mensuales es: un gerente de producción, un gerente de calidad, tres supervisores de producción, 18 operarios, tres operarios de montacargas y un gerente de mantenimiento al distribuir estos costos entre todas las unidades producidas da un costo de Q3.30 por unidad producida.

Tabla XI. Costos de mano de obra

Rubro	No. de empleados	Pago mensual (Q)	Total mensual (Q)	Costo unitario (Q)
Gerente de producción	1	15,000	15,000	0.416
Gerente de calidad	1	8,000	8,000	0.222
Gerente de mantenimiento	1	6,000	6,000	0.166
Supervisor	3	5,000	15,000	0.416
Operario montacargas	3	4,000	12,000	0.333
Operario línea	18	3,500	6,300	1.750
Total			113,000	3.305

3.4.2.3. Gastos de fabricación

Los gastos de fabricación para producir 36,000 garrafones de agua mensuales son: electricidad, empaque, sellos de seguridad, gas propano de los vehículos, mantenimiento montacargas e insumos lavadora, al distribuir estos costos entre todas las unidades producidas da un costo de Q3.88 por unidad producida.

Tabla XII. Gastos de fabricación

Rubro	Pago mensual (Q)	Utilización mensual	Total mensual (Q)	Costo unitario (Q)
Electricidad	25,000	1	25,000	0.694
Empaque	0.25	36,000	9,000	0.25
Sellos de seguridad	0.25	36,000	9,000	0.25
Gas propano (montacargas)	460	200	92,000	2.555
Mantenimiento montacargas	2000	1	2,000	0.055
Insumos lavadora	3000	1	3,000	0.083
Total			140,000	3.888

3.4.2.4. Costo de producción por unidad

De acuerdo a los resultados obtenidos en los incisos anteriores se puede determinar el costo de producción de un garrafón de agua:

Tabla XIII. Costo por unidad

Rubro	Costo (Q)
Materia prima	0.22
Mano de obra	3.30
Gastos de fabricación.	3.88
Costo total por unidad	7.41

4. IMPLANTACIÓN DEL NUEVO MODELO

4.1 Sensibilización de los operarios

Esta parte es muy importante para que el nuevo modelo funcione, ya que los operarios tienden a rechazar cualquier cambio que altere el orden que se ha establecido previamente. Ellos lo ven como una pérdida de tiempo que afecta su desempeño en el trabajo o solamente no están de acuerdo con hacer las cosas de una manera distinta.

Es muy importante en este punto el liderazgo con el que cuentan los supervisores y el gerente de producción, ya que son ellos los que deberán motivar y alentar a los operadores a hacer mejor las cosas, de una manera convincente resaltando las cosas positivas que se tienen al momento de hacer las cosas de una manera distinta.

Para esto se cuenta con pláticas motivacionales por una semana en la que se presentan los resultados obtenidos, resaltando la necesidad de hacer mejor las cosas y mejorar esos resultados.

4.2 Capacitación de los supervisores

Existen varios métodos de capacitación y desarrollo, pero es importante saber que cualquiera de estos puede utilizarse tanto para capacitación como para desarrollo. Al momento de la selección de una técnica se deben considerar varios factores. Ninguna técnica es ideal, el mejor método depende de:

- la efectividad respecto al costo,
- contenido deseado del programa,
- preferencias y capacidad de las personas que recibirán el curso,
- idoneidad de las instalaciones con que se cuenta,
- principios de aprendizaje a emplear.

El papel del supervisor es muy importante ya que son ellos los que estarán encargados de velar por que el nuevo modelo se lleve a cabo sin ningún problema, es muy importante que los supervisores entiendan a la perfección este nuevo método de rotación ya que se esperan resultados de parte de la gerencia.

La evaluación de los resultados permite medir el cumplimiento de los objetivos fijados. La evaluación brinda información sobre:

- la calidad del diseño de la organización y del desarrollo del curso,
- cumplimiento de las expectativas de los participantes,
- grado de conocimientos adquiridos, incremento en el nivel de actividades y/o generación de cambios de conductas y actitudes.

Por esto se ha elaborado una hoja electrónica en Excel para la supervisión de este nuevo método en la que es muy fácil llevar el control de todos los cambios que se realizan en la jornada de trabajo, para comparar fácilmente los resultados obtenidos con los resultados históricos de la planta y conocer si el método esta cumpliendo con su objetivo (ver Anexo 2 página 115).

4.3 Registros y mediciones del rendimiento de la línea de producción

Los registros de producción básicamente se constituyeron a partir de una serie de registros tomando datos que permiten conocer los resultados de la línea de producción, el desperdicio que se tiene y la cantidad de materia prima que se utiliza.

La importancia de tener datos de registros de producción, radica en conocer aspectos del nivel de producción que se tienen en la planta, cumplimiento de tolerancias y estándares y así también determinar el flujo no deseado de reproceso y desperdicio y a su vez tratar de disminuirlo o eliminarlo.

4.3.1 Cantidad de desperdicio y reproceso

Aprovechando las mediciones que realiza el Departamento de Calidad quincenalmente, tomando en cuenta las tolerancias y especificaciones que fueron establecidas antes de crear este nuevo sistema, se espera que al comparar los resultados históricos de producción de los últimos 6 meses con los datos obtenidos de las mediciones finales se produzca una reducción en el nivel de reproceso mensual de un 2% a un 1.5% (meta fijada al momento de crear el nuevo modelo por parte de Gerencia).

Esto probaría que un cambio en la rutina diaria de los operarios puede causar grandes efectos en el rendimiento de una línea de producción de un producto, ya que los operarios estarán más atentos a su trabajo, se tendrá un control más grande sobre las unidades que serán enviadas a reproceso.

4.3.2 Cantidad de producto terminado

Luego de establecer los estándares y hacer las mediciones de tiempos y compararlos con los datos históricos de producción, se observa que el nivel de producción no ha disminuido, se sigue produciendo a la misma tasa. Anteriormente, se producían 24 *racks* por turno (registros anteriores de la planta) y ahora se espera una producción de 27 *racks* después del nuevo modelo de rotación.

Producción = 27 *racks* por turno = 675 garrafrones por turno.

Productividad = 675 garrafrones / (7 hombres) (6.20 horas)

Productividad = 15.55 garrafrones / horas-hombre

4.4 Registros y mediciones del rendimiento de los operarios

Una buena evaluación de las necesidades de capacitación conduce a la determinación de objetivos de capacitación y desarrollo, así mismo establece registros del rendimiento de los empleados. Los registros principales son:

- productividad: la instrucción puede ayudarle a los empleados a incrementar el rendimiento en sus puestos actuales.
- calidad: contribuyen a elevar la calidad de la producción de la fuerza de trabajo.
- plantación de los Recursos Humanos: puede ayudar a la organización y a las necesidades futuras del personal.

- salud y seguridad: la salud mental y la seguridad física del empleado suelen estar directamente relacionados con los esfuerzos de capacitación y desarrollo de una organización. Ayudan a prevenir accidentes industriales y crear un ambiente estable.

4.4.1 Encuestas

Las encuestas ayudarán a obtener la información necesaria para tomar decisiones. Se debe considerar cinco aspectos críticos:

1. La elaboración adecuada del cuestionario.
2. La selección cuidadosa de la muestra.
3. La elección correcta del tipo de encuesta que se va a utilizar para llegar a la muestra seleccionada.
4. La explotación al máximo de las ventajas que ofrece el método de encuesta.
5. La anticipación a las desventajas de este método para reducir al mínimo su impacto negativo.

Finalmente, cabe señalar que la buena interpretación de los datos obtenidos, su transformación en información y la posterior toma de decisiones más adecuadas, harán que las encuestas sean una valiosa herramienta que ayudara a llevar un registro de la eficiencia de cada empleado, cual es su punto de vista, que le parece el nuevo modelo, como hace el la rotación, molestias musculares, facilidades del proceso y sugerencias (ver Apéndice 3 página 113).

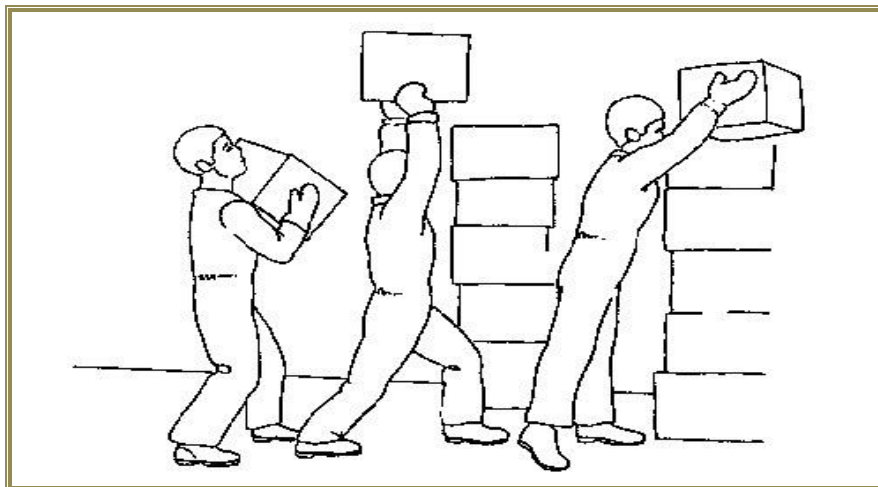
4.4.2 Quejas

Los resultados anteriores indicaban que se tenían varias quejas por parte de los operarios con respecto a la carga de trabajo que se manejaba, tenían molestias musculares, padecían de cansancio, el trabajo les parecía monótono y no estaban motivados.

Junto con la implementación de este nuevo modelo se piensa en una capacitación del procedimiento correcto de levantamiento de cargas, Según la OIT (Organización Internacional del trabajo) se debe realizar de la siguiente forma:

El objeto debe levantarse cerca del cuerpo, pues de otro modo los músculos de la espalda y los ligamentos están sometidos a tensión, y aumenta la presión de los discos intervertebrales. Deben tensarse los músculos del estómago y de la espalda, de manera que ésta permanezca en la misma posición durante toda la operación de levantamiento.

Figura 12. Levantamiento por encima de los hombros



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml>

4.5 Análisis de resultados

Con la puesta en marcha del nuevo modelo de rotación de puestos de trabajo se espera obtener los siguientes resultados:

- disminución del reproceso en 0.5%,
- aumento en la productividad en 0.09 con el nuevo modelo,
- un aumento en el nivel de producción en 4 *racks* por turno,
- capacitar a los operarios para que utilicen responsablemente el equipo de protección personal y también para que completen su trabajo de una forma segura sin lastimarse,
- reducir el número de lesionados en la planta de producción.

Para asegurar que todos estos resultados se cumplan a largo plazo se piensa crear un plan de seguimiento que permita identificar cualquier falla en el proceso para poder establecer las acciones correctivas que sean necesarias, esto se describe en el capítulo 6.

5. DIAGNÓSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Evaluación inicial de impactos ambientales con el sistema propuesto de puestos de trabajo

La evaluación de los impactos ambientales en la empresa resume el valor ambiental que tienen las distintas actividades que se realizarán para la implementación del nuevo modelo de puestos de trabajo y el mecanismo de rotación.

5.1.1. Ruido

La capacidad audible del ser humano es de 0 a 110 decibeles y se recomienda que las personas no estén sometidas a 80 decibeles por más de 8 horas para que no se presenten problemas de estrés, según la OIT (Organización Internacional del Trabajo). Actualmente, los operarios están sometidos a 60 decibeles en una jornada de trabajo.

5.1.2. Limpieza de utensilios y herramientas

Las herramientas con las que se trabaja dentro de la planta son esponjas de mano, guantes de látex, jaladores de agua, escobas y palas de plástico, así mismo se utiliza una mezcla de jabón y cloro para lavar estos utensilios justo al momento de terminar de utilizarlos.

5.1.3. Limpieza de vehículos

Los vehículos que se utilizan dentro de la planta de producción son montacargas que funcionan a base de gas propano. Estos vehículos reciben mantenimiento una vez al mes, por parte de una empresa externa y tienen un área especial designada fuera de la planta de producción; así mismo cada semana, los operarios los lavan en esa misma área.

5.1.4. Uso de energía eléctrica

La iluminación de la planta de producción fue diseñada por el método de cavidad zonal que es el recomendado por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IES). Este método asume que cada local esta constituido por 3 diferentes zonas o cavidades y cada una de estas zonas tienen un efecto diferente en cada una de las otras para producir iluminación uniforme. Según el cálculo realizado cuando se creó la planta de producción se obtienen los siguientes resultados:

Número de lámparas para toda la planta

$$NL = \frac{324538.26 \text{lumenes}}{32000 \text{lumenes/lámpara}} = 10.14 \text{lámparas}$$

Son 10 lámparas en total que están distribuidas 5 a lo largo y 5 a lo ancho para iluminar toda el area de producción. Para efecto de este proyecto sólo se enfocara en 4 lámparas que son las que afectan directamente la línea de producción que se analiza.

5.1.5. Desechos

Los desechos que se manejan dentro de la planta son: botellas y tapones plásticos, producto terminado (agua purificada), bolsas plásticas y agua con jabón y cloro que se utiliza para lavar los garrafones sucios. Todos estos desechos se manejan con especial cuidado. Se cuenta con recipientes especiales para este tipo de desechos y hay momentos especiales durante el día para limpiarlos, sin embargo no se cuenta con un plan de reciclaje apropiado para evitar desechar artículos que aun se pueden re-usar.

5.2. Plan de mitigación para minimizar los impactos ambientales

Aún cuando se tienen consideraciones ambientales incorporadas al proyecto, es necesario identificar y valorar los efectos que no se eliminan o atenúan con estas consideraciones ambientales previstas en el diseño. Esta evaluación de impactos ambientales implica posteriormente la proposición de las medidas más pertinentes para asegurar la inserción de la variable ambiental en el área de implantación y/o de influencia del mismo.

5.2.1. Utilización de equipo de protección personal

Se ha establecido una serie de implementos que deben utilizar los operarios para evitar lesiones durante el proceso y así mismo asegurar la calidad del producto:

1. Tapones para los oídos: deben ser utilizados por todos los operarios que entren a la planta de producción, no importa el tiempo que permanezcan dentro de ella.

2. Mascarilla: cualquier operario que ingrese a la cámara de llenado debe utilizar una mascarilla, ya que el nivel de ozono que se respira puede causar daños al operario.
3. Redecilla: se debe ingresar a la planta de producción con redecilla para evitar que se contamine el producto.
4. Guantes de látex: si es necesario tener contacto con el producto en proceso deberá utilizar los guantes de latex para evitar contaminación.
5. Cinturón de fuerza: por seguridad el operario que cargue los garrafones ya terminados debe utilizar el cinturón para evitar lesiones a la columna vertebral.

5.2.2. Planta de tratamiento de agua

Actualmente, se cuenta con una planta de tratamiento de agua para toda la compañía aunque no toda el agua que se desecha es enviada a la planta por los químicos con los que es tratada; se busca mejorar el proceso que se tiene para que toda el agua pueda ser enviada a la planta de tratamiento, ya que el agua desmineralizada no es enviada ahí por las propiedades que pierde y al llegar a la planta puede contaminar el agua que se está tratando.

Es por esto que el Departamento de Control de Calidad está trabajando en nuevas formas de tratar el agua para que el agua desmineralizada que se tira en los desagües se pueda reutilizar en la planta de tratamiento de aguas.

5.2.3. Plan de racionalización de la electricidad

La electricidad presenta uno de los gastos más elevados de toda la planta de producción. Genera un gran impacto al medio ambiente cuando todos los reflectores están encendidos al mismo tiempo aunque no sean necesarios. Los estudios muestran que uno de los reflectores que se utiliza en la planta de producción genera la misma cantidad de calor que 5 bombillas incandescentes de 100 watts, y la planta cuenta con 10 reflectores que cubren las tres líneas de producción con las que se cuenta.

Con los datos anteriores se sugiera utilizar solo los reflectores necesarios al momento de producir. Al encender cada uno de los reflectores se tardan de 5 a 10 min en encenderse, cada supervisor se encargará de llegar 10 min antes de su hora establecida de trabajo para asegurarse que los reflectores se enciendan correctamente y no se tengan que quedar encendidos desde el turno anterior, de igual manera serán los encargados de velar porque no hayan reflectores encendidos si no son necesarios.

Este plan también incluye que en horas de la noche solo pueden estar encendidas 4 de los 10 reflectores con los que se cuenta en la planta de producción, ya que no todas las líneas producen de noche y con 4 reflectores se ilumina perfectamente el área en la que se está trabajando. Se recomienda la sectorización del alumbrado por línea de producción, para utilizar sólo los reflectores necesarios para producir.

Actualmente, se utilizan bombillas Metalarc de 400W, ofrecen gran cantidad de luz y buena reproducción cromática además tienen una vida útil prolongada (20,000 horas Aprox.). Por sus bajos costos de mantenimiento son ideales para la industria.

5.2.4. Plan de reciclaje de desechos

El plan de reciclaje de los desechos se basa en dos pasos:

1. Crear una cultura de reciclaje en todos los trabajadores, para ello es necesario hacer conciencia en los trabajadores para que cuiden y protejan los recursos que se utilizan en la compañía y lo puedan aplicar no solo dentro de la compañía sino también en su vida fuera del trabajo.
2. Reciclar lo más que se pueda los envases plásticos, tapones de garrafones y botellas, para esto se contará con recipientes especiales identificados con colores uno para el plástico, otro para el papel y el último para el vidrio, estos productos se llevarán a una planta de reciclaje para su venta y así recuperar una parte del porcentaje que se esta re-produciendo. El agua se manejará de acuerdo con la planta de tratamiento de agua con que cuenta la compañía.

6. SEGUIMIENTO

6.1 Beneficios del nuevo sistema de cambios

Con las propuestas se pretende alcanzar lo siguiente:

- mejorar las condiciones de trabajo de los operadores,
- las cargas de trabajo serán distribuidas de igual manera para todos,
- disminuir las quejas en un 30 por ciento por parte de los clientes,
- el nivel de producción se mantendrá constante para mantener y aumentar la calidad del producto.

Se pretende también que la planta sea amigable al medio ambiente y la salud de los operadores se cuide más que antes. Además, junto con los cambios que se sugirieron, pensando en el medio ambiente, se logre darle una mejor reutilización a los recursos no renovables con los que se trabajaba.

Entre los beneficios principales que proporciona este modelo se tienen:

- reduce el aburrimiento y el estrés,
- incrementa la innovación,
- incrementa la libertad temporal de las actividades de cada operador,
- reduce los desórdenes traumáticos acumulativos,
- incrementa la producción,
- reduce el absentismo y reduce la rotación (abandono) de personal.

- permite a la empresa adquirir un mayor conocimiento sobre las capacidades de sus empleados al observar su rendimiento en diversos puestos.

6.2 Auditorias internas

La auditoría interna debe funcionar como una actividad para agregar valor y mejorar las operaciones de la empresa, contribuir al cumplimiento de objetivos y metas, aportando un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la eficacia de los procesos, así como el control y dirección.

Se busca asistir a los miembros de la organización, descargándoles de sus responsabilidades de forma efectiva. Este fin les proporciona análisis, valoraciones, recomendaciones, consejos e información concerniente a las actividades revisadas, logrando comprobar el cumplimiento de los sistemas de control interno en vigor y sus adecuaciones autorizadas, así como de aquellos que por las características propias de la entidad haya sido necesario establecer, determinando su calidad, eficiencia y fiabilidad, así como la observancia de los principios generales en que se fundamentan.

Promover confiabilidad al ambiente y estructura de control interno a través de recomendaciones, ayudar para que los sistemas produzcan información oportuna, útil y confiable, implantar que las operaciones realizadas, sean dentro de la oportunidad del caso, identificando los riesgos y agregando valor a las mismas y promover y motivar para que las políticas y procedimientos, se lleven a la práctica como fueron previstos.

El alcance comprende el examen y valoración de lo adecuado y efectivo de los sistemas de control interno de una organización, y de la calidad de la ejecución al llevar a cabo las responsabilidades asignadas.

El Departamento de Calidad realiza auditorías semanales dentro de la planta de producción para asegurarse de que se cumpla con todos los estándares de calidad y las normas que rigen la producción de agua purificada.

Se ha logrado que dentro de los parámetros que califican semanalmente se pueda también tomar en cuenta el cumplimiento del nuevo modelo de rotación para asegurar que se esté cumpliendo a cabalidad, para ello se ha diseñado una hoja electrónica (ver anexo 2 página 113) que facilite esta auditoría y se enfoque en los parámetros necesarios. En el siguiente inciso se detalla la hoja de evaluación.

6.3 Creación de una hoja electrónica

La hoja electrónica de control sirve para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos.

Su propósito es reflejar los datos con claridad, objetivamente. La hoja electrónica de control tiene varias funciones, siendo la principal, la fácil recopilación de datos. Los objetivos más importantes de la hoja de control son:

- a) investigar el proceso de producción,
- b) identificar los artículos defectuosos de la línea de producción,
- c) localización de defectos en el proceso de producción,
- d) causas de efectos negativos en el proceso de producción.

Una secuencia de pasos que se utilizó para la creación de esta hoja de control es la siguiente:

1. Identificar el elemento de seguimiento.
2. Definir el alcance de los datos a recoger.
3. Fijar la periodicidad de los datos a recolectar.
4. Diseñar el formato de la hoja de recogida de datos, de acuerdo con la cantidad de información a recoger, dejando un espacio para totalizar los datos, que permita conocer: las fechas de inicio y finalización, las probables interrupciones, la persona que recoge la información.

Esta hoja electrónica busca dejar un registro completo de todos los movimientos que se realizan dentro de la planta de producción en un turno normal de trabajo. Con esta hoja electrónica se puede identificar si en algún momento dado se ha perdido la secuencia del nuevo modelo, por qué se perdió; esto ayudará a corregirla antes que cause cualquier problema grave (ver Anexo 2 página 113).

6.4 Comparar reclamos mensuales actuales con los anteriores

Ya con los resultados de las encuestas anteriores y el nuevo modelo funcionando correctamente, se espera hacer una comparación y que los resultados reflejen un cambio en la percepción del cliente hacia la calidad del producto y que esté satisfecho con el producto que consume diariamente.

6.5 Diseño de ficha de seguimiento

Para hacer un seguimiento de alto nivel a este proyecto se requieren dos instancias:

1. Las definiciones que deben estar claras y documentadas al inicio del proyecto: alcance del proyecto, un costeo detallado del proyecto, fijar la frecuencia y forma en que se informará el avance.
2. En la ejecución del proyecto se compara el avance actual con el planificado, esto puede ser en forma de porcentaje, tomando en cuenta una lista de desvíos y re-planificaciones, con sus causas, sus costos, y posibles soluciones y por último, establecer cuál debería ser el próximo avance.

Una ficha de seguimiento permitirá establecer con exactitud en qué fecha se utilizó el cambio por primera vez, si se ha hecho en el tiempo establecido los movimientos que se realizan, cuánto tiempo se tardan en rotar de puesto, cuánto tiempo dura la rotación. Con esto se busca identificar cualquier falla en el proceso y establecer medidas correctivas (ver Anexo 3 página 114).

CONCLUSIONES

1. La productividad es un indicador muy importante para cualquier línea de producción, actualmente se tiene una productividad de línea de 13.82 garrafones / horas-hombre que puede alcanzar los 15.55 garrafones / horas-hombre si se utiliza un sistema de puestos y un mecanismo de rotación adecuado.
2. La rotación actual de puestos de trabajo no es la más adecuada ya que causa pérdidas de tiempo; el tiempo óptimo para la fabricación de un garrafón de agua es de 0.50 minutos y al momento se utilizan 0.62; esto refleja una baja en la producción, ya que de los 2,880 garrafones diarios que se deben producir, únicamente se están produciendo 1,800.
3. El porcentaje de reproceso que existe es del 2.2%, debido a que los operarios no tienen definidos o no conocen sus funciones en los puestos de trabajo que desempeñan.
4. El proceso de embotellado se realiza de forma no proporcional en cuanto a la carga de trabajo, por lo que los operarios han sufrido lesiones musculares y han tenido que faltar a sus labores.
5. No existen cursos de capacitación y motivación para el personal de la planta. Se refleja en un clima organizacional no adecuado para la realización de las actividades y trabajo en equipo.

6. La implementación de una nueva forma de rotación de puestos de trabajo y manual de procedimientos minimizará el tiempo de fabricación de un garrafón de agua, aumentará la producción, disminuirá el reproceso y reducirá el número de reclamos.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar siempre el indicador de productividad establecido ya que facilita el cálculo de la producción y ayuda a identificar la parte del proceso que no esta generando el volumen establecido en este caso aumenta de 13.82 garrafones / horas-hombre a 15.55 garrafones / horas-hombre.
2. Establecer un plan integral de seguimiento que permita identificar cualquier falla al sistema propuesto y así evitar productos fuera de las tolerancias y especificaciones establecidas.
3. Desarrollar la propuesta de rotación de puestos sugerida por medio de la cual se pretende minimizar el tiempo de llenado de garrafones en comparación con el actual de 0.62 minutos a 0.55 minutos, elevando con esto la producción a 2,000 garrafones diarios, lo que representaría un incremento del 10% de la producción.
4. Capacitar a los operarios en cuanto a las funciones de los puestos con el manual de funciones propuesto, que permitirá mejorar el sistema de control de calidad y disminuir el reproceso de 2.2% mensual al 1.5%.
5. Distribuir mejor la carga de trabajo en los operarios, ya que algunos llevan una carga más alta y eso les causa lesiones musculares; a largo plazo esto se convierte en un gasto para la empresa, porque el operario se ausenta y no produce la cantidad necesaria para cubrir la demanda.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alford. L.P. y John R. Bangs. **Manual de la producción.** 2ª ed. México: Hispano Americana, 1969.
2. Barnes, M. R. **Estudio de tiempos y movimientos.** 3ª ed. España: Aguilar, 1961
3. Chiavenato, Idalberto. **Introducción a la teoría general de la administración.** México: McGraw-Hill, 1995.
4. García Criollo, R. **Estudio del trabajo.** Vol II. México: Ed. Mc Graw – Hill, 1998.
5. Maynard, H.B. **Manual de ingeniería de la producción industrial.** México: Reverté, 1960.
6. M.E. Mundel. **Estudio de tiempos y movimientos.** México: Continental, 1984.
7. Niebel, B. **Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos.** 2ª ed, México, 1980.
8. Turner; Mize & Case. **Introduction to industrial and systems engineering.** Estados Unidos, 1978.

APÉNDICE

APÉNDICE 1 ENCUESTA CLIENTES

A continuación se le presentan una serie de preguntas respecto la calidad del producto que se le esta entregando. Los resultados permitirán identificar los problemas y tomar las acciones respectivas. Recuerde, ¡su opinión es importante!

1. ¿Alguna vez ha encontrado el garrafón sucio por dentro?

Si No

2. ¿Piensa que el precio del garrafón se justifica en la calidad del producto?

Si No

3. ¿Por qué razón cree que vale la pena pagar el precio?

Calidad Facilidad Precio Otro

4. ¿Cree que el producto que se le entrega es un producto de calidad?

Si No

5. Sugerencias:

APÉNDICE 2 ENCUESTA OPERARIOS

A continuación se le presentan una serie de preguntas respecto al trabajo que desempeña en la empresa. Los resultados permitirán identificar los problemas y tomar las acciones respectivas. Recuerde, ¡su opinión es importante!

1. ¿Al retirarse de su jornada de trabajo ha presentado algún dolor muscular?

Si

No

2. ¿Ha asistido a la clínica por que el dolor ha sido muy fuerte?

Si

No

3. ¿Le parece que los cambios en la línea de producción son equitativos, es decir, todos hacen el mismo trabajo?

Si

No

4. Sugerencias:

APÉNDICE 3 REGISTRO Y MEDICIÓN DE OPERARIOS

A continuación se le presentan una serie de preguntas respecto al trabajo que desempeña en la empresa. Los resultados permitirán identificar los problemas y tomar las acciones respectivas. Recuerde, ¡su opinión es importante!

1. ¿Qué opina usted del nuevo modelo de rotación?

2. ¿Ha tenido algún dolor muscular después de que se ha cambiado el modelo de rotación?

Si

No

Explique: _____

3. ¿El nuevo modelo es más fácil que el anterior?

Si

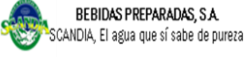
No

Explique por qué: _____

4. Sugerencias: _____

ANEXOS


ANEXO 1
Ficha de registro

	MANUAL DE CALIDAD	Código	F03/IN-CC-02
	CONTROL DE PROCESO LÍNEA 1	Revisión	0
		Fecha	01-2010
		Páginas	1/1
Inspector: _____		Reporte No. _____ Fecha _____ Hora: _____ Turno _____	
Capacidad:			
Tamaño de la muestra:			
Estado de las válvulas:			
% de fugas:			
Volumen promedio:			
Fechas de vencimiento legible (%):			
ALMACENAMIENTO O ESTIBADO			
% de derrame:			
% deteriorado:			
Estado garrafrones:			
Estado racks:			
Limpieza del área:			
Observaciones: _____			

f. _____ Jefe de Calidad		f. _____ Supervisor de Producción	
119			

ANEXO 2

Ficha de control de proceso

	MANUAL DE CALIDAD	Código	F03/IN-CC-03
	CONTROL DE PROCESO LÍNEA 1 ROTACIÓN	Revisión	0
		Fecha	01-2010
		Páginas	1/1
Inspector: _____		Reporte No. _____ Fecha _____ Hora: _____ Turno _____	
Rotación cada 20 minutos			
Puestos Críticos quedan cubiertos al momento del cambio.			
Confusiones al momento de la rotación.			
Olvido de realizar la rotación.			
Olvido de puesto que debería de cubrir			
No. De rotaciones en un turno			
Observaciones _____ _____ _____			
f. _____ Inspector	f. _____ Supervisor de Producción		

ANEXO 3












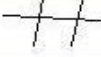





Ficha de seguimiento

 <p style="font-size: small;">BEBIDAS PREPARADAS, S.A. SCANDIA, El agua que sí sabe de pureza</p>	MANUAL DE CALIDAD	Código	F03/IN-CC-04
	SEGUIMIENTO PROCESO DE ROTACIÓN LÍNEA 1	Revisión	0
		Fecha	01-2010
		Páginas	1/1
Inspector: _____		Reporte No. _____ Fecha _____ Hora: _____ Turno _____	
Rotación cada 20 minutos:			
Tiempo máximo que toma a los operarios hacer la rotación:			
Rotación se realiza según manual de puestos:			
Puestos están bien distribuidos:			
Distancias que recorren son apropiadas:			
Observaciones: _____			

f. _____ Inspector	f. _____ Supervisor de Producción		

ANEXO 4

Micromovimientos

Nombre del therblig	Símbolo Adoptado	Símbolo en inglés	Color distintivo	Símbolo gráfico
Buscar	B	S (Search)	negro	
Seleccionar	SE	SE (Select)	gris claro	
Tomar (o asir)	T	G (Grasp)	rojo lago	
Alcanzar	AL	RE (Reach)	verde olivo	
Mover	M	M (Move)	verde	
Sostener	SO	H (Hold)	Ocre dorado	
Soltar	SL	RL (Release)	Carmin	
Colocar en posición	P	P (Position)	Azul	
Precolocar en posición	PP	PP (Pre-position)	Azul cielo	
Inspeccionar	I	I (Inspect)	Ocre quemado	
Ensamblar	E	A (Assemble)	Violeta oscuro	
Desensamblar	DE	DA (Disassemble)	Violeta claro	
Usar	U	U (Use)	Púrpura	
Demora (o retraso) inevitable	DI	UD (Unavoidable delay)	Amarillo ocre	
Demora (o retraso) evitable	DEv	AD (Avoidable delay)	Amarillo limón	
Planear	PL	PL (plan)	Castaño o café	
Descansar	DES	R (Rest to overcome fatigue)	Naranja	

ANEXO 5

Población total según INE [Instituto Nacional de Estadística]

Guatemala: Población total según edades simples de 5 a 24 años de edad. Período 2005-2050

Edad	Población total									
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Total	6.007.997	6.715.203	7.460.652	8.096.830	8.617.605	8.953.925	9.126.686	9.146.124	9.034.931	8.818.217
5	380.509	415.899	438.794	455.766	464.032	465.234	459.120	447.185	431.350	413.671
6	372.479	408.814	433.876	452.562	462.550	465.241	460.516	449.651	434.468	417.106
7	364.648	401.297	428.730	449.050	460.839	465.011	461.713	451.984	437.535	420.531
8	356.921	393.417	423.316	445.221	458.872	464.526	462.690	454.160	440.523	423.924
9	349.207	385.243	417.593	441.066	456.617	463.770	463.426	456.153	443.408	427.267
10	341.649	376.685	411.637	436.553	454.080	462.724	463.912	457.949	446.167	430.538
11	334.392	367.647	405.526	431.653	451.258	461.369	464.140	459.534	448.782	433.716
12	326.156	359.015	398.641	426.461	447.973	459.705	464.026	460.827	451.188	436.795
13	316.371	351.182	390.706	421.011	444.131	457.719	463.521	461.782	453.343	439.764
14	305.659	343.733	382.032	415.228	439.798	455.388	462.644	462.407	455.243	442.593
15	295.089	336.066	373.146	409.108	435.106	452.705	461.448	462.754	456.918	445.253
16	284.304	328.561	363.879	402.774	430.001	449.687	459.911	462.815	458.352	447.734
17	274.524	319.744	354.838	395.560	424.568	446.165	458.023	462.493	459.459	449.973
18	266.415	308.903	346.359	387.175	418.852	442.061	455.782	461.752	460.195	451.932
19	259.337	296.873	338.130	377.981	412.787	437.445	453.172	460.615	460.578	453.613
20	252.067	285.040	329.699	368.572	406.364	432.449	450.193	459.140	460.667	455.052
21	244.961	272.941	321.395	358.760	399.707	427.025	446.858	457.307	460.451	456.236
22	237.124	262.340	312.041	349.310	392.210	421.299	443.044	455.139	459.868	457.101
23	228.023	254.195	301.087	340.642	383.610	415.337	438.690	452.653	458.893	457.619
24	218.162	247.608	289.227	332.377	374.250	409.065	433.857	449.824	457.543	457.799

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE, Con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002

ANEXO 6 ENCUESTA CLIENTES COMPLETA

A continuación se le presentan una serie de preguntas respecto la calidad del producto que se le esta entregando. Los resultados permitirán identificar los problemas y tomar las acciones respectivas. Recuerde, ¡su opinión es importante!

1. ¿Alguna vez ha encontrado el garrafón sucio por dentro?

Si No

2. ¿Piensa que el precio del garrafón se justifica en la calidad del producto?

Si No

3. ¿Por qué razón cree que vale la pena pagar el precio?

Calidad Facilidad Precio Otro

4. ¿Cree que el producto que se le entrega es un producto de calidad?

Si No

5. Sugerencias:
