



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“ESTUDIO DE MÉTODOS Y COSTEO DE  
PRODUCTOS”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A:**

**CAMARILLO CRUZ KARLA JESSICA  
TORRES MURRIETA LESLY BERENICE**

**DIRECTOR:**

**M.I. SUSANA CASY TÉLLEZ BALLESTEROS**



**MÉXICO, D.F. ABRIL 2015**

# Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Antecedentes.....  | 4  |
| Introducción.....  | 5  |
| Objetivo.....  | 6  |
| Alcances y limitaciones .....                                  | 6  |
| Organización de la tesis .....                                 | 7  |
| 1.Marco teórico.....   | 8  |
| 1.1 PyMEs.....   | 9  |
| 1.2 Estudio de métodos.....                                    | 11 |
| 1.2.1 Diagramas de proceso.....                                | 14 |
| 1.2.2 Cursograma sinóptico .....                               | 15 |
| 1.2.3 Estudio de tiempos .....                                 | 16 |
| 1.2.4 Técnica del interrogatorio.....                          | 24 |
| 1.3 Algunas herramientas de calidad.....                       | 25 |
| 1.3.1 Histogramas.....   | 25 |
| 1.3.2 Límites de tolerancia natural de un proceso.....         | 26 |
| 1.4 Contabilidad de costos .....                               | 26 |
| 1.4.1 Tipos de costos.....                                     | 27 |
| 1.4.2 Elementos del costo.....                                 | 28 |
| 1.4.3 Costo estándar.....                                      | 29 |
| 1.4.4 Costo por operaciones.....                               | 30 |
| 2. Metodología.....  | 31 |
| 3. Resultados.....   | 36 |
| 3.1 Descripción del proceso .....                              | 37 |
| 3.1.1 Análisis basado en la técnica del interrogatorio.....    | 39 |
| 3.1.2 Determinación de suplementos por descanso variables..... | 40 |
| 3.1.3 Calculo del tiempo estándar por unidad. ....             | 43 |
| 3.1.4 Resumen de resultados .....                              | 45 |
| 3.2 Costeo.....  | 50 |
| 4. Conclusiones .....  | 61 |
| 5. Bibliografía.....   | 61 |
| Anexo A1: Estimación de observaciones .....                    | 61 |
| Anexo 2: Análisis por operación.....                           | 61 |

## Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.1: Estratificación de las PyMEs .....                               | 9  |
| Figura 1.2: Tiempo total de operación vs oportunidades de ahorro .....       | 13 |
| Figura 1.3: Simbología .....   | 16 |
| Figura 1.4: Valoración del ritmo del trabajo .....                           | 18 |
| Figura 1.5: Tiempo básico.....   | 19 |
| Figura 1.6: Desglose de suplementos .....                                    | 20 |
| Figura 1.7: Tensiones relativas .....  | 22 |
| Figura 1.8: Conversión de Suplementos .....                                  | 22 |
| Figura 1.9: Tiempo tipo o tiempo estándar .....                              | 23 |
| Figura 1.10: Estimación de número de clases, Ishikawa .....                  | 25 |
| <br>   |    |
| Figura 2.1: Metodología .....  | 35 |
| <br>   |    |
| Figura 3. 1: Operaciones identificadas .....                                 | 37 |
| Figura 3. 2: Cursograma sinóptico .....                                      | 38 |
| Figura 3. 3: Operario de la operación 1 .....                                | 39 |
| Figura 3. 4: Puntaje asignado a tensión física.....                          | 41 |
| Figura 3. 5: Puntaje asignado a tensión mental .....                         | 41 |
| Figura 3. 6: Puntaje asignado a tensión por condiciones de trabajo.....      | 42 |
| Figura 3. 7: Suma de puntos.....   | 42 |
| Figura 3. 8: Conversión de suplementos.....                                  | 42 |
| Figura 3. 9: Datos cronometrados.....  | 43 |
| Figura 3. 10: Estadísticos.....  | 43 |
| Figura 3. 11: Histograma operación 1 .....                                   | 44 |
| Figura 3. 12: Resumen de tiempo estándar .....                               | 45 |
| Figura 3. 13: Resumen de suplementos.....                                    | 46 |
| Figura 3. 14: Resumen técnica del interrogatorio .....                       | 47 |
| Figura 3. 15:Cursograma sinóptico con tiempo estándar. ....                  | 49 |
| Figura 3. 16: Costo de insumos .....   | 52 |
| Figura 3. 17: Horas invertidas por proceso en función de los operarios ..... | 53 |
| Figura 3. 18: Costo de mano de obra.....                                     | 54 |
| Figura 3. 19: Consumo eléctrico .....  | 55 |
| Figura 3. 20: Costos totales .....   | 55 |

# Antecedentes

## Introducción

La situación de las PyMEs en México, el impacto que tienen para el desarrollo del país y las situaciones que enfrentan día a día para lograr optimizar los recursos humanos, financieros y materiales son un campo del quehacer del Ingeniero Industrial pues tiene la capacidad y la formación académica que le permite analizar y evaluar la situación de la industria, basándose en las metodologías de mejora continua para proponer proyectos que les permitan a las industrias desarrollar un plan de crecimiento, o aumentar las posibilidades de consolidarse. Las decisiones que se toman para enfrentar estos desafíos son las que determinan el éxito o fracaso de las industrias, por ende es importante ofrecer herramientas que las sustenten.

Según Promexico (Junio 2014), las micro, pequeñas y medianas empresas (PyMEs), constituyen la columna vertebral de la economía nacional por su alto impacto en la generación de empleos y en la producción del país. De acuerdo con el censo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en México existen aproximadamente 4 millones 15 mil unidades industriales, de las cuales 99.8% son PyMEs que generan 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país.

La gran mayoría de las PyMEs en México no logran los resultados esperados y terminan por desaparecer, según el INEGI, por la mala gestión financiera, el 80% de las PyMEs fracasan antes de los cinco años, y 90% antes de cumplir una década; es decir, el 20% de las PyMEs sobreviven a los primeros cinco años de vida, de este porcentaje el 10% logra mantenerse diez años y únicamente el 2% del total logran superar una década de vida.

El 65% de las PyMEs son de tipo familiar, caracterizadas por preocuparse por su supervivencia lo cual les genera problemas para consolidarse y navegar en contra de las limitaciones del entorno. De acuerdo a la Secretaría de Economía se estima que las posibilidades de éxito de estas organizaciones son entre 25% y 30%, lo cual se encuentra por debajo de la media mundial que sostiene alrededor del 40%. Analizando la situación de las PyMEs, considerando el tiempo que se mantienen en el mercado y el hecho de que sean de tipo familiar disminuye notablemente sus posibilidades de supervivencia, de ahí surge la necesidad de realizar un estudio enfocado a este pequeño grupo.

Aún las Empresas que logran mantenerse más de 10 años no cuentan con las herramientas necesarias como son la documentación, planeación y control de sus procesos productivos. Para asegurar la solides y supervivencia en el futuro, se deben implementar herramientas que les permitan saber el costo y el margen de ganancia de

cada producto, asignando eficientemente los recursos humanos, financieros y materiales con los que cuentan.

La industria, donde se desarrolló el trabajo de tesis, es una maquiladora que pertenece al 2% que se ha mantenido más de diez años y es de tipo familiar; sin embargo, no ha tenido un crecimiento para lograr posicionarse como una mediana industria, los procesos manejados son artesanales careciendo de automatización y adecuadas instalaciones para los trabajadores.

Inició con la fabricación de artículos promocionales. Se ha mantenido en el mercado gracias a sus diferentes líneas de negocio, calidad en el servicio, alto compromiso con sus clientes y gama de productos. Cuentan con más de ochenta artículos diferentes, divididos en seis departamentos: papelería, escolares y oficina, cepillaría, promocionales, soplado y troquelado de metales, además de contar con departamento para la elaboración de proyectos de out-sourcing.

En los últimos diez años la industria ha crecido de manera inesperada, adoptando diversos productos cuya demanda se ha incrementado hasta ser constante. Desde su concepción algunos productos no han tenido una planeación ni seguimiento adecuado, generando incertidumbre con respecto a las utilidades reales que se obtienen, por ello es necesario documentar y analizar los procesos para hacer los estudios de costos correspondientes.

## **Objetivo**

Identificar áreas de oportunidad así como determinar el costo estándar de una línea de producción de una empresa maquiladora que cuenta con 10 años en el mercado, utilizando los elementos del estudio de métodos y de contabilidad de costos. Todo esto con el fin de proporcionar las herramientas necesarias a la empresa para la toma de decisiones concretas y con sólidas bases.

## **Alcances y limitaciones**

Este trabajo se realiza para un producto del departamento de cosméticos, desde que inicia su proceso productivo, hasta el momento del embarque, dejando la posibilidad de realizar dicho análisis para todos los productos de la empresa.

Debido a la falta de estructura, se utilizó el estudio de métodos como base para que, en un futuro, se puedan implementar diversas herramientas de mejora.

Se analiza el flujo del proceso, las áreas de oportunidad en cada etapa, se determina el tiempo estándar y el costeo de producción.

Las limitaciones que se encontraron para realizar este estudio, principalmente, fueron:

- Planeación de la producción
- Acceso a las instalaciones
- Utilización de la maquinaria
- Disponibilidad del jefe de área
- Ciclos holgados de producción

## **Organización de la tesis**

En el primer capítulo de la tesis se indica el marco general que dio origen a este estudio, se presenta la situación actual de las PyMEs en México y la importancia de implementar herramientas para la supervivencia de las mismas, se identifican los elementos del estudio de métodos utilizados y el costeo de productos. Una vez identificado el marco general, se presenta la metodología.

El segundo capítulo, Metodología, muestra el flujo de actividades que se llevaron a cabo para la realización del estudio de métodos y el costeo en la industria elegida. Desde la razón por la cual se elige esta industria hasta la culminación del estudio, es decir, la forma en la que se obtienen los costos.

Los resultados obtenidos son mostrados en el capítulo tres. En este se muestra la forma en la que se obtuvieron los mismos, el análisis y los cálculos para la primera operación. Se presentan las tablas de resultados para las 16 operaciones restantes (los resultados, cálculos y evidencias graficas de las 16 operaciones se encuentran concentradas en el anexo 2). Los costos mostrados como parte de los resultados son hipotéticos por razones de confidencialidad solicitada por la industria

Para finalizar, se muestran las conclusiones a las que lleva el estudio y las recomendaciones que se pueden aplicar para mejorar la calidad de los productos sin una gran inversión.

# 1. Marco teórico



## 1.1 PyMEs

La estratificación de las PyMEs establecida por la CONDUSEF (Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros), se basa en los criterios mostrados en la Figura 1.1. El tamaño de la empresa se determina a partir del puntaje obtenido conforme a la siguiente fórmula: Puntaje de la empresa = (Número de trabajadores) X 10% + (Monto de Ventas Anuales) x 90%, el cual debe ser igual o menor al Tope Máximo Combinado de su categoría.

| Estratificación |                       |                                 |  |                        |
|-----------------|-----------------------|---------------------------------|--|------------------------|
| Tamaño          | Sector                | Rango de número de trabajadores | Rango de monto de ventas anuales (mdp) | Tope máximo combinado* |
| <b>Micro</b>    | Todas                 | Hasta 10                        | Hasta \$4                              | 4.6                    |
| <b>Pequeña</b>  | Comercio              | Desde 11 hasta 30               | Desde \$4.01 hasta \$100               | 93                     |
|                 | Industria y Servicios | Desde 11 hasta 50               | Desde \$4.01 hasta \$100               | 95                     |
| <b>Mediana</b>  | Comercio              | Desde 31 hasta 100              | Desde \$100.01 hasta \$250             | 235                    |
|                 | Servicios             | Desde 51 hasta 100              |  |                        |
|                 | Industria             | Desde 51 hasta 250              | Desde \$100.01 hasta \$250             | 250                    |

*Tope máximo Combinado= (Trabajadores) x10% + (Ventas Anuales) x 90%*

**Figura 1.1: Estratificación de las PyMEs**

En México, las micro y pequeñas empresas que han participado en exportaciones, representan sólo 3.9% del total de industrias que exportan, mientras que la mediana representa el 24.9%. Dejando bastante lejos a estos estratos, está la industria grande que representa el 70% del total de las industrias que exportan.

Conseguir financiamiento es fundamental para impulsar la creación de una PyME o para lograr su expansión. La Asociación de Bancos de México informa que de unas 5 millones de PyMEs sólo 900 mil califican para obtener crédito; es decir, sólo el 18%.

Es necesario instrumentar acciones para mejorar el entorno económico y apoyar directamente a las industrias, con el propósito de crear las condiciones que contribuyan a su establecimiento, crecimiento y consolidación.

Las industrias en la actualidad tienen que ser eficientes, competitivas y ofrecer productos y/o servicios de calidad, ya que las condiciones del mercado, tanto a nivel nacional e

internacional demandan mejorar la calidad. Para que puedan lograrlo, tienen que desarrollar y modernizar las capacidades productivas y administrativas, lo que genera mejores condiciones de operación, aumentando las posibilidades de negociación con su entorno.

La creación y estabilización de PyMEs es un factor importante en el país ya que son un importante motor para el desarrollo; absorben una porción importante de la población económicamente activa, asimilan y se adaptan fácilmente a nuevas tecnologías y contribuyen al desarrollo local y regional por sus efectos multiplicadores. Generalmente se encuentran con varias vertientes como son:

- No reinversión de las utilidades para mejorar el equipo y las técnicas de producción.
- Dificultad para contratar personal especializado por no poder pagar salarios competitivos.
- La calidad de la producción cuenta con algunas deficiencias porque los controles de calidad son mínimos o inexistentes.
- No pueden absorber los gastos de capacitación y actualización del personal, pero, cuando lo hacen, enfrentan el problema de la fuga de personal capacitado.

Las ventas insuficientes, la debilidad competitiva, el mal servicio, los precios altos, la mala calidad, activos fijos excesivos, mala ubicación, descontrol de inventarios, problemas de impuestos y falta de financiamiento adecuado y oportuno, son algunos de los factores que dificultan la estabilidad de las PyMEs en nuestro país.

Para México, las PyMEs son un eslabón fundamental; se cuenta con una importante base de ellas más sólida que muchos otros países del mundo, se debe aprovechar para hacer un país competitivo, que se convierta en una ventaja real para atraer nuevas inversiones y fortalecer la presencia de productos mexicanos, tanto dentro como fuera de nuestra nación.

## 1.2 Estudio de métodos

El estudio de métodos y la medición del trabajo están estrechamente vinculados, el primero se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. En cambio, la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con ésta y con la consecuente determinación de normas de tiempo para ejecutar la operación de una manera mejorada.

Cuando hizo su aparición el estudio del trabajo como una técnica destinada a racionalizar y a medir el trabajo, el interés se centró en la economía del movimiento, por eso se le designó con el nombre de estudio de tiempos y movimientos. La gestión moderna de la producción se ocupa de diversos aspectos, como el diseño del producto, el control de calidad, la disposición del espacio y manipulación de los materiales, la planificación, el control de la producción y la gestión del mantenimiento. El estudio de tiempo y movimiento se ha perfeccionado desde la década de 1920 y, en nuestros días, se le reconoce como un medio o instrumento necesario para el funcionamiento eficaz de los negocios o la industria.

A Frederick W. Taylor se le considera generalmente como el padre del moderno estudio de tiempos. Empezó su trabajo en 1881 cuando laboraba en la Midvale Steel Company de Filadelfia. Desarrolló un sistema basado en el concepto de “tarea” en donde proponía que la administración de una industrias debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado, por lo menos, con un día de anticipación y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea a detalle y, le indicaran además, los medios que debían usar para efectuarla. Cada trabajo debía tener un tiempo estándar fijo determinado por los estudios realizados por expertos. Este tiempo tenía que estar basado en las posibilidades de trabajo de un operario altamente calificado, quien, después de haber recibido instrucciones, fuera capaz de ejecutar el trabajo con regularidad.

En el proceso de fijación de tiempos, Taylor recomendaba dividir la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas “elementos”. Estos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea. En junio de 1895, presentó sus hallazgos y recomendaciones ante una asamblea de la American Society of Mechanical Engineers (ASME), efectuada en Detroit. Su trabajo fue acogido sin entusiasmo porque muchos de los ingenieros presentes interpretaron sus resultados como un nuevo sistema de trabajo a destajo y no como una técnica para realizar el trabajo y mejorar los métodos.

Posteriormente en junio de 1903 en la reunión de la ASME, efectuada en Saratoga, presentó su famoso artículo “Shop Management” (administración del taller), en el cual

expuso los fundamentos de la administración científica, el estudio de tiempo junto con los implementos y métodos para llevarlo a cabo, la estandarización o normalización de todas las herramientas e implementos usados en la fábrica; así como las acciones o movimientos de los obreros para cada clase de trabajo, la conveniencia de contar con un grupo o departamento de planeación, el manejo de tarjetas de instrucciones para el trabajador, el concepto de tarea en la administración y un moderno sistema de costos.

Otro de los estudios de Taylor en Bethlehem Steel que ganó fama fue el experimento con palas. Los trabajadores que paleaban eran propietarios de sus propias palas y usaban la misma para realizar cualquier tarea; desde levantar hierro pesado hasta palear carbón ligero. Después de una gran cantidad de estudios, Taylor diseñó palas que se acoplaban a diferentes cargas: palas con mango corto para el hierro, cucharas largas para el carbón ligero; como resultado, se incrementó la productividad y el costo de manejo de materiales se redujo de ocho a tres centavos por tonelada. Taylor murió de neumonía en 1915 a la edad de 59 años.

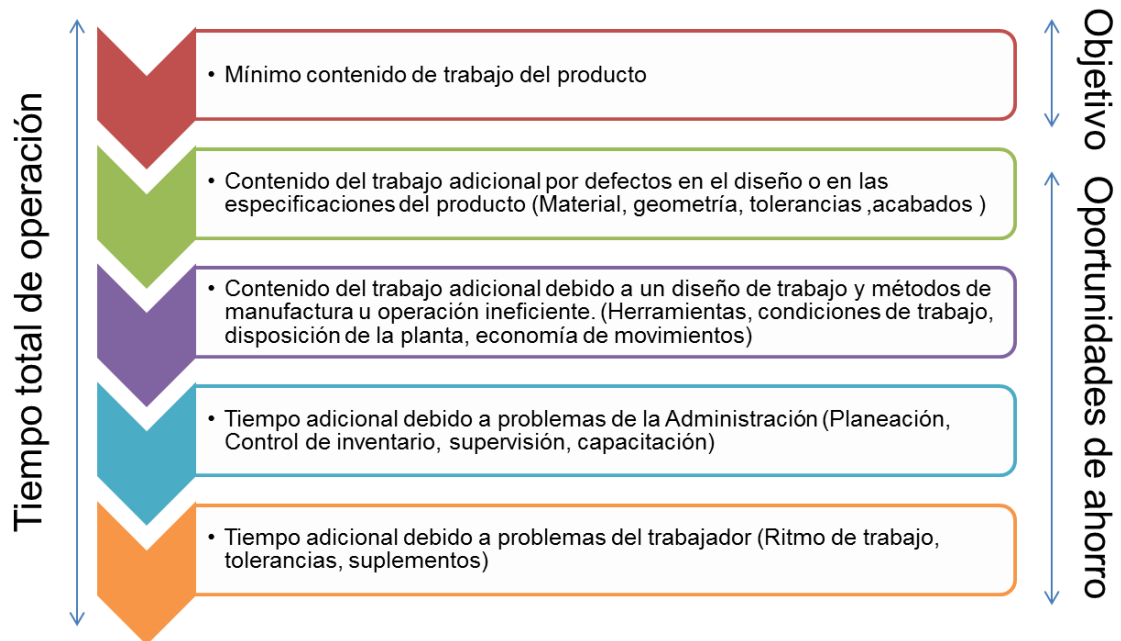
Frank y Lillian Gilbreth fueron los fundadores de la técnica moderna del estudio de movimientos, la cual puede definirse como el estudio de los movimientos corporales que se utilizan para realizar una operación, para mejorar la operación mediante la eliminación y simplificación de movimientos innecesarios; posteriormente, la determinación de secuencias de movimientos más favorable para tener una máxima eficiencia. Más que cualquier otra cosa, los Gilbreth fueron responsables de que la industria reconociera la importancia de un estudio detallado de los movimientos del cuerpo para incrementar la producción, reducir la fatiga y capacitar a los operadores acerca del mejor método para realizar una operación.

La noción de que existe “siempre un mejor camino” necesita considerarse continuamente en el desarrollo de nuevos métodos que mejoren la productividad, la calidad, la entrega, la seguridad del trabajo y el bienestar del trabajador. Estos esfuerzos han mejorado la productividad en todas las organizaciones, incrementado la salud y seguridad de los trabajadores y empleados, creando una fuerza de trabajo más satisfecha. Innumerables ejemplos han demostrado que la mayor productividad puede lograrse eliminando el esfuerzo y las demandas innecesarias del sitio de trabajo.

Las principales ventajas del estudio de métodos son:

- Es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización ya que, al investigar un grupo de problemas, se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ello.

- Puede contribuir a la mejora de la seguridad y las condiciones de trabajo al poner de manifiesto las operaciones, riesgos y establecer métodos seguros para efectuar las operaciones.
- Es sistémico, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficiencia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas.
- Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo; método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.
- Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que depende la planificación y el control eficaces de la producción.



**Figura 1.2: Tiempo total de operación vs oportunidades de ahorro**

La Figura 1.2 muestra que, del tiempo total de operación, sólo la quinta parte es el contenido del trabajo, mientras que el demás tiempo invertido es una oportunidad de ahorro para la empresa, ya que está relacionada con trabajos adicionales por defectos en el diseño del producto, por mal diseño del método de trabajo, por problemas administrativos y por problemas del trabajador.

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio cuenta con ocho etapas:

1. **Seleccionar:** en esta etapa se identifica el trabajo que se va a estudiar y se definen los límites del estudio.
2. **Registrar:** por observación directa los hechos relacionados al estudio seleccionado en la primera etapa, se recolectan las fuentes apropiadas con todos los datos que sean necesarios para realizar el estudio.
3. **Examinar:** de forma crítica el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en el que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
4. **Establecer:** el método más práctico, económico y eficaz mediante los aportes de las personas involucradas en las operaciones.
5. **Evaluar:** las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo-eficiencia entre el nuevo método y el actual.
6. **Definir:** el nuevo método de forma clara y presentarlo al personal involucrado (directores, gerentes, jefes, coordinadores y operarios).
7. **Implantar:** el nuevo método como una práctica normal y capacitar al personal.
8. **Controlar:** la correcta aplicación del nuevo método e implantar procedimientos adecuados para evitar la utilización del método anterior o la modificación arbitraria del implementado.

### **1.2.1 Diagramas de proceso**

Mapear los procesos dentro de la industria es de suma importancia; es la base de la estandarización, es decir, para adquirir control de las variables que afectan el proceso, para obtener resultados precisos y, sobre todo, asegurar la calidad de los productos. El objetivo es mostrar gráficamente, por medio de símbolos, cuáles son las actividades que se llevan a cabo dentro de un proceso de manera sencilla y fácil de entender, tanto para la dirección, como para el personal operativo.

Para poder diagramar o mapear un proceso se debe saber qué es un proceso. Los procesos son un conjunto de actividades mutuamente interrelacionadas y orientadas a generar valor agregado sobre una entrada para conseguir un resultado que satisfaga los requisitos del cliente.

Las características de un proceso son:

- Se puede definir, debe estar identificado y documentado. Se deben establecer los requerimientos (en materiales, equipos y recursos) y se deben medir.

- Se puede repetir: Un proceso es una secuencia de actividades repetibles. Por ello debe ser comunicado y entendido por el personal.
- Se puede predecir: Cuando se llega a una situación de estabilidad y los pasos se siguen consistentemente, se alcanzan los resultados previstos.

Por otro lado, los procedimientos son un conjunto de acciones u operaciones a realizarse de la misma forma para obtener siempre el mismo resultado bajo las mismas circunstancias y contemplan documentos cuyo contenido describe paso a paso las tareas requeridas para llevar a cabo las distintas tareas del personal involucrado.

Al tener los procesos y procedimientos documentados podremos medir los factores más relevantes e identificar las áreas de oportunidad para tomar decisiones que ayuden a realizar procesos más eficientes, reducir los costos de operación y lograr el margen de utilidad esperado.

### **1.2.2 Cursograma sinóptico**

El estudio de métodos recurre a diversas herramientas para lograr un mayor entendimiento del proceso. Entre ellas se encuentran los diagramas que sirven para indicar con más claridad el movimiento y las interrelaciones entre las diferentes etapas de los procesos y/o procedimientos.

El empleo de estos diagramas ayuda a conocer cómo, dónde, con qué y en cuánto tiempo se elabora un producto o serie de productos. Para la realización de los diagramas es necesario identificar y observar perfectamente el proceso a analizar, tomando tantas notas como sea posible entenderlo, esto con el fin de tener la mejor aproximación de lo que sucede realmente.

El cursograma sinóptico es la representación gráfica de la sucesión de todas las operaciones e inspecciones de las cuales consta el proceso, mostrando los puntos de entrada de los materiales. Este cursograma muestra cómo se realiza el proceso, utilizando como herramienta la simbología de operación (círculo) e inspección (cuadrado), así como una actividad combinada sin tomar en cuenta quién y dónde se ejecuta, tal como se muestra en la Figura 1.3. Acompañando a este diagrama suele indicarse a cada símbolo el tiempo asignado para realizar la actividad correspondiente.



**Figura 1.3: Simbología**

### 1.2.3 Estudio de tiempos

Según el libro *“Introducción al estudio del trabajo”* de la OIT, *el estudio de tiempos es una medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución establecida.*

Para iniciar el estudio se deberán identificar los ciclos de trabajo, los cuales son la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. El ciclo deberá iniciar al comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación, empezando el segundo ciclo y así sucesivamente.

La valoración del ritmo del trabajo es un tema bastante discutido en el estudio de tiempos, sin embargo es esencial para obtener un tiempo lo más real posible.

#### 1.2.3.1 Tiempo estándar

El tiempo estándar de trabajo correctamente definidos representan la cantidad de tiempos que tardaría un empleado medio en realizar una actividad de trabajo específica, en condiciones normales de trabajo. Se mide bajo las siguientes condiciones: operario calificado y bien capacitado, trabajando a una velocidad o ritmo normal y realizando una tarea específica.



### **1.2.3.2 Operario calificado**

El término de operario calificado se refiere a aquel con la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso. Al cronometrar las actividades realizadas por el operario, el encargado de tomar el tiempo, deberá situarse en una posición exacta en donde se observen todos los movimientos que realiza el operario sin entorpecer sus movimientos ni distraer su atención. En este punto es importante resaltar que por ningún motivo se deberá cronometrar al operario desde una posición oculta o sin su conocimiento, ya que esto generará un descontento y con ello mala realización de las actividades solicitadas. En la práctica normalmente no se tienen operarios calificados ya que la rotación de trabajadores en las industrias y la necesidad de tener un trabajador que realice varias tareas, dificulta la operación. Por ello se busca un trabajador promedio el cual tendrá la destreza y desempeño que corresponda al promedio del grupo de trabajadores de la industria.

Es importante seleccionar operarios promedio, ya que, al fijar tiempos tipo, debe asegurarse que sean de un nivel que se pueda alcanzar y mantener durante la jornada de trabajo sin que el trabajador sufra una fatiga excesiva. Si eligiéramos a un trabajador bastante rápido o muy lento, tendríamos como resultado tiempos holgados o demasiado cortos.

### **1.2.3.3 Ritmo tipo y desempeño tipo**

La valoración del ritmo de trabajo es comparar el ritmo real del trabajador con respecto al ritmo tipo, el cual se refiere al ritmo que trabaja naturalmente un operario sin ningún factor de estrés o de alteración en las actividades utilizando el método correspondiente.

El ritmo tipo tendrá una valoración de 100 en la tabla de medición de ritmo, mientras que, si un operario trabaja demasiado rápido y no puede mantener el mismo ritmo por mucho tiempo, tendrá una valoración superior a 110. Al contrario de un operario que trabaja demasiado lento, él tendrá una valoración menor a 90.

| Escalas |        |         |                            | Descripción del desempeño  |
|---------|--------|---------|----------------------------|--|
| 60-80   | 75-100 | 100-133 | 0-100<br>(norma británica) |  |
| 0       | 0      | 0       | 0                          | Actividad nula   |
| 40      | 50     | 67      | 50                         | Muy lento: movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.  |
| 60      | 75     | 100     | 75                         | Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.                       |
| 80      | 100    | 133     | 100<br>(Ritmo tipo)        | Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.   |
| 100     | 125    | 167     | 125                        | Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.   |
| 120     | 150    | 200     | 150                        | Excepcionalmente rápido concentración y esfuerzo intenso sin posibilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos cuantos trabajadores sobresalientes. |

**Figura 1.4: Valoración del ritmo del trabajo**

La figura 1.4 es una adaptación de un cuadro publicado por la Engineering Allied Employers (West of England) Association, Department of Work Study; en esta se explican las escalas aceptadas para valorar los ritmos de los trabajadores.

#### 1.2.3.4 Tiempo básico

El tiempo básico es el que tarda en efectuar un elemento de trabajo a ritmo tipo, es decir:

$$\frac{(Tiempo\ observado) \times (Valor\ atribuido)}{Valor\ tipo} = Tiempo\ básico$$

El valor atribuido es el obtenido en la figura 1.4, dependiendo del ritmo de trabajo del operario. El valor tipo se refiere al ritmo tipo; es decir, cuando el operario realiza la actividad normalmente con un ritmo de 100.



**Figura 1.5: Tiempo básico**

En conclusión, la figura 1.5, indica que el tiempo básico de una operación estará dado por el tiempo observado y el valor atribuido.

#### 1.2.3.5 Contenido de trabajo

El contenido del trabajo es la cantidad de trabajo que debe hacerse para terminar una tarea u operación por oposición a los periodos improductivos que puedan darse, tomando en cuenta los suplementos que se consideren necesarios como descanso del operario.

$$\text{Contenido de trabajo} = \text{Tiempo básico} + \text{Suplementos de descanso}$$

#### 1.2.3.6 Suplementos

En la actualidad se debe aplicar el enfoque basado en términos “humanitarios”. Se reconoce ahora que, factores como sexo, edad, salud, tamaño, fuerza física, aptitudes, actitudes, satisfacción en el trabajo y respuesta a la motivación, tienen influencia directa en el rendimiento. Incluso cuando hemos ideado un método práctico y sencillo existe un esfuerzo humano, por esto se tienen que considerar ciertos suplementos para compensar la fatiga y descanso del operario; este suplemento es para que el operario pueda ocuparse de sus necesidades personales.

Los suplementos de descanso son una parte esencial del tiempo básico, los demás suplementos, como por contingencia, por razones de políticas o especiales, se aplican sólo en ciertas condiciones.

##### a. Suplemento por descanso

Este suplemento se aplica para que el trabajador se pueda reponer del cansancio físico y psicológico que produce el trabajo. Estos se calculan de tal forma que le permitan al trabajador reponerse de la fatiga (cansancio físico y/o mental), ya que esta reduce la capacidad del trabajador.

El suplemento por descanso se divide en dos grandes partes, en suplementos fijos y variables.

a1. Suplementos fijos:

- ✓ El tiempo destinado a cubrir necesidades personales suele cifrarse entre 4% y 7%.
- ✓ Fatiga básica, que suele cifrarse en un 4% y corresponde a la compensación por realizar trabajos ligeros sin esfuerzos especiales.

a2. Suplementos variables:

Estos se necesitan para compensar condiciones ambientales. Se deben aplicar por turno ya que estas condiciones varían según la jornada de trabajo.

- ✓ Fatiga complementaria: esta parte variará según las características específicas del trabajo como son postura, condiciones ambientales, monotonía, tedio, esfuerzo, tensión visual, tensión mental, ruido, presencia de agua, polvo, ciclo breve, vibraciones, ropa molesta, concentración, etc.

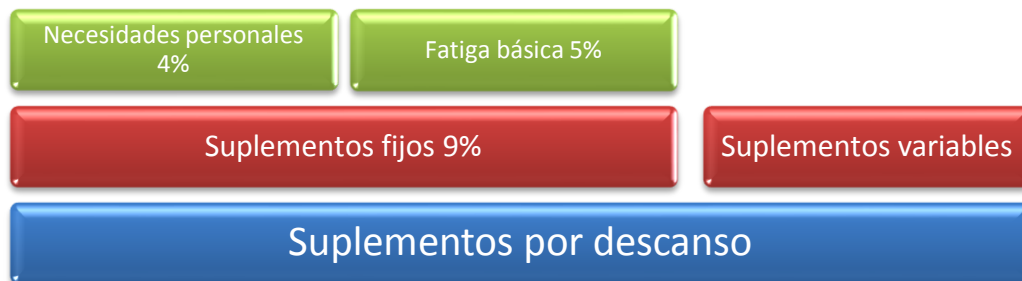


Figura 1.6: Desglose de suplementos

En la figura 1.6 se muestra el desglose de los suplementos por descanso y los suplementos fijos, que a su vez se dividen en las necesidades personales y la fatiga básica.

Para calcular los suplementos variables se asigna un puntaje a cada variable dependiendo de 3 factores: tensión física provocada por la naturaleza del trabajo, la tensión mental y la tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones del trabajo. Cada uno de estos factores conlleva elementos para la asignación de suplementos.

Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo

- Fuerza ejercida. El número de puntos atribuidos está basado en la fuerza ejercida durante la realización de la actividad, dividiéndose en esfuerzo mediano, esfuerzo reducido y esfuerzo intenso.
- Postura. Se determina como se realiza la actividad, si el operario se encuentra sentado o agachado y la facilidad de manipular la carga en su caso.

- Vibraciones. Se consideran los efectos de las vibraciones en el cuerpo del operario y el aumento del esfuerzo mental debido a las sacudidas o golpes.
- Ciclos breves. En este punto se estudia la repetitividad, si son una serie de elementos muy cortos y se repiten en un periodo largo de tiempo.
- Ropa Molesta. Es la consideración del peso de la ropa de protección en relación al esfuerzo y el movimiento que realiza el operario.

#### Tensión mental

- Concentración y ansiedad. Se estudia la posibilidad de la baja de atención por parte del operario, la responsabilidad que asume a realizar la tarea y la necesidad de coordinación.
- Monotonía. Se consideran los grados de estímulos mentales con los que cuenta el trabajador.
- Tensión visual. Consideración de las condiciones de iluminación, tanto natural como artificial.
- Ruido. Se considera la afectación que puede sufrir el operario debido a la exposición al ruido y el nivel de concentración que requiere la actividad.

#### Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo.

- Temperatura y Humedad. Consideración de las condiciones de temperatura y humedad de la atmósfera en donde se realiza el proceso.
- Ventilación. Calidad del aire y nivel de circulación del mismo.
- Emanación de gases. Consideración de la naturaleza y concentración de las emanaciones de gases tóxicos o no tóxicos, irritantes o desagradables.
- Polvo. Consideración del volumen y el tipo de polvo que se encuentra en el lugar de trabajo.
- Suciedad. Consideración de la molestia que puede existir en el operario causada por la suciedad que se encuentra en su lugar de trabajo.
- Presencia de agua. Consideración de la presencia de agua en el lugar de trabajo, si el ambiente se encuentra mojado por periodos largos o si existe agua estancada.

Los suplementos por descanso pueden determinarse utilizando tablas de tensiones relativas y la tabla de conversión de puntos (Tablas mostradas en el libro *Introducción al estudio del trabajo* de la OIT). La figura 1.7 muestra los puntos asignados a las tensiones según su naturaleza.

|  |      |       |       |
|--|------|-------|-------|
| <b>A Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo</b>                            |      |       |       |
|  | Bajo | Medio | Alto  |
| 1 Fuerza ejercida en promedio  | 0-85 | 0-113 | 0-149 |
| 2 Postura  | 0-5  | 6-11  | 12-16 |
| 3 Vibraciones  | 0-4  | 5-10  | 11-15 |
| 4 Ciclo breve  | 0-3  | 4-6   | 7-10  |
| 5 Ropa molesta   | 0-4  | 5-12  | 13-20 |
| <b>B Tensión mental</b>  |      |       |       |
| 1 Concentración o ansiedad   | 0-4  | 5-10  | 11-16 |
| 2 Monotonía  | 0-2  | 3-7   | 8-10  |
| 3 Tensión visual   | 0-5  | 6-11  | 12-20 |
| 4 Ruido  | 0-2  | 3-7   | 8-10  |
| <b>C Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo</b> |      |       |       |
| 1 Temperatura  |      |       |       |
| Humedad baja   | 0-5  | 6-11  | 12-16 |
| Humedad media  | 0-5  | 6-14  | 15-26 |
| Humedad alta   | 0-6  | 7-17  | 18-36 |
| 2 Ventilación  | 0-3  | 4-9   | 10-15 |
| 3 Emanaciones de gases   | 0-3  | 4-8   | 9-12  |
| 4 Polvo  | 0-3  | 4-8   | 9-12  |
| 5 Suciedad   | 0-2  | 3-6   | 7-10  |
| 6 Presencia de agua  | 0-2  | 3-6   | 7-10  |

**Figura 1.7: Tensiones relativas**

Una vez asignados los puntajes (de tensión física provocada por la naturaleza del trabajo, tensión mental y tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo) se suman todos los puntos y con ayuda de la figura 1.8 conversión de suplementos.

| <b>PUNTOS</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>0</b>      | 10       | 10       | 10       | 10       | 10       | 10       | 10       | 11       | 11       | 11       |
| <b>10</b>     | 11       | 11       | 11       | 11       | 11       | 12       | 12       | 12       | 12       | 12       |
| <b>20</b>     | 13       | 13       | 13       | 13       | 14       | 14       | 14       | 14       | 15       | 15       |
| <b>30</b>     | 15       | 16       | 16       | 16       | 17       | 17       | 17       | 18       | 18       | 18       |
| <b>40</b>     | 19       | 19       | 20       | 20       | 21       | 21       | 22       | 22       | 23       | 23       |
| <b>50</b>     | 24       | 24       | 25       | 26       | 26       | 27       | 27       | 28       | 28       | 29       |
| <b>60</b>     | 30       | 30       | 31       | 32       | 32       | 33       | 34       | 34       | 35       | 36       |
| <b>70</b>     | 37       | 37       | 38       | 39       | 40       | 40       | 41       | 42       | 43       | 44       |
| <b>80</b>     | 45       | 46       | 47       | 48       | 48       | 49       | 50       | 51       | 52       | 53       |
| <b>90</b>     | 54       | 55       | 56       | 57       | 58       | 59       | 60       | 61       | 62       | 63       |
| <b>100</b>    | 64       | 65       | 66       | 68       | 69       | 70       | 71       | 72       | 73       | 74       |
| <b>110</b>    | 75       | 77       | 78       | 79       | 80       | 82       | 83       | 84       | 85       | 87       |

**Figura 1.8: Conversión de Suplementos**

b. Suplementos por contingencia.

En ocasiones, existen ciertas deficiencias o interrupciones que aparecen de un modo aleatorio y que son difíciles de evitar. Para contabilizarlas se utilizan estos suplementos, los cuales son el margen que se incluye en el tiempo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad. En estos suplementos se contabilizan las ligeras demoras inevitables, las cuales siempre son breves.

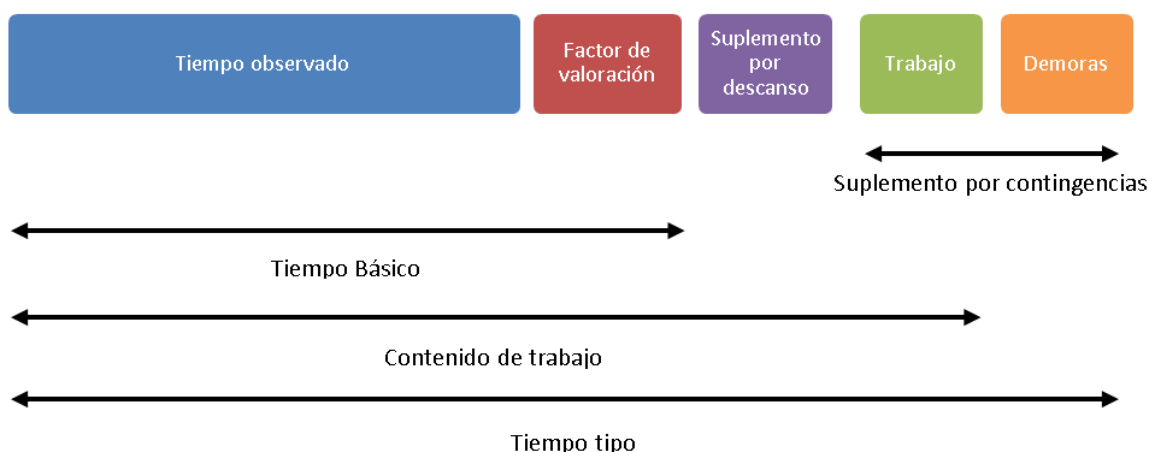
c. Otros suplementos

Suplementos por razones de política de la industria o suplementos especiales: estos suplementos se añaden al tiempo tipo para que, en circunstancias excepcionales a un nivel definido de desempeño, corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

La industria decide poner un incentivo a la producción y parte de una situación en la que no había control de tiempos. Para que los trabajadores puedan obtener algún premio se establece una compensación temporal hasta alcanzar los niveles deseados de productividad.

Otros suplementos son los especiales, estos se utilizan para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales éste no se podría efectuar debidamente. Tales suplementos pueden ser permanentes o pasajeros, lo que se deberá especificar.

Una vez considerados estos suplementos se obtiene el tiempo estándar o tiempo tipo.



**Figura 1.9: Tiempo tipo o tiempo estándar**

Los elementos para obtener el tiempo tipo o estándar se explican en la figura 1.9; el tiempo muestreado, la valoración del trabajador, los suplementos por descanso y los suplementos variables.

## 1.2.4 Técnica del interrogatorio

Antes de dar por terminado el diagrama de los procesos, se deben identificar ciertas vertientes que tienen impacto en el hacer de los operarios. Se analizaron los hechos registrados y observados, evaluando si el número de suposiciones que se han realizado durante la toma de datos es excesivo y si se han registrado todos los hechos que tienen impacto en el proceso estudiado. Para poder identificarlo se utilizó la técnica del interrogatorio.

Esta técnica es un examen crítico de las actividades, se someten a una serie sistémica y progresiva de preguntas, también se utiliza una vez que se tomaron todos los datos del método actual; esto para analizar la información y con el objetivo de hallar una mejor manera de realizar el trabajo. Las preguntas preliminares se utilizan para examinar toda la información registrada. Todos los cuestionamientos se deben responder de la forma más objetiva posible.

En esta primera etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, y de manera sistemática, el propósito, el lugar, sucesión, persona y medios de ejecución.

- Según el lugar: el objetivo es identificar el ambiente de trabajo y disminuir recorridos. ¿Dónde se hace? ¿Por qué se hace en este lugar?
- Según el propósito: el objetivo es eliminar las etapas innecesarias del proceso. ¿Qué se hace en realidad? ¿Por qué se hace?
- Según la sucesión: el objetivo es combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional. ¿Cuándo se hace? ¿Por qué se hace en ese momento?
- Según la persona: el objetivo es identificar las habilidades para el uso eficiente del capital humano. ¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace esa persona?
- Según las herramientas: el objetivo es simplificar el trabajo ¿Cómo se hace? ¿Por qué se hace de esa forma?

La segunda fase de la técnica del interrogatorio corresponde a las preguntas de fondo, estas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si se puede mejorar el método empleado, determinar si sería factible y preferible reemplazar por otro lugar, optimizar la sucesión, la utilización de las personas y/o medios indicados.

Luego de que en la fase de preguntas preliminares se abordara ¿qué se hace? y ¿por qué se hace? se debe averiguar ¿qué más podría hacerse? y, por tanto, ¿qué se debería hacer? De esta manera se alcanza un mayor grado de profundidad respecto a las respuestas obtenidas sobre el propósito, el lugar, la sucesión, la persona y los medios.



## 1.3 Algunas herramientas de calidad

W. Edward Deming dijo, “Calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente”, para poder medir la calidad, existen varias herramientas para lograr la satisfacción de los clientes.

### 1.3.1 Histogramas

Es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia o número de observaciones de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos. Su objetivo es visualizar el centrado, la dispersión y la forma de un grupo de datos.

Para construir un histograma de frecuencias, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. Identifica el número de datos de la muestra (n)
2. Obtener la amplitud o rango de la muestra (R):

$$R = xL - xS$$

xL= valor mayor de la muestra

xS= valor menor de la muestra

3. Obtener el número de clases (k): para esto se puede dividir la amplitud de los datos (R) en clases, obteniendo la raíz cuadrada del número de datos (n), (cuanto estos datos sean menores a 500), o con la estimación de número de clases que se muestra en la figura 1.10, la cual fue definida por Ishikawa en su Guía de control de calidad (1976).

| Número de datos<br>(n) | Número de Clases<br>(k) |
|------------------------|-------------------------|
| 50 o menos             | 5 - 7                   |
| 50-100                 | 6 - 10                  |
| 100-250                | 7 - 12                  |
| 250 o más              | 10 - 20                 |

Figura 1.10: Estimación de número de clases, Ishikawa.

4. Obtener el intervalo de clase (h):

$$h = R/k$$

R= rango o amplitud

k=número de clases

Nota: Por facilidad se recomienda que h sea múltiplo o submúltiplo de un número redondeado.

5. Determinar límites de clase.

6. Realizar gráfica: en el eje de las abscisas se grafican las marcas de clase y en el eje de las ordenadas, los valores de frecuencia para cada intervalo de clase.

### 1.3.2 Límites de tolerancia natural de un proceso

Al obtener muestras de un producto fabricado, se encuentra que las mediciones de una característica de calidad fluctúan alrededor de un valor central, lo que se conoce como la variabilidad natural del proceso. Esta variación se debe a un conjunto muy grande de causas que afectan al proceso, cuyo efecto individual es pequeño y que actúan en forma aleatoria. La variación natural del proceso es inherente al mismo y no puede eliminarse, sólo puede reducirse realizando modificaciones y/o correcciones.

Dichas variaciones pueden cuantificarse a través de la desviación estándar y la media determinado los límites de tolerancia natural; estos dependen totalmente del proceso y de sus variables no controlables. (Wellens, 2014)

Los límites inferior y superior de tolerancia natural del proceso tomando un intervalo de  $6\sigma$ , son:

$$LITN = \mu - 3\sigma$$

$$LSTN = \mu + 3\sigma$$

Para la distribución normal los límites de tolerancia natural incluyen el 99,73% de los valores de la variable. Dicho de otra forma, sólo el 0,27% de los valores caen fuera de los límites naturales de tolerancia.

## 1.4 Contabilidad de costos

Considerando que el 12 % de los costos totales en que incurre una industria fabricante de productos está representado por trabajo directo, 45% por materia prima y 43% por gastos generales, es indispensable eficientar los recursos, tanto humanos como financieros, para que interactúen correctamente con el fin de alcanzar la productividad a través de la aplicación inteligente de métodos.

La contabilidad de costos se ha convertido en un elemento indispensable en la administración, ya que tiene por finalidad o función el determinar el costo por unidad de los artículos producidos. La contabilidad se ocupa de la clasificación, acumulación, control y asignación de costos.

En general, los costos cumplen tres propósitos dentro de la industria:

- ✓ Proporciona herramientas para medir la utilidad y evaluar el inventario (estado de resultados y balance general).
- ✓ Ofrecen información para el control administrativo de las operaciones y actividades de la industria (informes de control).
- ✓ Proporciona información a la administración para fundamentar la planeación y la toma de decisiones (análisis y estudios especiales).

Cuando el producto es el resultado del ensamble o combinación de varias partes, la contabilidad de costos necesariamente comprende también la determinación, en particular, del costo de cada una de las partes que forman el producto. Existen diversos procedimientos para realizar el análisis de costos, estos se pueden calcular antes o después de que la producción se lleve a cabo; es decir, pueden establecerse costos predeterminados o históricos. Atendiendo la naturaleza del proceso técnico de fabricación, los costos se calculan también a base de trabajos específicos realizados en la fábrica, de acuerdo con el costo de las operaciones o procesos que se ejecuten.

#### **1.4.1 Tipos de costos**

a. Costos históricos.

Este tipo de costos se recolectan después de que la producción se ha llevado a cabo, implica la concentración de los datos relativos al costo de los materiales utilizados, según las requisiciones, y de la mano de obra empleada, de acuerdo con las tarjetas de tiempo. Los gastos de fábrica, como lo son sueldos, rentas, superintendencias, reparaciones, etc., se compilan conforme se van causando, y se aplican a los productos sobre una base arbitraria de distribución, que puede ser de acuerdo con las horas de trabajo que se han empleado para hacer el producto; es decir, el costo de la mano de obra.

b. Costos predeterminados.

Estos costos se calculan antes de que la producción se haya efectuado. Ciertas formas de costos predeterminados representan lo que la administración considera que el producto posiblemente costará o deberá costar, dependiendo uno u otros resultados del procedimiento para calcular dicho costo. El volumen de producción

para el siguiente periodo se calcula previamente y el material, la mano de obra y los gastos de fabricación están en relación con el precio, la demanda y el volumen de la producción previstos.

#### **1.4.2 Elementos del costo**

a. Materias primas.

Los materiales que realmente forman parte del producto terminado se conocen con el nombre de materias primas o materiales principales. Los que no se convierten físicamente en parte del producto o tienen importancia secundaria se llaman materiales o materiales auxiliares. La materia prima es el único elemento del costo de fabricación nítidamente variable.

Existen diferentes factores para valorar y contabilizar la materia prima:

- Tipos de productos elaborados
- Sistema de costos empleado
- Política de reposición
- Meses de existencias normalmente disponibles
- Formas de almacenaje
- Necesidad de controlar el rendimiento de ciertos materiales
- Grado de inflación o deflación que sufra la economía
- Situación de la industria en el mercado
- Obligación de que la valuación de inventarios sea fiel reflejo de la realidad, evitando sobre o subvaluaciones, etc.

b. Mano de obra.

Los costos de la mano de obra de producción se asignan a los productos, mientras que la mano de obra no relacionada con la fabricación se trata como un gasto del período de acuerdo a:

- La actividad departamental: Separando los costos de mano de obra por departamento es mejor el control sobre estos costos.
- El tipo de trabajo: Dentro de un departamento, la mano de obra puede clasificarse de acuerdo con la naturaleza del trabajo que se realiza. Estas clasificaciones sirven generalmente para establecer las diferencias salariales.
- La relación directa o indirecta con los productos elaborados: la mano de obra de producción que está comprometida directamente con la fabricación de los productos, se conoce como mano de obra directa. La mano de obra

de fábrica que no está directamente comprometida con la producción se llama mano de obra indirecta. La mano de obra directa se carga directamente a trabajos en proceso, mientras que la mano de obra indirecta se convierte en parte de los costos indirectos de fabricación.

c. Costos indirectos de fabricación

Los costos indirectos de fabricación pueden subdividirse según el objeto de gasto en tres categorías:

- Materiales indirectos
- Mano de obra indirecta
- Costos indirectos generales de fabricación

Todos los costos indirectos de fabricación son directos con respecto a la fábrica o planta. La clasificación de los costos según el departamento que tiene el control principal sobre su ocurrencia es útil para el control administrativo de las operaciones. La clasificación según el objeto del gasto puede ser útil para analizar el costo de producción de un producto en sus distintos elementos.

La clasificación en costos fijos y variables es útil en la preparación de presupuestos para las operaciones futuras. Los costos clasificados como directos o indirectos con respecto al producto o al departamento son útiles para determinar la rentabilidad de las líneas de producto o la contribución de un departamento a las utilidades de la industria.

Para propósitos de costeo de los productos, todos los costos incurridos en la fábrica se asignan eventualmente a los departamentos de producción a través de los cuales circula el producto. La acumulación y clasificación de los costos por departamentos se llama distribución o asignación de costos, pueden atribuirse directamente al departamento o se asignan directamente. Los costos indirectos de fabricación y los costos de los departamentos de servicios se asignan sobre alguna base a los departamentos productivos y se asignan también a producción a medida que ésta pasa por los departamentos.

### **1.4.3 Costo estándar**

El costo estándar es un tipo de costo predeterminado que se recolecta o calcula antes de que la producción se haya ejecutado. Existen varios tipos de costos estándar, los cuales son útiles para diversos fines; es decir, que sirve como base para fijar el precio de venta, para determinar la eficiencia de las operaciones y para la valuación de inventarios.

Estos costos estándar se pueden manejar por medio de procedimientos diferentes. Cada uno de ellos tiene:

- Su propio procedimiento de registro en la contabilidad
- Su propio informe
- Su uso especial

Los costos estándar sirven de base para determinar la eficiencia de operación, cuando por medio de ellos se descubre a los responsables del trabajo imperfecto, el exceso de material o de mano de obra empleada.

Los sistemas de costos estándar están organizados de manera que revelen y señalen en una forma práctica cualquiera discrepancia en el funcionamiento normal y lo más importante es que sabiendo cuánto se debe invertir en material, mano de obra y en cada concepto de gastos, y conociendo las sumas que deben emplearse resulta fácil localizar la causa de cualquier anormalidad.

#### **1.4.4 Costo por operaciones**

La determinación de estos costos es una variante del método de proceso y se emplea cuando las máquinas y todos los medios de fabricación se instalan para ejecutar ciertas operaciones en particular, trabajando constantemente por lapsos relativamente largos.

El procedimiento para determinarlos es el siguiente:

1. Identificación de las operaciones que se han de ejecutar
2. Concentración del costo de ejecución de cada operación por un periodo determinado
3. Determinación de las unidades producidas en cada operación
4. Determinación del costo unitario de ejecución correspondientemente a cada operación, de acuerdo con la fórmula siguiente

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo primo} + \text{Carga fabril}}{\text{Unidades producidas}}$$

5. Concentración del costo de los materiales utilizados y cálculo del promedio de costos de ellos para cada unidad de producto. Finalmente, determinación del costo total del producto sumando al promedio de costo de materiales utilizados en el producto terminado, los costos de operación correspondientes. La base para fijar los costos es la operación.

# 2. Metodología

# Metodología

Como se muestra en el Capítulo 1, es necesario tener un estudio de métodos que permita conocer cómo es el comportamiento real del proceso, si tenemos demoras, cuellos de botella y desperdicios. Con el mapeo de procesos se pueden emplear adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos, originando incrementos en la productividad, partiendo de la premisa que “siempre existe un método mejor para hacer las cosas”.

## Selección de la empresa

Para comenzar a realizar este proyecto, se determinó que la empresa a estudiar debía tener más de 10 años en el mercado y ser de tipo familiar, con el fin de verificar si en efecto, carecen de herramientas para crecer. Una vez definidas las características de la empresa a estudiar, se buscó una dentro de estos parámetros que esté dispuesta a permitirnos observar sus procesos y tomar datos de los mismos.

## Selección del proyecto

Se llevó a cabo una reunión con el Plant manager, para conocer las instalaciones de la planta y las líneas de producción que se encontraban en ese momento activas. Al comenzar el recorrido se identificaron varias áreas de oportunidad, lo primero que se observó fue una excesiva merma y procesos productivos artesanales sin estándares que establecieran los requerimientos mínimos para la calidad de los productos. Una de las más grandes inquietudes, fue la incertidumbre con la que vivía la empresa, al no saber en qué productos ganaba o perdía en la fabricación. La planeación de la producción era inexistente por lo que eventualmente se agregaban nuevas operaciones a cada proceso para poder lograr cumplir con los tiempos y requerimientos que marcaban los clientes.

Al carecer de documentación para cada proceso y tener un tiempo limitado para realizar el estudio, se recomienda comenzar con la documentación de los productos más representativos, para ello se establecen reuniones con los jefes y gerentes de área para determinar los productos que conllevan mayor relevancia económica, técnica o tecnológica y humana.

- Consideraciones económicas: después de una lluvia de ideas, se identifica que los productos con un mayor impacto económico son los pertenecientes al departamento de cosméticos y de cepillería.
- Consideraciones técnicas o tecnológicas: según los registros de equipos asignados por departamento, el departamento de cosméticos utiliza el 96% del



equipo asignado a su departamento y el 30% del departamento de inyección, mientras que el departamento de cepillería utiliza el 76% de su maquinaria y el 15% de las inyectoras.

- Consideraciones humanas: se identifica que la mayor parte del personal se encuentra laborando para la producción del departamento de cosméticos.

Después de haber obtenido estos datos y haber realizado la discriminación de todos los productos de la empresa con los factores antes mencionados, se eligieron dos productos sobresalientes tanto por el impacto económico como por la utilización de la mayor parte de la maquinaria de la planta, el cepillo doble con esponja y el desodorante para refrigerador. De estos dos productos el más importante es el desodorante para refrigerador, debido a que es relativamente nuevo, ha logrado mantener una demanda constante con un volumen de producción elevado, ocupando el 90% de la maquinaria del departamento de cosméticos y un 25% del departamento de inyección.

### **Registro de los hechos**

Se comienza con el levantamiento de información del producto seleccionado.

- Registro de operaciones.
- Entrevistas con los jefes y operarios para determinar las actividades registrándolo en una libreta de trabajo.
- Documentación de las operaciones para su posterior análisis mediante fotografías y videos.
- Validación de información, es decir se coteja que la información obtenida con el material audiovisual y lo comentado en las entrevistas a los encargados de área.
- Técnica del interrogatorio por operación, para obtener la descripción detallada evaluando los factores: lugar, sucesión, herramienta, personal y propósito de cada actividad.
- Para cada operación se realizó un muestreo de trabajo de 30 observaciones por ser un estudio preliminar. En el anexo 1 se muestra un ejemplo de la forma en que se calcula el número de observaciones.
- Se registraron los datos para calcular los estadísticos (media y desviación estándar).

Al calcular estadísticos o parámetros, pueden ocurrir dos tipos generales de errores: el error muestral y el error no muestral. El error muestral se refiere a la variación natural existente entre muestras tomadas de la misma población. Los

errores que surgen al tomar las muestras no pueden clasificarse como errores muestrales y se denominan errores no muestrales.

El sesgo de las muestras es un tipo de error no muestral, se refiere a una tendencia sistemática inherente a un método de muestreo que da estimaciones de un parámetro que son, en promedio, menores (sesgo negativo), o mayores (sesgo positivo) que el parámetro real.

Para evitar el sesgo muestral existente en las muestras, se eliminan los sesgos negativos y positivos de cada una de las operaciones.

- No se calcularon los límites de control por ser un estudio preliminar, solo se calcularon los límites de tolerancia natural del proceso (LITN y LSTN).

### **Determinación del tiempo estándar**

Para obtener el tiempo estándar se determinan el factor de valoración, los suplementos y el tiempo promedio observado de cada actividad. Estos parámetros se determinan según lo explicado en el marco teórico (capítulo 1).

### **Costeo**

A partir del tiempo estándar se determinaron los recursos necesarios para la fabricación de un lote de 70,000 piezas. Se calculó el costo de:

- La mano de obra (agregando un 25% al costo total por gastos administrativos).
- La energía eléctrica. Considerando el tiempo de utilización y el consumo eléctrico por cada máquina.
- La materia prima e insumos necesarios para la producción como equipo de protección personal y cofias.

Con estos datos se obtuvo el costo unitario de producción y la utilidad.

### **Presentación de los resultados**

En el capítulo tres se presenta el análisis completo para la primer operación “Corte En tiras”; descripción del proceso, técnica del interrogatorio, las propuestas de mejora, los suplementos y cálculo de tiempo estándar. Los resultados obtenidos de las 16 operaciones restantes se encuentran en el anexo 2. La metodología se encuentra resumida en la figura 2.1.

## Metodología

### Diagrama de flujo

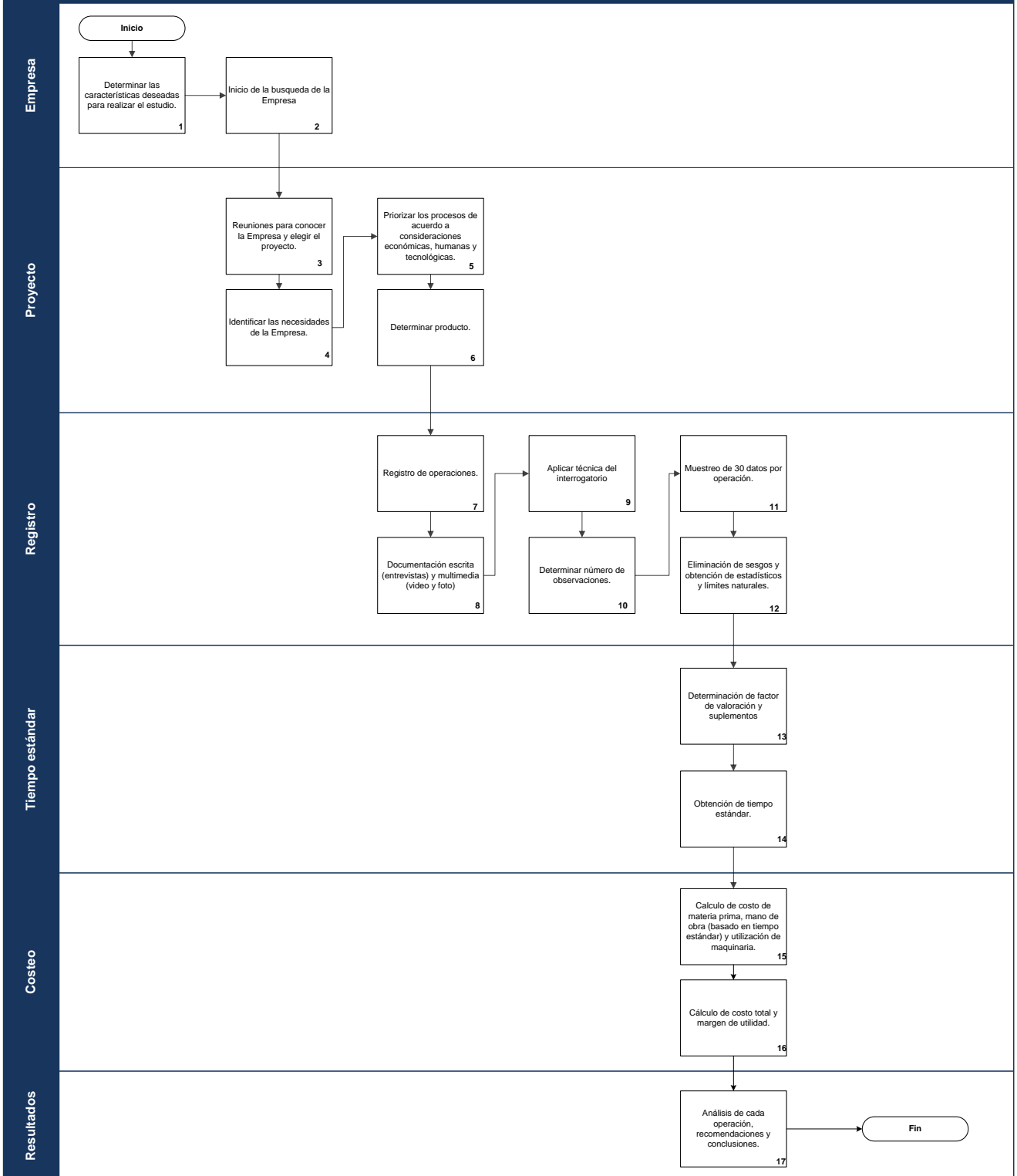


Figura 2.1: Metodología

# 3. Resultados

### 3.1 Descripción del proceso

Una vez establecida la teoría que fundamenta el Estudio de Métodos se presentará el proceso de fabricación del desodorante para refrigerador, los tiempos por operación cronometrados, los suplementos y el tiempo estándar. Se trabajó con los encargados y operadores de cada departamento, para entender cómo viven ellos el día a día el proceso, los inconvenientes que enfrentan y cómo los resuelven. Al observar el proceso en varias ocasiones se identificó la inexistencia de un método de trabajo estandarizado.

#### Desodorante para refrigerador.

El proceso de fabricación de este producto comienza en el departamento de inyección localizado en la planta baja. El cuerpo y la tapa son inyectados de forma independiente. Un operador se encarga de tomar las piezas, revisarlas y retirar la rebaba. Paralelamente, en el departamento de cosméticos, localizado en el tercer piso, se corta y troquea la tela pellón para usarla como filtro. Los cuerpos y tapas son enviados al departamento de cosméticos para colocar el filtro, con máquinas adaptadas de hot-stamping. Posteriormente se coloca una etiqueta al cuerpo y una a la tapa. Los cuerpos se envían al tercer piso donde son llenados, se calibra la envasadora y mediante un proceso semiautomático se llena el cuerpo con carbón. Después se envía fuera del cuarto de llenado a una mesa para realizar el ensamble del cuerpo y la tapa, es sellado con silicón, se limpia para colocar una manga termoencogible y se envía al horno. En el proceso de horneado se colocan los desodorantes en una banda transportadora. Se verifica si el encogimiento es el adecuado y se regresan al departamento cosméticos para la impresión de lote. Se limpian, inspeccionan y empaacan en cajas de ochenta y cuatro piezas. Finalmente se pesa cada caja para verificar el contenido, se etiqueta y se envía a la zona de embarque (planta baja) para su distribución. En el análisis no se contabilizarán los costos de embarque ni de transporte al cliente. Se identificaron diecisiete operaciones en tres componentes principales, estas se muestran en la figura 3.1 y 3.2.

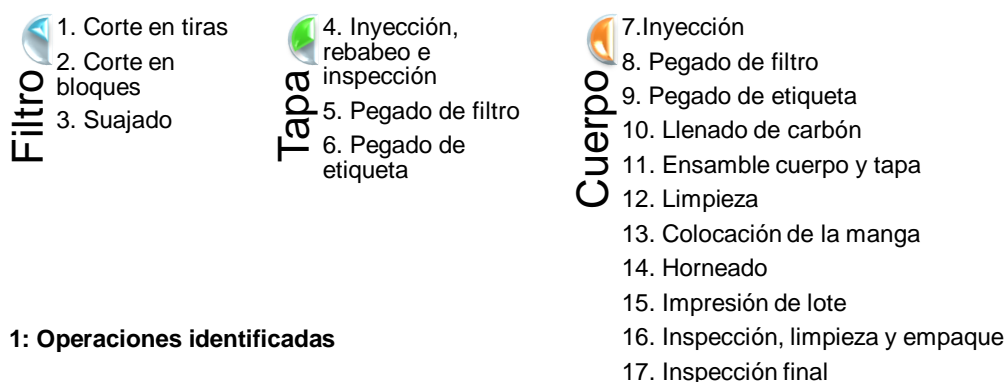


Figura 3. 1: Operaciones identificadas

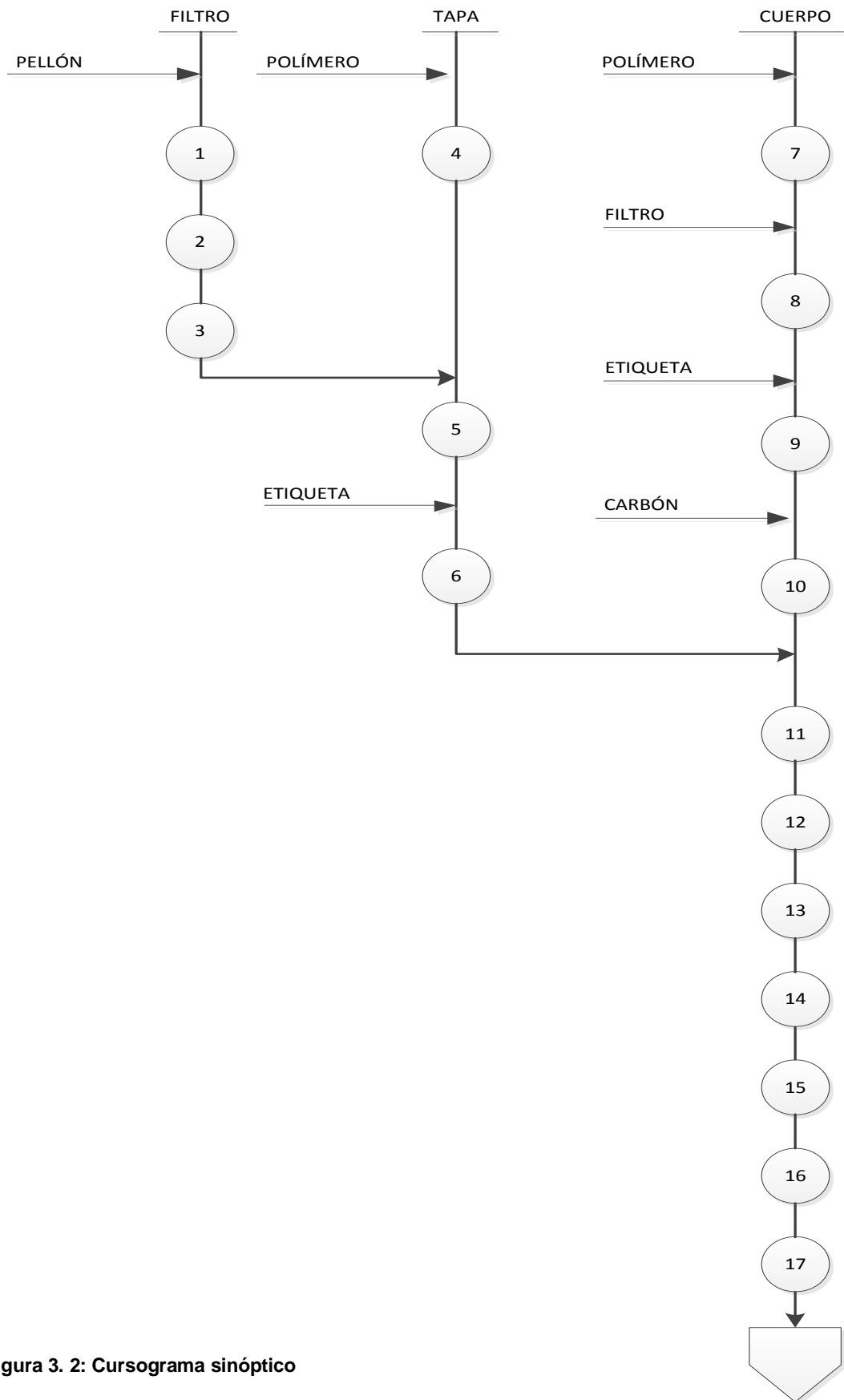


Figura 3. 2: Cursograma sinóptico

Una vez determinadas las operaciones se procede al análisis de cada una, el cual se muestra completo en el anexo 2.

Descripción de la primera operación, Corte en tiras:

Se toma un pellón de aproximadamente 100 m, se coloca sobre una mesa al igual que la base de cartón y una de base de madera, posteriormente se toma una regla de 1.5 m. Se realiza una marca cada 30 cm, después con un cúter, se corta. Se toma cada trozo cortado y se reubica en otra mesa que se encuentra aproximadamente a cinco pasos. El operario realiza esta operación tal como se muestra en la figura 3.3.



Figura 3. 3: Operario de la operación 1

### 3.1.1 Análisis basado en la técnica del interrogatorio

- Lugar: el espacio en el cual se realiza la operación es adecuado, ya que cuenta con la iluminación y ventilación adecuada para el operario.
- Persona: la curva de aprendizaje del operario es adecuada para realizar la actividad ya que normalmente él lleva acabo esa operación y lo hace de forma adecuada.
- Propósito: todas las actividades realizadas cumplen con el propósito de obtener tiras de filtro.

#### Áreas de Oportunidad

- Sucesión: la sucesión en el proceso es tediosa y se podría modificar para incrementar la eficiencia.
- Herramienta: el operario utiliza una adaptación en el cúter, ya que después de utilizarlo por un lapso de tiempo considerable le comienza a molestar.

Propuestas según análisis:

- Asignar mesa de trabajo y colocar un patrón de medida en la mesa, con esto evitaríamos que el operario mida constantemente.
- Anclar una regla a la mesa, este debe ser movable para que el operario levante la regla, baje y pueda cortar.
- Los trozos ya cortados se pueden depositar a un extremo de la misma mesa con la finalidad de evitar el desplazamiento del operario.

### **3.1.2 Determinación de suplementos por descanso variables**

Los suplementos variables se relacionan con la postura, las condiciones ambientales, la monotonía, la tensión visual, etc. La determinación está basada en las tablas de suplementos del libro de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), *Introducción al Estudio del Trabajo*.

El primer parámetro dentro de los suplementos variables calculado fue la tensión física que se provoca en el trabajador por la naturaleza del mismo:

- Fuerza ejercida promedio: al realizar esta actividad el esfuerzo que realiza el operario es un esfuerzo reducido nulo debido a que la carga es menor de 0.5 kg por ello el puntaje asignado es de cero.
- Postura: el trabajador se encuentra de pie, estirándose y agachándose para poder realizar los cortes correctamente. El puntaje asignado es de ocho, debido a que se considera como una tensión mediana.
- Vibraciones: el trabajador no está sometido a ninguna vibración mientras que realiza esta actividad. Puntaje asignado cero.
- Ciclos breves: los ciclos breves se refieren a lo repetitivo que puede llegar a ser el trabajo durante un largo periodo de tiempo. El operador tarda más de veinte centiminutos en realizar la actividad por ello el puntaje asignado es cero.
- Ropa molesta: el trabajador usa cofia y delantal, el resto atuendo depende directamente de él. Puntaje asignado cero.

Los puntajes para la primera operación en relación a la tensión física, se muestran como resumen en la figura 3.4.



| <b>A. Tensión física</b>        | <b>Puntaje asignado</b> |
|---------------------------------|-------------------------|
| <b>Fuerza ejercida promedio</b> | <b>0</b>                |
| <b>Postura</b>                  | <b>8</b>                |
| <b>Vibraciones</b>              | <b>0</b>                |
| <b>Ciclo breve</b>              | <b>0</b>                |
| <b>Ropa molesta</b>             | <b>0</b>                |
| <b>Total</b>                    | <b>8</b>                |

Figura 3. 4: Puntaje asignado a tensión física

Segundo parámetro, tensión mental derivada de la operación que realiza el trabajador:

- **Concentración o ansiedad:** el trabajador está bajo concentración ya que repetidamente tiene que marcar las medidas del pellón con ayuda de la regla y tener cuidado al cortar ya que utiliza un cúter para esta actividad. El puntaje asignado es de once.
- **Monotonía:** el trabajador efectúa un trabajo repetitivo, esto se consideró como monotonía media debido al ciclo del proceso. El puntaje asignado es de cinco.
- **Tensión visual:** las condiciones de iluminación natural y artificial del trabajador son aceptables, se somete a un periodo de tensión al marcar el pellón. El puntaje asignado es de ocho.
- **Ruido:** el trabajador no está sometido a ningún ruido perturbante ni constante. El puntaje asignado es cero.

En resumen los puntajes para la tensión mental se muestran en la figura 3.5.

| <b>B. Tensión mental</b>        | <b>Puntaje asignado</b> |
|---------------------------------|-------------------------|
| <b>Concentración o ansiedad</b> | <b>11</b>               |
| <b>Monotonía</b>                | <b>5</b>                |
| <b>Tensión visual</b>           | <b>8</b>                |
| <b>Ruido</b>                    | <b>0</b>                |
| <b>Total</b>                    | <b>24</b>               |

Figura 3. 5: Puntaje asignado a tensión mental

Tercer parámetro, tensión física o mental provocada por las condiciones de trabajo a las que se somete al trabajador al realizar una actividad.

- En todos los casos el puntaje es de cero, ya que el trabajador está sometido a condiciones ambientales normales; existe una ventana al frente la cual mantiene la ventilación adecuada. No se encuentra ninguna maquinaria que emane gases o polvos y el área destinada a esta actividad se encuentra arreglada y limpia.

Por lo tanto los puntajes quedan como se muestra en la figura 3.6.

| C. Tensión provocada por las condiciones de trabajo | Puntaje asignado |
|---|------------------|
| Temperatura   | 0                |
| Ventilación   | 0                |
| Emanaciones de gas                                  | 0                |
| Polvo   | 0                |
| Suciedad  | 0                |
| Presencia de agua                                   | 0                |
| <b>Total</b>  | <b>0</b>         |

Figura 3. 6: Puntaje asignado a tensión por condiciones de trabajo

La empresa no cuenta con suplementos especiales por contingencia o políticas de la misma, por lo tanto la suma de los puntos de los tres parámetros tensión física, tensión mental y Tensión provocada por las condiciones de trabajo se muestran en la figura 3.7.

| Parámetros  | Puntaje asignado |
|---|------------------|
| A. Tensión física                                   | 8                |
| B. Tensión mental                                   | 24               |
| C. Tensión provocada por las condiciones de trabajo | 0                |
| <b>Total</b>  | <b>32</b>        |

Figura 3. 7: Suma de puntos

Una vez obtenido el puntaje se realiza la conversión de los puntos en porcentaje según la tabla 3.8.

| PUNTOS | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0      | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 |
| 10     | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 20     | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 |
| 30     | 15 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 18 |
| 40     | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 | 23 |
| 50     | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 |
| 60     | 30 | 30 | 31 | 32 | 32 | 33 | 34 | 34 | 35 | 36 |
| 70     | 37 | 37 | 38 | 39 | 40 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| 80     | 45 | 46 | 47 | 48 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| 90     | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 |
| 100    | 64 | 65 | 66 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 |
| 110    | 75 | 77 | 78 | 79 | 80 | 82 | 83 | 84 | 85 | 87 |

Figura 3. 8: Conversión de suplementos

Por lo tanto el porcentaje de suplementos por descanso para la operación uno es del 25%.

$$\text{Suplementos fijos } 9\% + \text{Suplementos Variables } 16\% = \text{Suplementos por descanso } 25\%$$

### 3.1.3 Cálculo del tiempo estándar por unidad.

El tiempo cronometrado para realizar el corte en tiras para el filtro se registró en la figura 3.9, para los cálculos se discriminó el dato más rápido y el más lento.

| Dato | Tiempo (s) | Dato | Tiempo (s) | Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|------|------------|------|------------|
| 1    | 128        | 11   | 63         | 21   | 143        |
| 2    | 178        | 12   | 56         | 22   | 148        |
| 3    | 154        | 13   | 177        | 23   | 124        |
| 4    | 121        | 14   | 105        | 24   | 123        |
| 5    | 102        | 15   | 77         | 25   | 85         |
| 6    | 100        | 16   | 112        | 26   | 67         |
| 7    | 84         | 17   | 66         | 27   | 72         |
| 8    | 70         | 18   | 110        | 28   | 93         |
| 9    | 68         | 19   | 119        | 29   | 160        |
| 10   | 113        | 20   | 184        | 30   | 138        |

Figura 3. 9: Datos cronometrados

Los cálculos estadísticos se presentan en la tabla 3.10. El promedio y la desviación estándar se utilizaron para calcular los límites de tolerancia natural.

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:03:04     | 184 |
| Más Rápido               | 0:00:56     | 56  |
| Promedio                 | 0:01:51     | 111 |
| Desviación               | 0:00:34     | 34  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 50          |     |
| Tiempo Básico            | 55.4        |     |
| Suplementos              | 25%         |     |
| Tiempo Estándar          | 69.2        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>00.8</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 213         |     |
| LITN                     | 08          |     |

Figura 3. 10: Estadísticos

$$Tiempo\ promedio = \frac{\sum Tiempo\ observado - t_{max} - t_{min}}{\# observaciones}$$

$$Tiempo\ promedio = 111\ s$$

$$LITN = \mu - 3\sigma$$

$$LITN = 111 - 3(34)$$

$$LITN = 8$$

$$LSTN = \mu + 3(\sigma)$$

$$LSTN = 213$$

El 99.73 de los datos se encuentra entre 8 y 213, debido a que el estudio presentado es preliminar, se calcularon los límites de tolerancia natural del proceso (LITN y LSTN), que hasta antes de este estudio no eran conocidos. No se generaron diagramas de control dentro de este estudio, aunque en el futuro podrían ser útiles para monitorear los cambios en el proceso.

La figura 3.11 muestra que hay mucha variabilidad en el proceso. Esto probablemente se deba a que el proceso no está estandarizado.

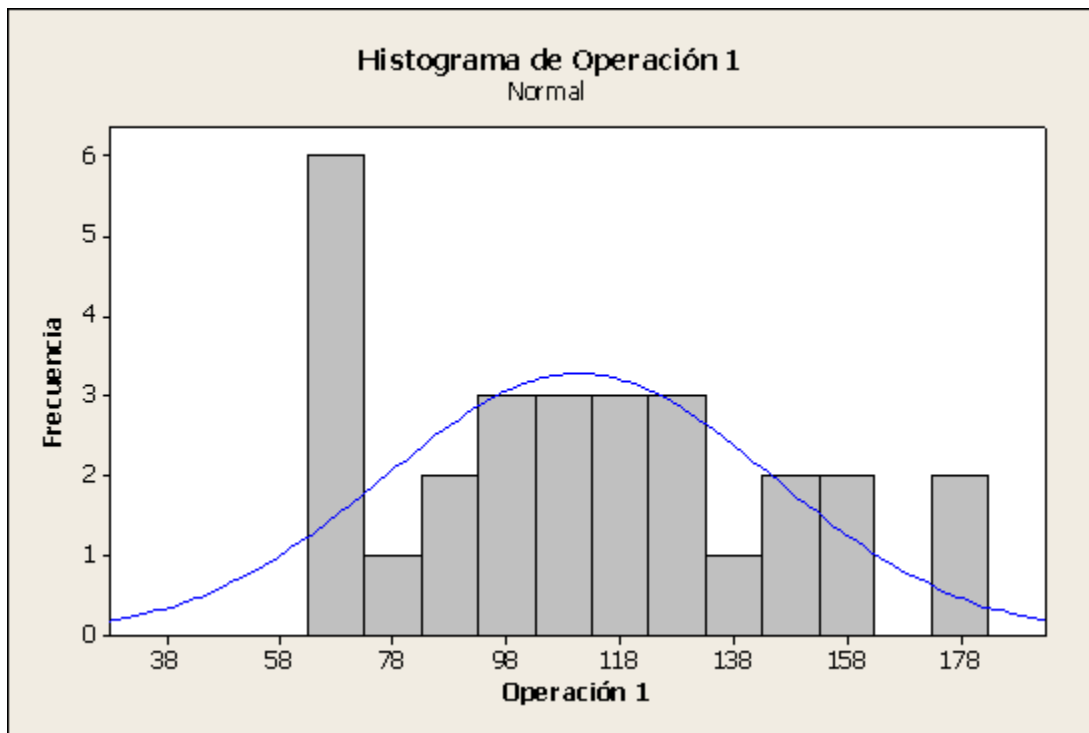


Figura 3. 11: Histograma operación 1

El tiempo básico es el tiempo promedio multiplicado por el valor atribuido. Para esta operación se consideró un valor atribuido del 50 % debido a que el operador realizaba el trabajo lentamente.

$$Tiempo\ básico = (Tiempo\ promedio) * (valor\ atribuido)$$

$$Valor\ atribuido = 50\%$$

$$Tiempo\ básico = (111\ s) * (50\%)$$

$$Tiempo\ básico = 55.5\ s$$

Como se determinó en el apartado de suplementos, para esta operación se obtuvo el 25% de tiempo adicional.

$$Suplementos = 25\%$$

$$Suplementos\ totales = 55.5\ s * 25\%$$

$$Suplementos\ totales = 13.88\ s$$

El tiempo estándar es el tiempo básico más los suplementos totales

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ básico + Suplementos\ totales$$

$$Tiempo\ estándar = 55.5\ s + 13.9\ s$$

$$Tiempo\ estándar = 69.4\ s$$

Para obtener el tiempo por unidad se divide el tiempo estándar entre 84, el total de filtros obtenidos en esta operación.

$$Tiempo\ unitario = \frac{69.4}{84}$$

$$Tiempo\ unitario = 00.8$$

### 3.1.4 Resumen de resultados

A continuación se muestran el resumen de los resultados obtenidos para el proceso general y el tiempo estándar de cada operación. Estos tiempos serán la base para el costeo del producto.

| Operación                                  | Tiempo promedio cronometrado [s] | Valor atribuido | Tiempo básico [s] | Suplementos | Tiempo estándar (por unidad) |
|--|----------------------------------|-----------------|-------------------|-------------|------------------------------|
| 1.Corte en Tiras                           | 111                              | 50              | 55.6              | 25%         | 00.8                         |
| 2.Corte en Bloques                         | 139                              | 50              | 69.4              | 25%         | 01.0                         |
| 3.Suajado                                  | 47                               | 50              | 23.5              | 25%         | 00.3                         |
| 4.Inyección, rebabeo e inspección de tapa. | 32                               | 100             | 32.0              | 25%         | 40.1                         |
| 5.Pegado de Lainer en la Tapa              | 06                               | 110             | 06.5              | 31%         | 08.5                         |
| 6.Pegado de Etiqueta a la Tapa             | 08                               | 90              | 07.1              | 20%         | 08.5                         |
| 7.Inyección de Cuerpo                      | 56                               | 80              | 44.7              | 25%         | 09.3                         |
| 8.Pegado de lainer al cuerpo               | 225                              | 90              | 202.2             | 31%         | 07.4                         |
| 9.Pegado de etiqueta al cuerpo             | 05                               | 100             | 04.7              | 20%         | 05.6                         |
| 10.Llenado de Carbón                       | 332                              | 120             | 397.9             | 28%         | 14.6                         |
| 11.Ensamble Cuerpo y Tapa                  | 13                               | 80              | 10.3              | 21%         | 12.4                         |
| 12.Limpieza                                | 07                               | 100             | 07.4              | 21%         | 09.0                         |
| 13.Colocación de la Manga                  | 178                              | 80              | 142.5             | 21%         | 05.7                         |
| 14.Horneado                                | 232                              | 100             | 231.8             | 20%         | 07.0                         |
| 15.Impresión de Lote                       | 205                              | 100             | 205.4             | 20%         | 08.2                         |
| 16.Inspección, Limpieza y Empaque          | 1419                             | 60              | 851.2             | 21%         | 12.3                         |
| 17.Inspección Final                        | 21                               | 80              | 16.7              | 22%         | 00.2                         |

Figura 3. 12: Resumen de tiempo estándar

La figura 3.12, presenta el resumen del tiempo cronometrado, valor atribuido, tiempo básico, suplementos y el tiempo estándar por unidad.

En las primeras tres operaciones se dio un valor atribuido del 50%, el operador se mostraba sin interés, a diferencia del pegado del filtro a la tapa, en éste caso el operador al sentirse observado trato de trabajar rápido, ritmo de trabajo que no podrá sostener durante la jornada laboral al igual que el operador en el llenado de carbón para esté se asignó un valor atribuido del 120%.

En la última columna se muestra el tiempo estándar por operación con un total de 111.9 segundos tiempo necesario para fabricar un desodorante.

| Operación                                       |            |            |            |           |            |            |           |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|   | 1          | 2          | 3          | 4         | 5          | 6          | 7         | 8          | 9          | 10         | 11         | 12         | 13         | 14         | 15         | 16         | 17         |
| <b>A.Tensión física</b>                         |            |            |            |           |            |            |           |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Fuerza Ejercida Promedio                        | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 11         |
| Postura   | 8          | 8          | 4          | 0         | 11         | 2          | 0         | 11         | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 6          | 2          | 12         |
| Vibraciones                                     | 0          | 0          | 2          | 0         | 5          | 0          | 0         | 5          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Ciclo breve                                     | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Ropa molesta                                    | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>B.Tensión Mental</b>                         |            |            |            |           |            |            |           |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Concentración o ansiedad                        | 11         | 11         | 2          | 0         | 10         | 1          | 0         | 10         | 1          | 4          | 4          | 4          | 4          | 1          | 1          | 4          | 0          |
| Monotonía                                       | 5          | 5          | 0          | 0         | 11         | 5          | 0         | 11         | 5          | 11         | 5          | 5          | 5          | 1          | 5          | 5          | 0          |
| Tensión Visual                                  | 8          | 8          | 0          | 0         | 8          | 4          | 0         | 8          | 4          | 0          | 4          | 4          | 4          | 0          | 0          | 4          | 0          |
| Ruido   | 0          | 0          | 2          | 0         | 2          | 0          | 0         | 2          | 0          | 2          | 1          | 0          | 0          | 2          | 0          | 0          | 0          |
| <b>C. Tensión provocada por las condiciones</b> |            |            |            |           |            |            |           |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Temperatura                                     | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 3          | 0          | 0          | 0          |
| Ventilación                                     | 0          | 0          | 1          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 10         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Emanaciones de Gas                              | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Polvo   | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 4          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Suciedad  | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 7          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Presencia de Agua                               | 0          | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>Puntaje total=</b>                           | <b>32</b>  | <b>32</b>  | <b>11</b>  | <b>0</b>  | <b>47</b>  | <b>12</b>  | <b>0</b>  | <b>47</b>  | <b>12</b>  | <b>40</b>  | <b>16</b>  | <b>15</b>  | <b>15</b>  | <b>9</b>   | <b>12</b>  | <b>15</b>  | <b>23</b>  |
| <b>Suplementos Variables=</b>                   | <b>16%</b> | <b>16%</b> | <b>11%</b> | <b>0%</b> | <b>22%</b> | <b>11%</b> | <b>0%</b> | <b>22%</b> | <b>11%</b> | <b>19%</b> | <b>12%</b> | <b>12%</b> | <b>12%</b> | <b>11%</b> | <b>11%</b> | <b>12%</b> | <b>13%</b> |
| <b>Suplementos Totales=</b>                     | <b>25%</b> | <b>25%</b> | <b>20%</b> | <b>0%</b> | <b>31%</b> | <b>20%</b> | <b>0%</b> | <b>31%</b> | <b>20%</b> | <b>28%</b> | <b>21%</b> | <b>21%</b> | <b>21%</b> | <b>20%</b> | <b>20%</b> | <b>21%</b> | <b>22%</b> |

Figura 3. 13: Resumen de suplementos

En la figura 3.13, se observa que el porcentaje de suplementos agregados va del 20 al 31 por ciento dependiendo de la operación el suplemento más alto fue para el pegado del filtro a la tapa pues es una operación peligrosa que pone en riesgo al trabajador por lo tanto se necesita de mucha concentración, genera fatiga por monotonía y se exponen a posibles quemaduras.

| Operación                                  | Lugar | Persona | Sucesión | Herramienta | Propósito |
|--|-------|---------|----------|-------------|-----------|
| 1.Corte en tiras                           | ✓     | ✓       | ✓        | ✗           | ✓         |
| 2.Corte en bloques                         | ✓     | ✓       | ✓        | ✗           | ✓         |
| 3.Suajado                                  | ✓     | ✓       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 4.Inyección, rebabeo e inspección de tapa. | ✓     | ✓       | ✓        | ✗           | ✓         |
| 5.Pegado de filtro en la tapa              | ✗     | ✓       | ✓        | ✗           | ✓         |
| 6.Pegado de etiqueta a la tapa             | ✓     | ✗       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 7.Inyección del cuerpo                     | ✓     | ✓       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 8.Pegado de filtro al cuerpo               | ✓     | ✓       | ✓        | ✗           | ✓         |
| 9.Pegado de etiqueta al cuerpo             | ✓     | ✗       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 10.Llenado de carbón                       | ✓     | ✓       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 11.Ensamble cuerpo y tapa                  | ✗     | ✗       | ✓        | ✗           | ✓         |
| 12.Limpieza                                | ✓     | ✓       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 13.Colocación de la manga                  | ✓     | ✗       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 14.Horneado                                | ✓     | ✓       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 15.Impresión de lote                       | ✓     | ✓       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 16.Inspección, limpieza y empaque          | ✓     | ✗       | ✓        | ✓           | ✓         |
| 17.Inspección final                        | ✓     | ✓       | ✓        | ✓           | ✓         |

**Figura 3. 14: Resumen técnica del interrogatorio**

Como se puede observar en la figura 3.14, en la mayoría de las actividades el proceso o método no es el adecuado, incluso en el caso del pegado de filtro a la tapa es riesgoso para los operarios. Todas las actividades cumplen su propósito pero la mayoría deja de lado la comodidad y seguridad de los trabajadores al ejecutar las tareas con herramientas deficientes, en lugares poco convenientes y sin la experiencia necesaria.

En las primeras dos operaciones corte en tiras y corte en bloques se observa como áreas de oportunidad, el método y la herramienta de trabajo, pues el operador realiza movimientos que no agregan valor al producto, caminado de una mesa a otra para colocar las piezas cortadas, cuando lo más conveniente sería colocarlas en la misma mesa.

Para medir, el operador, realiza el procedimiento mediante una regla, esto puede sustituirse por un patrón ya que la medida es la misma para todos los bloques y no se necesita precisión en los cortes.

En el caso del suajado el proceso es incorrecto al no tener una cantidad estándar de pellón a cortar generando desperdicios de tiempo y de material.

El pegado del filtro a la tapa cuenta con una nota especial por el riesgo que esta operación representa para los operadores. El procedimiento se lleva a cabo mediante una máquina adaptada de hot-stamping que cuenta con un troquel vertical, accionado mediante un pedal, por medio de calor el troquel pega el filtro a la tapa. El operador toma una tapa con filtro con la mano derecha y lo coloca en una base, acciona el pedal, baja el troquel caliente y se pega por calor dicho filtro al terminar el troquel sube, con la mano izquierda se retira la tapa. Con la rapidez de la operación y al no haber ninguna guarda de seguridad que impida al operador oprimir el pedal si las manos están cerca del troquel, los operadores se queman por oprimir el pedal mientras su mano derecha apenas está colocando la tapa en el molde.

Para la inyección del cuerpo y tapa no se cuenta con un manual de procedimientos o de acciones correctivas en caso de algún incidente. Debido a que el proceso es semiautomático el operador retira la colada en cada ciclo y coloca lubricante regularmente; algunas ocasiones olvida colocar el lubricante y la colada se queda atorada.

Cuando la colada esta atorada no cuenta con los elementos de protección personal necesarios ni las herramientas correctas. Toma un tanque de gas con un soplete adaptado para calentar el plástico y poder retirarla. Este procedimiento lo realiza sin ninguna protección, cuando el gas genera una flama mayor el operador sopla para apagar o utiliza un cartón. Esto es un riesgo potencial que puede generar un conato de incendio en cualquier momento debido a la cantidad tan grande de productos flamables que hay en el lugar de trabajo, como los plásticos, el lubricante etc.

Se presenta el diagrama de proceso para la fabricación del desodorante para refrigerador dividido en los tres componentes principales con un tiempo total de 111.9 segundos como se muestra en la figura 3.15.



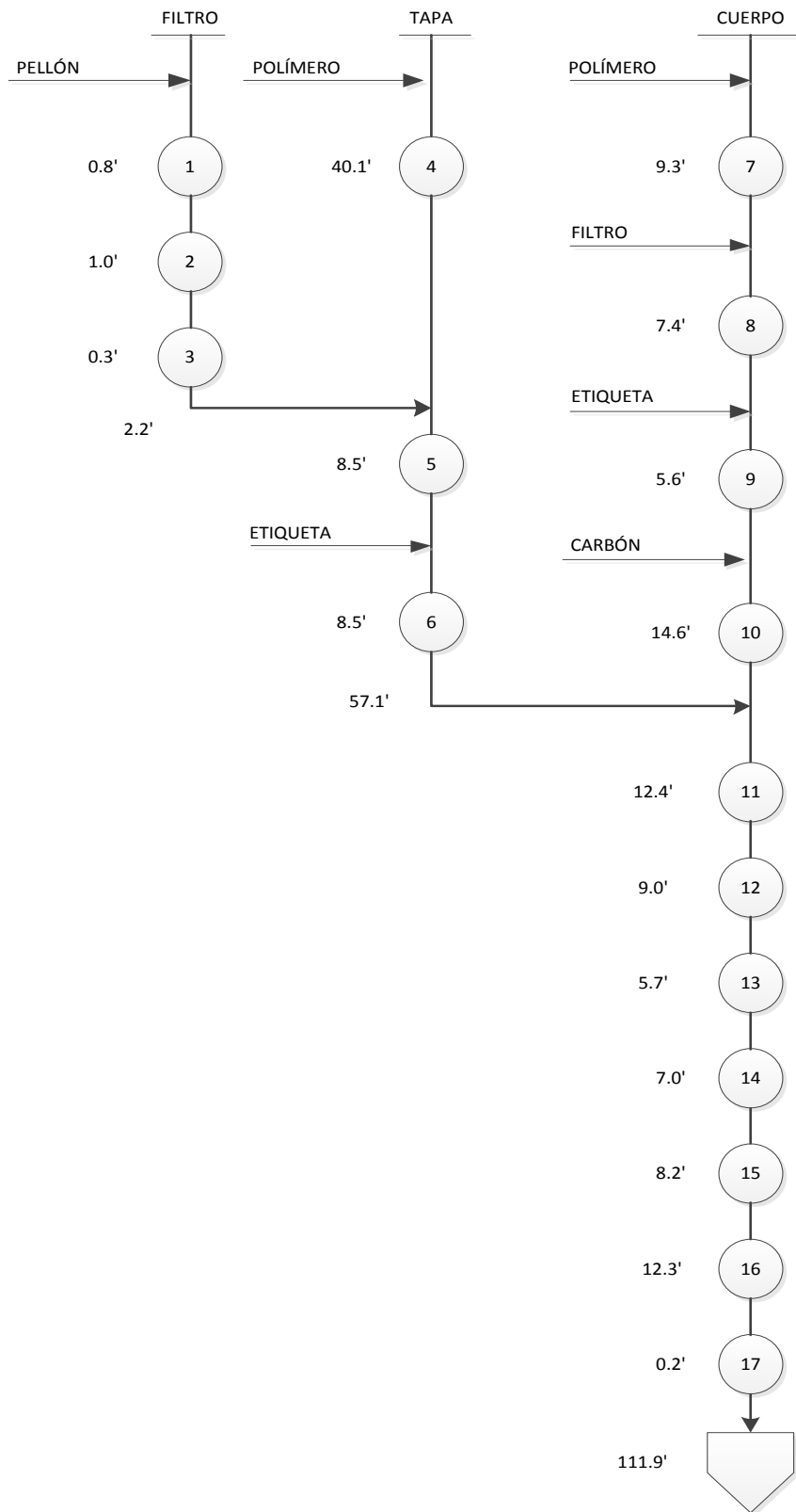


Figura 3. 15: Cursograma sinóptico con tiempo estándar.

## 3.2 Costeo

Al inicio del proyecto la mayor inquietud del Plant Manager era saber el costo de producir una unidad del desodorante para refrigerador, pues desde el nacimiento de dicho producto no se había realizado un análisis profundo de su fabricación. En el primer apartado de éste capítulo se presenta el mapeo del proceso, el análisis de cada operación la maquinaria utilizada y el tiempo hombre necesario para la producción. La base del costeo es precisamente la determinación de dichos elementos, con ellos se calcula el costo de la mano de obra para la fabricación de un lote, los costos directos e indirectos de fabricación y el costo de las materias primas. A continuación se muestra el cálculo de los costos detallado para producir 70,000 piezas.

Para obtener el costo del desodorante, se determinaron los costos por cada insumo; es decir, por pigmentos, plástico, carbón, tinta, etc., y sus rendimientos. Se identificaron las horas que trabajarán las máquinas y sus consumos de energía. Para finalizar se calcularon los costos de mano de obra, en este caso con base en el sueldo de los trabajadores se obtuvo el sueldo por hora y se identificaron cuántas horas se utilizaban para realizar cada actividad, estos tiempos son los calculados en la primer etapa del proyecto.

Nota: Los costos presentados son hipotéticos.

Se determinan las siguientes definiciones para entender el flujo del costeo:

- Pieza: es solo una parte del desodorante, es decir una tapa o un cuerpo.
- Juego: se entenderá como juego el desodorante ensamblado, es decir dos piezas que son la tapa y el cuerpo.

### Costos de materia prima

Pigmento

Costo \$350.00/kg

Rendimiento 7000juegos/ kg

Costo por lote \$3,500.00

PVC se sumó el peso de la tapa 6.4 gr más el cuerpo 21.5 gr y la colada 1gr

Costo \$25.62/kg

Rendimiento 34.6 juegos / kg

Costo por lote \$51,832.37

#### Pellón

Costo \$500/rollo.

Rendimiento 33, 000 piezas/ rollo

Costo por lote \$2,121.21

#### Etiqueta

Costo \$90/millar

Rendimiento 500 juegos/ millar

Costo por lote \$12,600.00

#### Carbón activado

Costo \$30/ Kg.

Rendimiento 33.3 piezas/ kg

Costo por lote \$63,063.00

#### Silicón

Costo \$80/ Kg

Rendimiento 2000 piezas/ kg

Costo por lote \$2,800.00

#### Manga

Costo \$271/ millar.

Rendimiento 1000 mangas/ millar

Costo por lote \$18,970.00

#### Marco para impresión del lote

Costo \$50/ Lote.

#### Tinta

Costo \$1080/ Litro

#### Caja

Costo \$5.8/ pieza.

Rendimiento 833 piezas/ lote

Costo por lote \$4,833.33

#### Cinta canela

Costo \$28/ pieza.

Rendimiento 120 cajas cerradas / pieza de cinta canela

Costo por lote \$194.44

#### Cinta transparente

Costo \$28/ pieza.

Rendimiento 226 cajas cerradas / pieza de cinta transparente

Costo por lote \$103.24

#### Equipo de seguridad

Cofias \$133

Mascarilla \$390

Costo \$523.00

En resumen, el costo total de los insumos es de \$161,670.59, tal como se muestra en la figura 3.16.

| Insumo              | Costo               |
|---------------------|---------------------|
| Pigmento            | \$3,500.00          |
| Plástico            | \$51,832.37         |
| Pellón              | \$2,121.21          |
| Etiqueta            | \$12,600.00         |
| Carbón activado     | \$63,063.00         |
| Silicón             | \$2,800.00          |
| Manga               | \$18,970.00         |
| Marco               | \$50.00             |
| Tinta               | \$1,080.00          |
| Caja                | \$4,833.33          |
| Cinta Canela        | \$194.44            |
| Cinta transparente  | \$103.24            |
| Equipo de seguridad | \$523.00            |
| <b>Total</b>        | <b>\$161,670.59</b> |

**Figura 3. 16: Costo de insumos**

### Costos de mano de obra

Los costos de mano de obra se calcularon con base en el tiempo estándar de cada actividad. La empresa tiene identificados seis tipos de salarios para el personal involucrado en la producción del desodorante para refrigerador. A cada uno de estos salarios se le aumento el 20% para absorber los costos administrativos de la planta. El operario promedio tiene un salario de \$ 825.00, el operario de carbón \$ 850.00, operario máquinas \$ 950.00, operario en inyectora \$ 860.00, jefe de inyección \$ 1,800.00 y el encargado de desodorante \$ 1,570.00. A continuación se muestran las actividades relacionadas con cada tipo de operario y el tiempo invertido en cada una de ellas en la figura 3.17.

| Concepto           | Procesos     | Horas                          |               |
|--------------------|--------------|--------------------------------|---------------|
| Operario Promedio  | 1            | Corte en Tiras                 | 16:04         |
|                    | 2            | Corte en Bloques               | 20:04         |
|                    | 6            | Pegado de Etiqueta (Tapa)      | 166:01        |
|                    | 9            | Pegado de Etiqueta (cuerpo)    | 109:08        |
|                    | 11           | Ensamble Cuerpo y Tapa         | 241:42        |
|                    | 12           | Limpieza                       | 174:45        |
|                    | 13           | Colocación de la Manga         | 111:46        |
|                    | 15           | Impresión de Lote              | 159:47        |
|                    | 16           | Inspección, Limpieza y Empaque | 238:25        |
|                    | 17           | Inspección Final               | 4:42          |
|                    | <b>Total</b> | <b>1242:30</b>                 |               |
| Operario de Carbón | 10           | Llenado de Carbón              | 282:58        |
|                    |              | <b>Total</b>                   | <b>282:58</b> |
| Operario Máquinas  | 3            | Sujado                         | 6:47          |
|                    | 5            | Pegado de Lainer               | 164:33        |
|                    | 8            | Pegado de Lainer (cuerpo)      | 143:04        |
|                    | 14           | Horneado                       | 135:14        |
|                    | <b>Total</b> | <b>449:38</b>                  |               |
| Operario Inyectora | 4            | Inyección de tapa              | 778:53        |
|                    | 7            | Inyección de Cuerpo            | 180:58        |
|                    |              | <b>Total</b>                   | <b>959:52</b> |

Figura 3. 17: Horas invertidas por proceso en función de los operarios

Por lo tanto los costos de mano de obra directa son los mostrados en la figura 3.18.

| Tipo de operario         | Horas trabajadas por proceso | Costo de mano de obra |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Operario promedio        | 1243.00                      | \$ 21,364.06          |
| Operario de carbón       | 283.00                       | \$ 5,011.46           |
| Operario máquinas        | 450.00                       | \$ 8,906.25           |
| Operario en inyectora    | 960.00                       | \$ 17,200.00          |
| Jefe de inyección        | 96.00                        | \$ 3,600.00           |
| Encargado de desodorante | 1220.80                      | \$ 39,930.33          |
| <b>Total</b>             |                              | <b>\$ 96,012.10</b>   |

**Figura 3. 18: Costo de mano de obra**

### **El consumo eléctrico**

El costo del consumo eléctrico se calcula considerando un costo por KW/h de \$1.44.

Suajadora

Consumo por motor 0.7457 KW

Tiempo máquina por lote 6:47 h

Troqueladora (hot-stamping)

Consumo por motor 0.7457 KW

Tiempo máquina por lote 308:00 h

Inyectora 6

Consumo por motor 27 KW

Tiempo máquina por lote 779:00 h

Inyectora 8

Consumo por motor 30 KW

Tiempo máquina por lote 181:00 h

Máquina envasadora

Consumo por motor 30 KW

Tiempo máquina por lote 181:00 h

Horno

Consumo por motor 3 KW

Tiempo máquina por lote 135:50 h

Compresor

Consumo por motor 0.0746 KW

Tiempo máquina por lote 591:00 h

En la figura 3.19 se muestra el costo por maquinaria, los KW necesarios y las horas utilizadas.

| Maquinaria                  | KW     | Horas utilizadas por proceso | Costo              |
|-----------------------------|--------|------------------------------|--------------------|
| Suajadora                   | 0.7457 | 7.00                         | \$7.51             |
| Troqueladora (hot-stamping) | 0.7457 | 308.00                       | \$330.50           |
| Inyectora 6                 | 27     | 779.00                       | \$30,266.49        |
| Inyectora 8                 | 30     | 181.00                       | \$7,813.77         |
| Envasadora                  | 0.1864 | 283.00                       | \$75.92            |
| Horno                       | 3      | 135.50                       | \$584.95           |
| Compresor                   | 0.0746 | 591.00                       | \$63.42            |
| <b>Total</b>                |        |                              | <b>\$39,142.56</b> |

Figura 3. 19: Consumo eléctrico

Realizando la suma del costo de insumos, mano de obra y electricidad obtenemos que un lote de 70,000 piezas tiene un costo de \$297,801.70.

| Costo        | Total           |
|--------------|-----------------|
| Insumos      | \$161,670.59    |
| Mano de obra | \$ 96,012.10    |
| Electricidad | \$39,142.56     |
| <b>Total</b> | <b>297801.7</b> |

Figura 3. 20: Costos totales

Por lo tanto precio unitario del desodorante es de \$4.254, suponiendo que el precio de venta al proveedor es de \$5.60, se obtiene que la empresa tiene una ganancia del 24.03% en la fabricación de este producto.

# 4. Conclusiones



El objetivo fundamental de ésta tesis es determinar el costo unitario e identificar áreas de oportunidad para el desodorante para refrigerador, se realizó el estudio de métodos de dicho producto base para la determinación de los costos y se realizaron propuestas de mejora al método actual. Las conclusiones que se derivan de dicho análisis son las que se exponen a continuación.

El estudio de métodos, la medición de trabajo y la técnica del interrogatorio; así como otros métodos para medir el desempeño de los trabajadores debería ser efectuado en todos los casos. Como ya se explicó, la productividad de un operador no dependen simplemente de la disposición que este tenga para trabajar, hay factores que no dependen de él y que son responsabilidad del empleador modificar para lograr un aumento en la productividad.

Un error frecuente es cronometrar el tiempo que tarda un operador en realizar una tarea sin tomar en cuenta el ritmo del operario y los suplementos, fijando estándares que no se pueden cumplir. Esto lleva a no tener un control en la producción, a tener retrasos en los tiempos de entrega y una gran incertidumbre en las utilidades obtenidas.

El análisis presentado da herramientas fundamentales para la toma de decisiones, se obtuvo un tiempo de fabricación por lote de producción de 91 días, esto permite fijar tiempos de entregas a los proveedores y la planeación de productos en máquinas específicas como las inyectoras.

Con base en las observaciones de cada proceso se realizaron propuestas de mejora que van desde herramientas de trabajo para agilizar procesos repetitivos, mejorar las condiciones del trabajador cuando está en riesgo su integridad hasta evaluar el rediseño de la actividad.

Hay poco control de calidad en cada operación por parte de los operarios, algunos defectos de inyección de la primera operación, se detectan cuando el desodorante está prácticamente terminado. Es necesario establecer estándares de calidad en cuanto a producto aceptado-rechazado en cada etapa del proceso.

Se deben realizar manuales de operación que garanticen la adecuada realización de cada operación, para disminuir los defectos presentados por la variabilidad del proceso y garantizar la seguridad de los operarios.

Los operarios deben respetar la jerarquización de las operaciones y no saltarse líneas de mando para solucionar individualmente problemas o incidentes que no sean aplicados a su expertis.

Con una agresividad nunca antes vista las industrias están resolviendo aspectos como la reducción de costos y un aumento de calidad a través de una mejora en la productividad, así mismo se están analizando de una manera crítica todos los componentes del negocio que no agregan valor al producto o servicios final; es decir, aquellos que no incrementan sus utilidades.

La forma de eficientar recursos y obtener un margen de utilidad mayor no tiene que ser sacrificando la calidad de los insumos y por ende la calidad del producto final, se puede obtener un aumento significativo si se mejoran las condiciones de trabajo, desarrollando herramientas adecuadas y seguras para operaciones específicas.

Las propuestas de mejora son un impacto directo a los costos, pues al reducir los tiempos de operación y propiciar un ambiente adecuado para aumentar la productividad de los operarios se reducen los costos de operación y de mano de obra.

Según el análisis presentado la empresa gana el 24.03% en la fabricación del desodorante, con esto se demuestra que sí obtiene ganancias cercanas a lo establecido cuando nació dicho producto.

Se confirma lo presentado en la teoría de costos, los costos de materia prima son los que representan un mayor impacto seguido de la mano de obra y los gastos de operación.

En condiciones normales de producción se tiene que un lote de producción de 70,000 piezas puede ser entregado en 91 días a un costo de producción de \$5.60 por pieza. Condiciones que cambian cuando es necesario pagar horas extras para cumplir con los tiempo de entrega.

Esta tesis demuestra que a partir de algo tan elemental como la determinación de tiempo estándar podemos lograr la planeación de la producción y la determinación de costos.

# 5. Bibliografía

B.W. Niebel, *Ingeniería industrial*, Representaciones y servicios de ingeniería, S.A, segunda ed. México, 1980.

Organización Internacional del Trabajo (OIT), *Introducción al Estudio del Trabajo*, Limusa Noriega Editores, cuarta ed. México, 2002.

M. Douglas; R. George, *Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería*, McGraw-Hill, primera ed. México, 1996.

*Apuntes de estudio del trabajo*, notas de clase de M. L Arellano, Dpto. de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México, México 2011.

*Análisis de la capacidad de procesos industriales*, A. Wellens, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de ingeniería, México 2012

ProMéxico: *PyMEs eslabón fundamental para el crecimiento en México*, junio 2014. [Internet] Disponible: <http://www.promexico.gob.mx/negocios-internacionales/pymes-eslabon-fundamental-para-el-crecimiento-en-mexico.html>.

Secretaría de Economía, *Sistema General de Unidades de Medida*, Norma oficial mexicana NOM-008-SCFI-2002, México, marzo 20, 2002.

Revista académica de economía, *Las PyMEs en México: desarrollo y competitividad*,

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), *Temas y políticas claves sobre PyMEs y emprendimiento en México*, OECD Publishing, 2013, [Internet] Disponible: [http://www.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/temas-y-politicas-clave-sobre-pymes-y-emprendimiento-en-mexico\\_9789264204591-es](http://www.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/temas-y-politicas-clave-sobre-pymes-y-emprendimiento-en-mexico_9789264204591-es).

# Anexo A1: Estimación de observaciones

Para determinar el número necesario de observaciones se debe conocer la exactitud con que se desean los resultados. Entre más observaciones se realicen, se tendrá mayor precisión en la estimación. La siguiente fórmula proporciona el tamaño de la muestra para la confianza y precisión deseadas:

$$n = \frac{z^2 p(1 - p)}{h^2}$$

Donde:

$n$ =Tamaño de la muestra requerido.

$z$ =Desviación normal estándar para el nivel de confianza deseado. Estos valores se obtienen de la tabla de la distribución normal.

$p$ = porcentaje de tiempo inactivo.

$h$ =nivel de error aceptable en porcentaje.

Para el análisis de la operación 1 se consideraron los siguientes valores;

- $z=2$  para tener un nivel de confianza del 97.72%.
- $p=5\%$  Tiempo inactivo del operario.
- $h=10\%$  referente al nivel de error aceptable.

$$n = \frac{2^2(0.5)(1 - 0.5)}{0.10^2}$$
$$n = 190$$

El tamaño de la muestra debería ser de 190 observaciones, sin embargo por las limitaciones mencionadas y al tratarse de un estudio preliminar se realizan 30 observaciones para poder utilizar la estadística paramétrica.

# Anexo 2: Análisis por operación

# Tabla de contenido

|   |     |
|---|-----|
| Fotografía A 1: Corte en bloques .....                | 67  |
| Fotografía A 2: Suajado .....                         | 70  |
| Fotografía A 3: Inyección de tapa .....               | 73  |
| Fotografía A 4: Pegado del filtro a la tapa .....     | 77  |
| Fotografía A 5: Pegado de la etiqueta a la tapa ..... | 80  |
| Fotografía A 6: Inyección del cuerpo.....             | 83  |
| Fotografía A 7: Colocación del filtro al cuerpo.....  | 86  |
| Fotografía A 8: Pegado de etiqueta al cuerpo.....     | 89  |
| Fotografía A 9: Llenado de carbón.....                | 92  |
| Fotografía A 10: Ensamble cuerpo y tapa .....         | 95  |
| Fotografía A 11: Limpieza .....                       | 97  |
| Fotografía A 12: Colocación de la manga .....         | 99  |
| Fotografía A 13: Horneado.....                        | 102 |
| Fotografía A 14: Impresión del lote .....             | 105 |
| Fotografía A 15: Inspección limpieza y empaque.....   | 108 |
| Fotografía A 16: Inspección final.....                | 111 |
|   |     |
| Tabla A 1: Estadísticos operación 2.....              | 68  |
| Tabla A 2: Muestreo operación 2 .....                 | 68  |
| Tabla A 3: Estadístico operación 3.....               | 71  |
| Tabla A 4: Muestreo operación 3 .....                 | 71  |
| Tabla A 5: Estadísticos operación 4.....              | 74  |
| Tabla A 6: Muestreo operación 4 .....                 | 74  |
| Tabla A 7: Estadísticos operación 5.....              | 78  |
| Tabla A 8: Muestreo operación 5 .....                 | 78  |
| Tabla A 9: Estadísticos operación 6.....              | 81  |
| Tabla A 10: Muestreo operación 6 .....                | 81  |
| Tabla A 11: Muestreo operación 7 .....                | 84  |
| Tabla A 12: Estadísticos operación 7.....             | 84  |
| Tabla A 13: Muestreo operación 8 .....                | 87  |
| Tabla A 14: Estadísticos operación 8.....             | 87  |
| Tabla A 15: Muestro operación 9 .....                 | 90  |
| Tabla A 16: Estadístico operación 9.....              | 90  |
| Tabla A 17: Muestreo operación 10 .....               | 93  |
| Tabla A 18: Estadístico operación 10.....             | 93  |
| Tabla A 19: Muestreo operación 11 .....               | 96  |
| Tabla A 20: Estadísticos operación 11 .....           | 96  |
| Tabla A 21: Estadísticos operación 12.....            | 98  |
| Tabla A 22: Muestreo operación 12 .....               | 98  |



|  |     |
|--|-----|
| Tabla A 23: Muestreo operación 13 .....    | 100 |
| Tabla A 24: Estadístico operación 13.....  | 100 |
| Tabla A 25: Muestreo operación 14 .....    | 103 |
| Tabla A 26: Estadístico operación 14.....  | 103 |
| Tabla A 27: Muestreo operación 15 .....    | 106 |
| Tabla A 28: Estadístico operación 15.....  | 106 |
| Tabla A 29: Muestreo operación 16 .....    | 109 |
| Tabla A 30: Estadísticos operación 16..... | 109 |
| Tabla A 31: Muestreo operación 17 .....    | 112 |
| Tabla A 32: Estadístico operación 17.....  | 112 |

## Operación 2: Corte en bloques

**Descripción:** En este proceso se colocan varias tiras de pellón, se marcan y se cortan. Se utilizan las mismas herramientas que en la operación anterior. Una vez cortados los bloques, se trasladan a otra mesa aproximadamente a 5 pasos de la primera, se colocan en una caja y el operario regresa a la mesa para realizar nuevamente la actividad.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar es adecuado para realizar la actividad ya que cuenta con ventilación e iluminación correcta, el operario que lleva a cabo la actividad la realiza de forma constante y sin ningún incidente. En esta operación, se mide repetidamente, se toman aleatoriamente las tiras, porque no se sabe la cantidad óptima para cortar. Esto dificulta realizar los cortes, la herramienta utilizada es el cúter, el cuál no cuenta con el filo suficiente para cortar en el primer corte. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito de obtener el filtro en bloques.

### Propuestas

- Realizar este proceso en la misma mesa que el proceso anterior para evitar que el operario se desplace.
- Anclar una regla a la mesa, este debe ser movable para que el operario levante la regla, baje y pueda cortar.
- Analizar la cantidad óptima a cortar.
- Asegurar que el cúter tenga el filo suficiente para realizar el corte.

### Suplementos

#### Tensión Física

- Fuerza ejercida. Al realizar esta actividad el esfuerzo que realiza el operario es reducido-nulo debido a que la carga es menor de 0.5 kg, por ello el puntaje asignado es de cero.
- Postura. El operario se encuentra de pie, estirándose y agachándose para poder realizar los cortes correctamente. El puntaje asignado es de 8, debido a que se considera como una tensión mediana.
- Vibraciones. El operario no está sometido a ninguna vibración mientras que realiza esta actividad. Puntaje asignado cero.
- Ciclos breves. Los ciclos breves se refieren a lo repetitivo que puede llegar a ser el trabajo durante un largo periodo de tiempo. El operador tarda más de 20 centiminutos en realizar la actividad por ello el puntaje asignado es cero.

- Ropa Molesta. El operario como ropa de trabajo utiliza un delantal y una cofia, esto no le genera ninguna molestia para realizar esta actividad. El calzado y demás atuendo depende directamente de él. Puntaje asignado cero.

#### Tensión mental

- Concentración o ansiedad. El operario está bajo concentración ya que repetidamente tiene que marcar las medidas del pellón con ayuda de una regla y tener cuidado al cortar ya que utiliza un cúter para esta actividad. El puntaje asignado es de once.
- Monotonía. El operario efectúa un trabajo repetitivo, esto se consideró como monotonía media debido al ciclo de la operación. El puntaje asignado es de cinco.
- Tensión visual. Las condiciones de iluminación natural y artificial del operario son aceptables, se somete a un periodo de tensión al marcar el pellón. El puntaje asignado es de ocho.
- Ruido. El operario no está sometida a ningún ruido perturbante ni constante. El puntaje asignado es cero.

#### Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

En todos los casos el puntaje es de cero, ya que el operario está sometido a condiciones ambientales normales, existe una ventana la cual mantiene la ventilación adecuada. No se encuentra ninguna maquinaria que emane gases o polvos y el área destinada a esta actividad se encuentra organizada y limpia.

Sumando los 3 parámetros el resultado es de 32 puntos lo que representa un aumento del 16 % en suplementos variables. Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 16% = 25%



**Fotografía A 1: Corte en bloques**

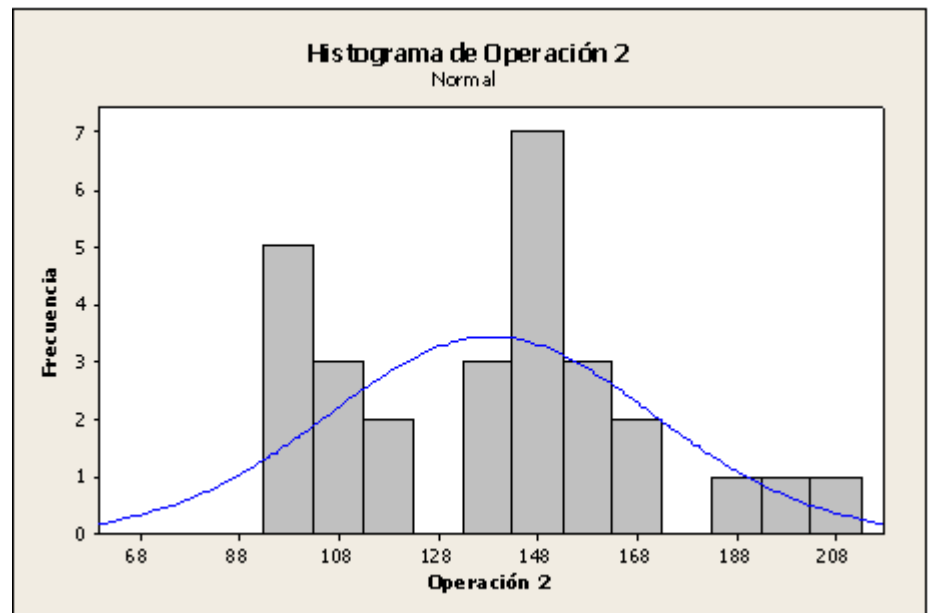
## Muestreo de trabajo y tiempo estándar.

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 209        |
| 2    | 208        |
| 3    | 172        |
| 4    | 148        |
| 5    | 142        |
| 6    | 141        |
| 7    | 108        |
| 8    | 96         |
| 9    | 95         |
| 10   | 147        |
| 11   | 93         |
| 12   | 155        |
| 13   | 195        |
| 14   | 142        |
| 15   | 105        |
| 16   | 146        |
| 17   | 94         |
| 18   | 144        |
| 19   | 147        |
| 20   | 158        |
| 21   | 160        |
| 22   | 167        |
| 23   | 151        |
| 24   | 150        |
| 25   | 113        |
| 26   | 94         |
| 27   | 104        |
| 28   | 118        |
| 29   | 192        |
| 30   | 91         |

Tabla A 2: Muestreo operación 2

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:03:29     | 209 |
| Más Rápido               | 0:01:31     | 91  |
| Promedio                 | 0:02:19     | 139 |
| Desviación               | 0:00:33     | 33  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 50.00       |     |
| Tiempo Básico            | 69.4        |     |
| Suplementos              | 0.25        |     |
| Tiempo Estándar          | 86.7        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>01.0</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 236         |     |
| LITN                     | 41          |     |

Tabla A 1: Estadísticos operación 2



Gráfica A 1: Histograma operación 2

### **Operación 3: Suajado**

**Descripción:** El operario se encuentra de pie, toma aproximadamente 30 bloques de pellón de una caja, los coloca sobre una base de plástico y encima coloca el suaje. Introduce una base en la troqueladora presiona un botón de encendido y presiona un segundo botón con el cual acciona el troquel. Ajusta la base donde se encuentre el filtro presiona nuevamente el botón de acción y coloca el filtro debajo del molde.

**Técnica del Interrogatorio:** El operario se traslada al área de máquinas en la planta baja, donde se encuentra la troqueladora. En este lugar se perciben pequeñas vibraciones y ruido generado por la maquinaria cercana. Cuenta con la experiencia suficiente, sin embargo repetidamente se tiene dificultad para sacar las piezas cortadas ya que se pegan en el molde. Al no saber el número de bloques que se deben meter a la suajadora, el operario debe revisar los filtros para saber si se cortaron correctamente y en su defecto repetir la operación hasta que esto ocurra. Las herramientas utilizadas son el suaje y la suajadora, las cuales cuentan con las características suficientes para garantizar el correcto corte de los filtros. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito de suajar los bloques y obtener filtros.

#### **Propuestas:**

- Analizar la cantidad específica de filtros para suajar en cada ciclo y con esto evitar el reproceso.
- Evaluar la factibilidad de tener un molde que tenga más cavidades, para aumentar la cantidad de filtros suajados por operación.

#### **Suplementos**

##### Tensión Física

- Fuerza ejercida. Los botones que presiona el operario para llevar a cabo esta actividad requieren de un mínimo esfuerzo. Puntuación asignada cero.
- Postura. El operario se encuentra de pie agachándose constantemente para tomar los filtros y colocarlos en la troqueladora. Puntaje asignado cuatro.
- Vibraciones. La suajadora se encuentra al lado de las inyectoras por lo que se sienten pequeñas vibraciones. Puntaje asignado dos.
- Ciclos breves. Los ciclos de trabajo son poco repetitivos. Puntaje asignado cero.

- Ropa Molesta. El operario utiliza un delantal y una cofia, esto no le genera ninguna molestia para realizar esta actividad. Puntaje asignado cero.

#### Tensión mental

- Concentración o ansiedad. El operario cuenta con una concentración media ya que debe estar atento de la colocación de los filtros y si el corte se realizó correctamente. Puntaje asignado dos.
- Monotonía. La monotonía presente en esta operación es nula, ya que a pesar de ser un trabajo repetitivo los ciclos, son lo bastante largos para que el operario descanse. Puntaje asignado cero.
- Tensión visual. El operario no realiza ninguna actividad que demande agudeza visual. Puntaje asignado cero.
- Ruido. En el lugar se percibe ruido generado por la demás maquinaria. Puntaje asignado cuatro.

#### Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

De estos parámetros la única que se ve afectada es la ventilación ya que no se cuenta con un extractor de aire cerca. Puntaje asignado uno.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 13 puntos dando como resultado un aumento del 11 %. Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 11% = 20%



Fotografía A 2: Suajado

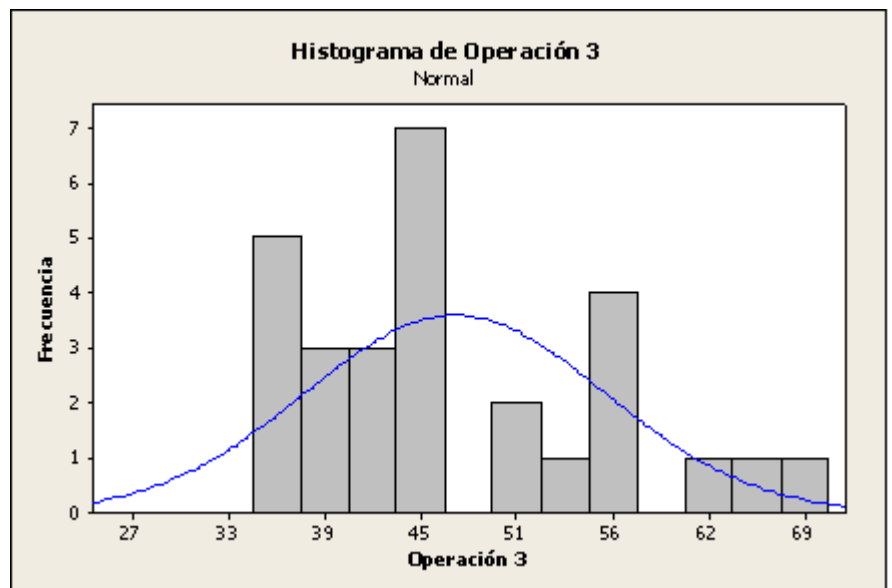
## Muestreo de trabajo y tiempo estándar.

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 74         |
| 2    | 68         |
| 3    | 65         |
| 4    | 56         |
| 5    | 56         |
| 6    | 55         |
| 7    | 51         |
| 8    | 50         |
| 9    | 45         |
| 10   | 45         |
| 11   | 45         |
| 12   | 43         |
| 13   | 42         |
| 14   | 42         |
| 15   | 38         |
| 16   | 37         |
| 17   | 36         |
| 18   | 35         |
| 19   | 35         |
| 20   | 43         |
| 21   | 61         |
| 22   | 45         |
| 23   | 58         |
| 24   | 52         |
| 25   | 40         |
| 26   | 44         |
| 27   | 34         |
| 28   | 39         |
| 29   | 45         |
| 30   | 32         |

Tabla A 4: Muestreo operación 3

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:01:14     | 74  |
| Más Rápido               | 0:00:32     | 32  |
| Promedio                 | 0:00:47     | 47  |
| Desviación               | 0:00:09     | 09  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 50.00       |     |
| Tiempo Básico            | 23.3        |     |
| Suplementos              | 0.25        |     |
| Tiempo Estándar          | 29.2        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>00.3</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 75          |     |
| LITN                     | 19          |     |

Tabla A 3: Estadístico operación 3



Gráfica A 2: Histograma operación 3

## **Operación 4: Inyección, rebabeo e inspección de tapa**

**Descripción:** Es un proceso semiautomático de inyección, el operario es el encargado de colocar desmoldante a la inyectora y accionar nuevamente la máquina. El desmoldante lo coloca de manera aleatoria o cuando ocurre un atasco de material. El operario se encuentra sentado, toma las piezas inyectadas de un depósito ubicado en la parte inferior de la máquina, realiza una inspección del 100% de las piezas, retira con un cúter los puntos de inyección o rebabas inherentes al proceso y coloca las tapas en una bolsa.

**Técnica del Interrogatorio:** La operación se realiza en el área de las inyectoras, cuenta con extractores e iluminación correctos y el operario que realiza esta actividad está calificado. Al no tener un estándar de producto rechazado-aceptado, el operario deja pasar tapas que no cuentan con los requerimientos mínimos de calidad a las demás etapas, esto provoca desperdicio de material, ya que normalmente en las demás etapas no se realizan inspecciones. La herramienta es correcta para realizar la actividad, sin embargo, al no tener mantenimiento preventivo, ocurren paros inesperados de la máquina y se detiene la producción completa, lo cual afecta las demás etapas del proceso. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### **Propuestas**

- Evaluar un periodo óptimo para colocar desmoldante, reduciendo el número de piezas atascadas, y el tiempo improductivo de la máquina cuando ocurre un incidente de este tipo.
- Realizar mantenimiento preventivo a la inyectora, evitando el desperdicio de material y el paro repentino de la producción.
- Tener un estándar de producto aceptado-rechazado, esto con el fin de detener una falla en donde se está produciendo.

### **Suplementos**

En esta operación no se calcularon suplementos ya que el tiempo utilizado por el operario es el tiempo de la máquina.





Fotografía A 3: Inyección de tapa

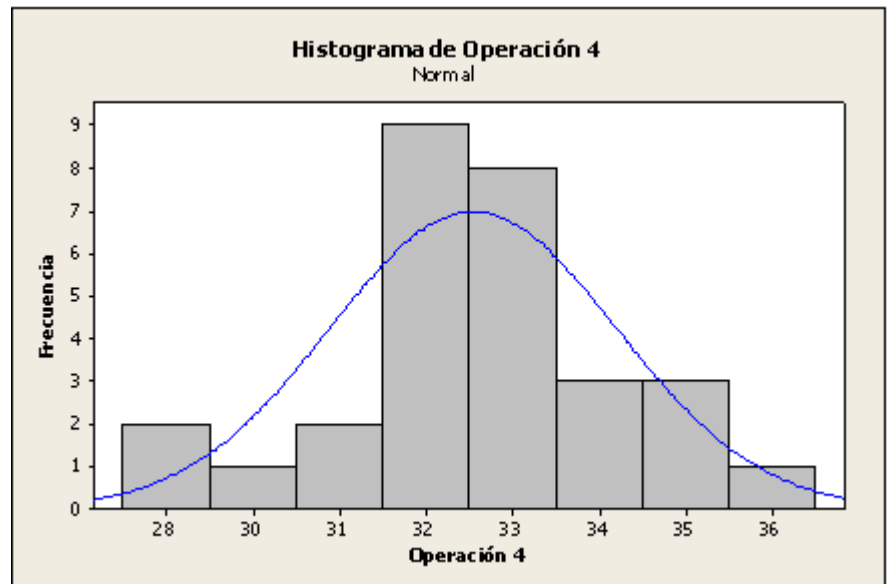
## Muestreo de trabajo y tiempo estándar.

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 28         |
| 2    | 28         |
| 3    | 29         |
| 4    | 31         |
| 5    | 31         |
| 6    | 31         |
| 7    | 31         |
| 8    | 31         |
| 9    | 31         |
| 10   | 31         |
| 11   | 32         |
| 12   | 32         |
| 13   | 32         |
| 14   | 32         |
| 15   | 32         |
| 16   | 33         |
| 17   | 33         |
| 18   | 33         |
| 19   | 35         |
| 20   | 32         |
| 21   | 31         |
| 22   | 35         |
| 23   | 34         |
| 24   | 30         |
| 25   | 34         |
| 26   | 35         |
| 27   | 33         |
| 28   | 32         |
| 29   | 31         |
| 30   | 34         |

Tabla A 6: Muestreo operación 4

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:00:35     | 35  |
| Más Rápido               | 0:00:28     | 28  |
| Promedio                 | 0:00:32     | 32  |
| Desviación               | 0:00:02     | 02  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 100         |     |
| Tiempo Básico            | 32.0        |     |
| Suplementos              | 25%         |     |
| Tiempo Estándar          | 40.0        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>40.0</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 37          |     |
| LITN                     | 27          |     |

Tabla A 5: Estadísticos operación 4



Gráfica A 3: Histograma operación 4

## **Operación 5: .Pegado de filtro en la tapa**

**Descripción:** Dependiendo del retraso en producción este proceso se realiza de dos formas:

- Un operario. El operario se encuentra sentado frente a una máquina adaptada de hot-stamping con una charola en las piernas. Toma con su mano derecha una tapa y le coloca el filtro con la mano izquierda. Coloca la tapa en la base y con su pie derecho acciona la máquina. Terminando el ciclo de la máquina si es necesario retira la tapa manualmente.
- Dos operarios. Un operario sentado junto a la máquina coloca el filtro a la tapa, mientras que el otro operario toma el ensamble lo coloca en la base y acciona el troquel.

Nota: Cuando se realiza en segundo proceso se tienen registrados 3 incidentes de quemadura.

### **Técnica del Interrogatorio**

El lugar está poco acondicionado ya que no cuenta con mobiliario para realizar la actividad. Para realizarla se improvisa una “mesa” con dos cajas y una placa de cartón. El personal es el correcto para realiza la actividad. Definitivamente el diseño de la operación en el segundo caso es causa de accidentes. La herramienta tiene una gran superficie de calefacción por lo que el operario que se encuentra realizando la actividad sufre quemaduras constantemente. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito para el cual fueron diseñadas.

### **Propuestas**

- Utilizar el primer proceso, esto para evitar que el operario se queme.
- Evaluar la factibilidad de maquinar un nuevo troquel con el fin de reducir la zona de contacto entre la mano del operario y la superficie de calefacción o tener una mayor distancia de la base al troquel.
- Rechazar piezas que no cumplen con el estándar para evitar desperdicio de material.

## Suplementos

### Tensión Física

- Fuerza ejercida. Para accionar la máquina en esta operación, se pisa un pedal, el cual requiere un esfuerzo nulo para accionarse. Puntaje asignado cero.
- Postura. El operario se encuentra sentado con una charola sobre las piernas, lo cual genera una postura incómoda. Puntaje asignado once.
- Vibraciones. La máquina adaptada vibra cada vez que se acciona el pedal. Puntaje asignado cinco.
- Ciclos breves. Los ciclos son de más de 20 y la ropa con la que se realiza la actividad no representa ninguna dificultad para llevarla a cabo. Puntaje asignado es cero.

### Tensión mental.

- Concentración o ansiedad. El operario en cualquiera de los dos casos debe estar sumamente concentrado ya que si no lo hace, es propenso a sufrir quemaduras. Puntaje asignado diez.
- Monotonía. El trabajo es bastante monótono, ya que al tratar de hacerlo rápido se vuelve muy repetitivo. Puntaje asignado once.
- Tensión visual. Al tener que concentrarse para no sufrir algún accidente, el operario monitorea constantemente la forma en la cual coloca las tapas debajo de la máquina adaptada. Puntaje asignado ocho.
- Ruido. Al oprimir el pedal la máquina genera ruido. Puntaje asignado dos.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

En todos los casos el puntaje es de cero, ya que el operario está sometido a condiciones ambientales normales.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 47 puntos dando como resultado un aumento del 22%. Los suplementos totales para esta actividad son:

$$\text{Suplementos fijos } 9\% + \text{Suplementos variables } 22\% = 31\%$$



**Fotografía A 4: Pegado del filtro a la tapa**

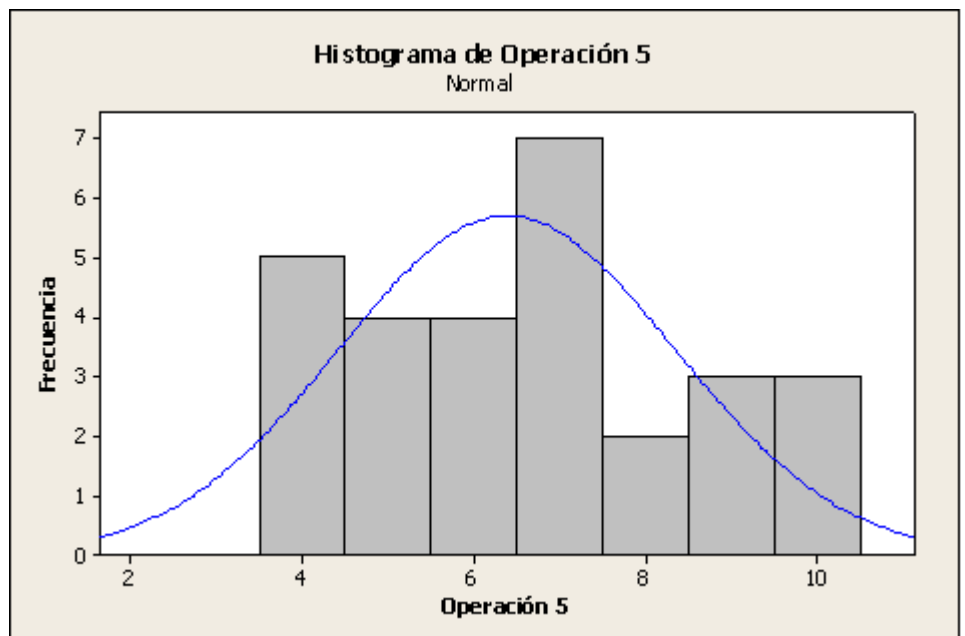
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 14         |
| 2    | 10         |
| 3    | 09         |
| 4    | 09         |
| 5    | 08         |
| 6    | 07         |
| 7    | 06         |
| 8    | 06         |
| 9    | 06         |
| 10   | 08         |
| 11   | 06         |
| 12   | 06         |
| 13   | 05         |
| 14   | 04         |
| 15   | 04         |
| 16   | 04         |
| 17   | 03         |
| 18   | 04         |
| 19   | 03         |
| 20   | 06         |
| 21   | 05         |
| 22   | 03         |
| 23   | 04         |
| 24   | 06         |
| 25   | 08         |
| 26   | 06         |
| 27   | 05         |
| 28   | 07         |
| 29   | 07         |
| 30   | 03         |

Tabla A 8: Muestreo operación 5

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | seg         | seg |
| Más lento                | 0:00:14     | 14  |
| Más Rápido               | 0:00:03     | 03  |
| Promedio                 | 0:00:06     | 06  |
| Desviación               | 0:00:02     | 02  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 110         |     |
| Tiempo Básico            | 06.5        |     |
| Suplementos              | 31%         |     |
| Tiempo Estándar          | 08.5        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>08.5</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 12          |     |
| LITN                     | 00          |     |

Tabla A 7: Estadísticos operación 5



Gráfica A 4: Histograma operación 5

## Operación 6: Pegado de Etiqueta a la Tapa

**Descripción:** El operario tiene la posibilidad de estar de pie o sentado, toma de un rollo varias etiquetas y las coloca sobre sus dedos de la mano derecha. Con la mano izquierda toma las tapas y coloca una etiqueta por tapa.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar es amplio, cuenta con iluminación y ventilación correctas. El operario no cuenta con la técnica adecuada para realizar la actividad, esto hace que invierta mucho tiempo en pegar las etiquetas y se convierte en un cuello de botella para el proceso. El método es bastante primitivo y al no tenerse una guía para saber exactamente en donde se debe pegar la etiqueta, el pegado no es uniforme y se aprecia una gran variación. Las etiquetas se encuentran correctamente fabricadas para el proceso. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### Propuestas

- Realizar una inspección verificando la correcta colocación de la etiqueta.
- Analizar la factibilidad de colocar una marca en la tapa, la cual indique el lugar en el cual se debe pegar la etiqueta.

### Suplementos

#### Tensión Física

- Para este parámetro solo se le asigna dos puntos a la postura debido a que el operario se encuentra sentado durante toda la operación.

#### Tensión mental

- Concentración o ansiedad. El operario debe estar atento al poner las etiquetas ya que no se cuenta con una guía para realizarlo correctamente. Se asigna un punto.
- Monotonía. La actividad es bastante repetitiva por ello se asignan cinco puntos.
- Tensión visual. A tener que verificar constantemente si la etiqueta está correctamente colocada el operario tensa la vista para realizar la inspección. Puntaje asignado cuatro.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

Todos los parámetros son aceptables, por lo que se asigna cero a cada uno de ellos.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 12 puntos dando como resultado un aumento del 11%. Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 11% = 20%



**Fotografía A 5: Pegado de la etiqueta a la tapa**



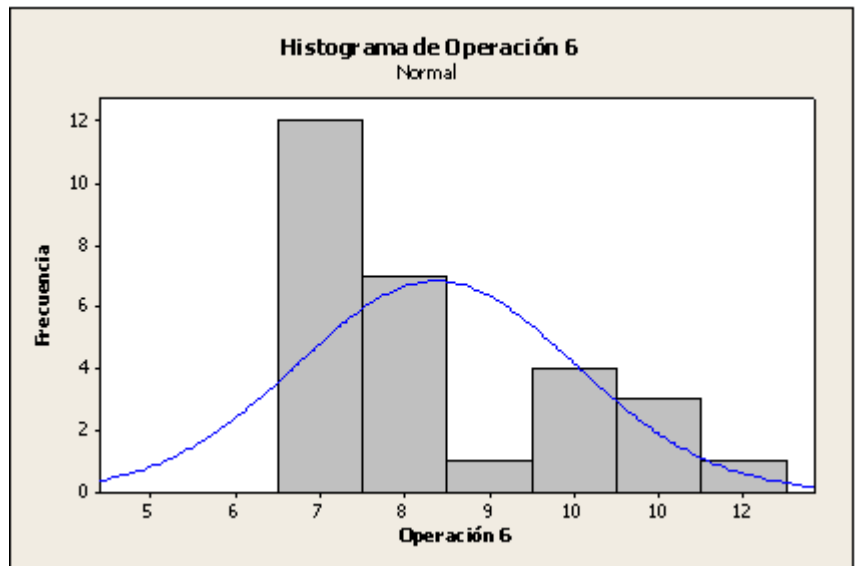
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 13         |
| 2    | 12         |
| 3    | 11         |
| 4    | 10         |
| 5    | 09         |
| 6    | 09         |
| 7    | 09         |
| 8    | 08         |
| 9    | 08         |
| 10   | 07         |
| 11   | 07         |
| 12   | 07         |
| 13   | 07         |
| 14   | 07         |
| 15   | 07         |
| 16   | 07         |
| 17   | 06         |
| 18   | 06         |
| 19   | 06         |
| 20   | 10         |
| 21   | 07         |
| 22   | 10         |
| 23   | 06         |
| 24   | 10         |
| 25   | 08         |
| 26   | 07         |
| 27   | 06         |
| 28   | 06         |
| 29   | 07         |
| 30   | 06         |

**Tabla A 10: Muestreo operación 6**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | seg         | seg |
| Más lento                | 0:00:13     | 13  |
| Más Rápido               | 0:00:06     | 06  |
| Promedio                 | 0:00:08     | 08  |
| Desviación               | 0:00:02     | 02  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 90          |     |
| Tiempo Básico            | 07.1        |     |
| Suplementos              | 20%         |     |
| Tiempo Estándar          | 08.5        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>08.5</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 13          |     |
| LITN                     | 03          |     |

**Tabla A 9: Estadísticos operación 6**



**Gráfica A 5: Histograma operación 6**

## **Operación 7: Inyección de Cuerpo**

**Descripción:** Es un proceso semiautomático de inyección, el operario es el encargado de colocar desmoldante, accionar la máquina y retirar la colada. Cuando ocurre algún problema con la inyectora el operario intenta resolver el problema sin la supervisión del técnico a cargo de las máquinas de inyección, poniendo en riesgo su integridad física. Cuando la máquina no se encuentra ajustada correctamente el operario no lo reporta.

**Nota:** Se presencié un atasco en la inyectora y se documentó con video lo que comúnmente hace el operario en estos casos. Cuando ocurre un atasco por no colocar desmoldante la colada se queda pegada en el molde, para retirarla el operador acerca un tanque de Gas L.P con un soplete integrado y lo enciende para derretir el plástico. El plástico al ser expuesto directamente al fuego se incendia, el operador tiene sobre su máquina un cartón que ocupa para apagar el fuego. Como el cartón es inflamable también se incendia y el operador apaga las pequeñas llamas soplando al cartón y al plástico.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar es amplio, cuenta con iluminación y ventilación correctas. El operario cuenta con la técnica adecuada para realizar la actividad, el método es correcto y la herramienta se podría mejorar para evitar accidentes.

### **Propuestas**

- Realizar mantenimiento preventivo a la inyectora, evitando el desperdicio de material y el paro repentino de la producción.
- Sensibilizar al personal para que reporte de manera oportuna cualquier incidente en la máquina al supervisor del área.

### **Suplementos**

En esta operación no se calcularon suplementos ya que el tiempo utilizado por el operario es el tiempo de la máquina.



**Fotografía A 6: Inyección del cuerpo**

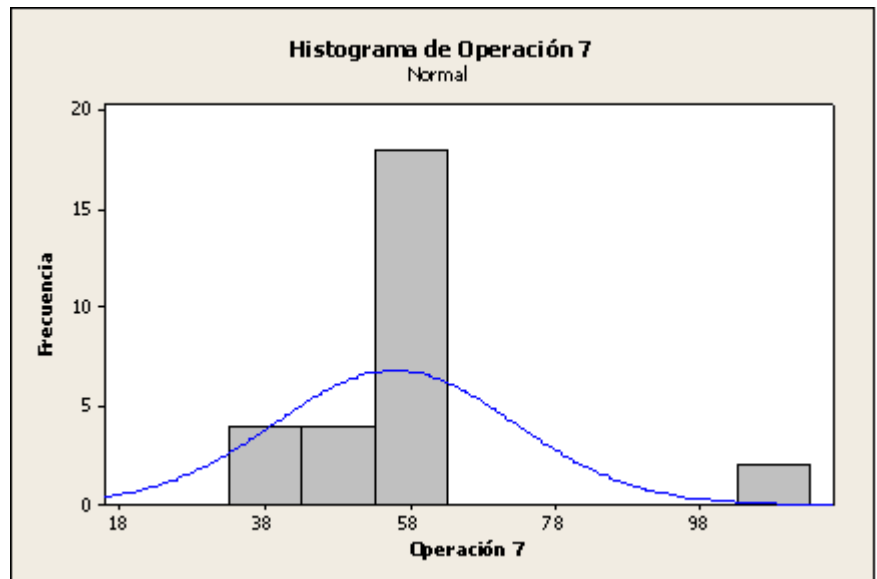
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 143        |
| 2    | 107        |
| 3    | 58         |
| 4    | 57         |
| 5    | 57         |
| 6    | 56         |
| 7    | 56         |
| 8    | 56         |
| 9    | 57         |
| 10   | 56         |
| 11   | 56         |
| 12   | 55         |
| 13   | 55         |
| 14   | 55         |
| 15   | 58         |
| 16   | 52         |
| 17   | 49         |
| 18   | 37         |
| 19   | 34         |
| 20   | 34         |
| 21   | 45         |
| 22   | 45         |
| 23   | 56         |
| 24   | 38         |
| 25   | 58         |
| 26   | 56         |
| 27   | 56         |
| 28   | 59         |
| 29   | 108        |
| 30   | 33         |

**Tabla A 11: Muestreo operación 7**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:02:23     | 143 |
| Más Rápido               | 0:00:33     | 33  |
| Promedio                 | 0:00:56     | 56  |
| Desviación               | 0:00:16     | 16  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 80          |     |
| Tiempo Básico            | 44.7        |     |
| Suplementos              | 25%         |     |
| Tiempo Estándar          | 55.8        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>09.3</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 105         |     |
| LITN                     | 07          |     |

**Tabla A 12: Estadísticos operación 7**



**Gráfica A 6: Histograma operación 7**

## **Operación 8: Pegado de filtro al cuerpo.**

**Descripción:** El operario se encuentra sentado frente a una máquina hot-stamping adaptada. Toma con la mano izquierda el cuerpo con el filtro y lo coloca en la base de la máquina, acciona con el pie y toma con la mano derecha el cuerpo con el filtro ya pegado y con la mano izquierda toma un nuevo cuerpo. El operario tiene la opción de accionar la máquina con el pie como con ayuda de un pedal, o con la mano con un botón que se encuentra en la parte frontal de la máquina. Existen varios aplastamientos de material en la máquina debido a la mala colocación del cuerpo en la base.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar en el que se realiza la actividad cuenta con la iluminación y ventilación correcta. El operario cuenta con la experiencia necesaria para llevar a cabo esta actividad correctamente. El método es correcto ya que la actividad se realiza de manera fluida y sin generar cuellos de botella. La herramienta no cuenta con una marca que indique el lugar específico en el cuál se debe de colocar el cuerpo para que no ocurra ningún aplastamiento. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### **Propuestas**

- Evaluar la viabilidad de colocar una marca en la base para evitar aplastamientos.

### **Suplementos**

#### Tensión Física

- Fuerza ejercida. Para accionar la máquina en esta operación, se pisa un pedal, el cual requiere un esfuerzo nulo para accionarse. Puntaje asignado cero.
- Postura. El operario se encuentra sentado en una postura incómoda. Puntaje asignado once.
- Vibraciones. La máquina adaptada vibra cada vez que se acciona el pedal. Puntaje asignado cinco.
- Ciclos breves. Los ciclos son de más de 20 y la ropa con la que se realiza la actividad no representa ninguna dificultad para llevarla a cabo. Puntaje asignado en los dos casos es cero.

#### Tensión mental.

- Concentración o ansiedad. El operario debe estar concentrado ya que si no lo hace, es propenso a sufrir quemaduras. Puntaje asignado diez.

- Monotonía. El trabajo es bastante monótono, ya que al tratar de hacerlo rápido se vuelve muy repetitivo. Puntaje asignado once.
- Tensión visual. Al tener que concentrarse para no sufrir algún accidente, el operario monitorea constantemente la forma en la cual coloca los cuerpos debajo de la máquina adaptada. Puntaje asignado ocho.
- Ruido. Al oprimir el pedal la máquina genera ruido. Puntaje asignado dos.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

En todos los casos el puntaje es de cero, ya que el operario está sometido a condiciones ambientales normales.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 47 puntos dando como resultado un aumento del 22%. Los suplementos totales para esta actividad son:

$$\text{Suplementos fijos } 9\% + \text{Suplementos variables } 22\% = 31\%$$



**Fotografía A 7: Colocación del filtro al cuerpo**

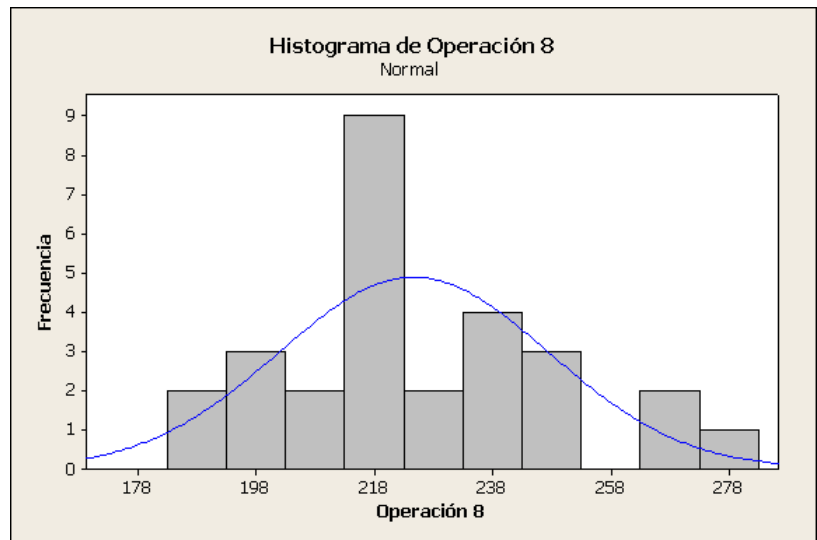
## Muestreo de trabajo y tiempo estándar.

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 313        |
| 2    | 269        |
| 3    | 264        |
| 4    | 248        |
| 5    | 247        |
| 6    | 237        |
| 7    | 235        |
| 8    | 233        |
| 9    | 229        |
| 10   | 222        |
| 11   | 221        |
| 12   | 219        |
| 13   | 217        |
| 14   | 215        |
| 15   | 208        |
| 16   | 202        |
| 17   | 199        |
| 18   | 198        |
| 19   | 183        |
| 20   | 184        |
| 21   | 274        |
| 22   | 231        |
| 23   | 233        |
| 24   | 214        |
| 25   | 219        |
| 26   | 218        |
| 27   | 220        |
| 28   | 245        |
| 29   | 207        |
| 30   | 169        |

Tabla A 13: Muestreo operación 8

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:05:13     | 313 |
| Más Rápido               | 0:02:49     | 169 |
| Promedio                 | 0:03:45     | 225 |
| Desviación               | 0:00:23     | 23  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 90          |     |
| Tiempo Básico            | 202.2       |     |
| Suplementos              | 31%         |     |
| Tiempo Estándar          | 264.9       |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>07.4</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 293         |     |
| LITN                     | 156         |     |

Tabla A 14: Estadísticos operación 8



Gráfica A 7: Histograma operación 8

## **Operación 9: Pegado de etiqueta al cuerpo.**

**Descripción:** El operario tiene la posibilidad de estar de pie o sentado, toma de un rollo varias etiquetas y las coloca sobre sus dedos de la mano derecha. Con la mano izquierda toma las tapas y coloca una etiqueta por tapa.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar en el que se realiza la actividad cuenta con la iluminación y ventilación correcta. El operario no cuenta con la técnica adecuada para realizar la actividad. El método es bastante primitivo y al no tenerse una guía para saber exactamente en donde se debe pegar la etiqueta, el pegado no es uniforme y se aprecia una gran variación. La herramienta no cuenta con una marca que indique el lugar específico en el cuál se debe de colocar el cuerpo para que no ocurra ningún incidente. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### **Propuestas**

- Realizar una inspección verificando la correcta colocación de la etiqueta.

### **Suplementos**

Tensión física

Para este parámetro solo se le asigna dos puntos a la postura debido a que el operario se encuentra sentado durante toda la operación.

Tensión mental

- Concentración o ansiedad. El operario debe estar atento al poner las etiquetas ya que no se cuenta con una guía para realizarlo correctamente. Se asigna un punto.
- Monotonía. La actividad es bastante repetitiva por ello se asignan cinco puntos.
- Tensión visual. A tener que verificar constantemente si la etiqueta está correctamente colocada el operario tensa la vista para realizar la inspección. Puntaje asignado cuatro.
- Ruido. El en este lugar de trabajo es nulo.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

Todos los parámetros son aceptables, por lo que se asigna cero a cada uno de ellos.



Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 12 puntos dando como resultado un aumento del 11%. Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 11% = 20%



**Fotografía A 8: Pegado de etiqueta al cuerpo**

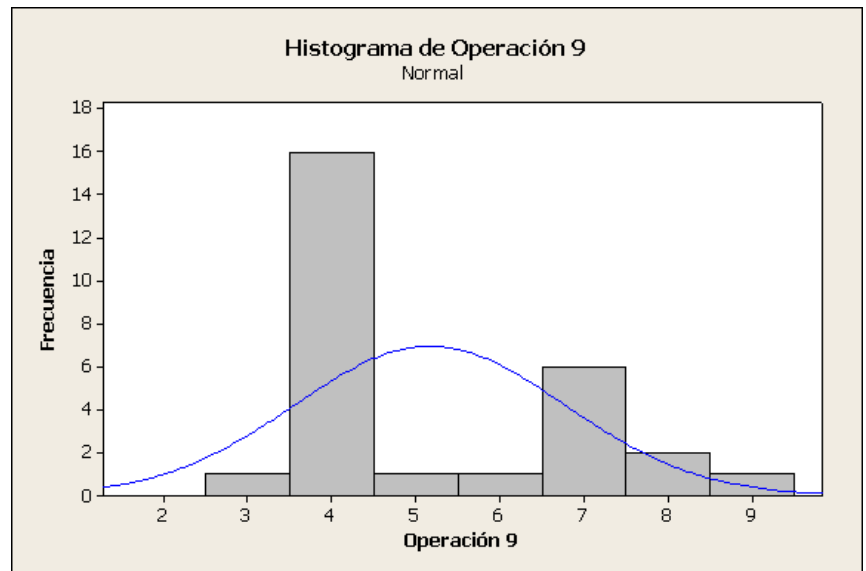
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 08         |
| 2    | 08         |
| 3    | 07         |
| 4    | 07         |
| 5    | 07         |
| 6    | 07         |
| 7    | 06         |
| 8    | 04         |
| 9    | 04         |
| 10   | 04         |
| 11   | 04         |
| 12   | 04         |
| 13   | 04         |
| 14   | 04         |
| 15   | 03         |
| 16   | 03         |
| 17   | 03         |
| 18   | 03         |
| 19   | 03         |
| 20   | 03         |
| 21   | 06         |
| 22   | 06         |
| 23   | 07         |
| 24   | 06         |
| 25   | 04         |
| 26   | 04         |
| 27   | 04         |
| 28   | 04         |
| 29   | 03         |
| 30   | 07         |

**Tabla A 15: Muestro operación 9**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | seg         | seg |
| Más lento                | 0:00:08     | 08  |
| Más Rápido               | 0:00:03     | 03  |
| Promedio                 | 0:00:05     | 05  |
| Desviación               | 0:00:02     | 02  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 100         |     |
| Tiempo Básico            | 04.8        |     |
| Suplementos              | 20%         |     |
| Tiempo Estándar          | 05.8        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>05.8</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 10          |     |
| LITN                     | 00          |     |

**Tabla A 16: Estadístico operación 9**



**Gráfica A 8: Histograma operación 9**

## **Operación 10: Llenado de carbón.**

**Descripción:** El operario se encuentra sentado, con la mano derecha toma un recipiente (cuerpo con filtro y etiqueta) lo coloca debajo de la máquina envasadora, acciona el mecanismo con un pedal, toma el recipiente con la mano izquierda y lo coloca en una mesa que se encuentra del lado izquierdo.

El operario es el encargado de poner el carbón en la tobera de la máquina, subir las cajas de recipientes y sacar los recipientes llenos al cuarto siguiente. El operario invierte varios minutos en calibrar la máquina por cada nuevo costal de carbón que utiliza.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar se encuentra aislado y acondicionado para realizar esta actividad. El operario tiene el expertis suficiente para llevar a cabo esta actividad, ya que es el único que la realiza desde hace 2 años. Conoce perfectamente la forma en la que se operar y se calibra la máquina. El proceso es correcto, ya que la actividad se realiza de una forma fluida. El equipo utilizado para esta actividad es una máquina adaptada que funciona correctamente. La única observación es la calibración, ya que al llegar otro operario que no conozca el proceso, se invertirá bastante tiempo en ésta. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### **Propuestas**

- Colocar un mecanismo para que el acomodo de los recipientes sea más eficiente.

### **Suplementos**

#### Tensión Física

- El único parámetro que agrega puntos en esta actividad es la postura, ya que el operario se encuentra constantemente estirando los brazos para alcanzar instrumentos. Puntaje asignado dos.

#### Tensión mental

- Concentración o ansiedad. El operario debe estar concentrado ya que se debe realizar una prueba constantemente para verificar que el peso del producto se encuentre dentro de los límites de especificación determinados por la Dirección. Puntaje asignado cuatro.
- Monotonía. El trabajo es repetitivo. Puntaje asignado once.
- Tensión visual. La iluminación es correcta. Puntaje asignado cero.

- Ruido. Al ser un cuarto cerrado en el cual se lleva a cabo esta actividad, se genera ruido propio de la misma máquina. Puntaje asignado dos.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

- Temperatura. El lugar se encuentra con una temperatura estable.
- Ventilación. Al manejar el carbón se crean partículas y el lugar no tiene la ventilación suficiente para dispersarlas. Puntaje asignado diez.
- Polvo. El polvo generado por el carbón hace que el lugar se encuentre sucio, por ello se asigna cuatro puntos en el parámetro de polvo y siete en suciedad.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 40 puntos dando como resultado un aumento del 19%. Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 19% = 28%



Fotografía A 9: Llenado de carbón

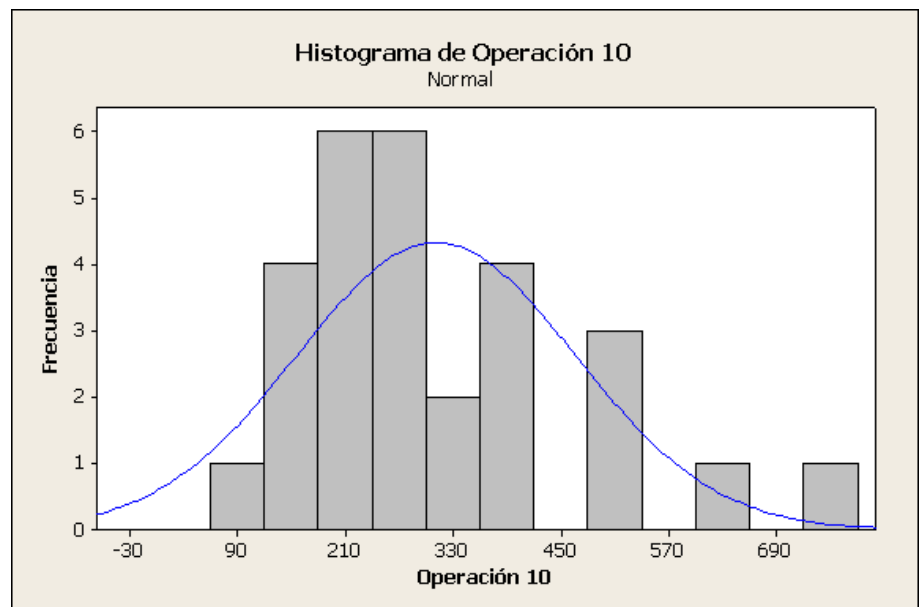
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 114        |
| 2    | 116        |
| 3    | 125        |
| 4    | 132        |
| 5    | 138        |
| 6    | 161        |
| 7    | 232        |
| 8    | 233        |
| 9    | 243        |
| 10   | 255        |
| 11   | 295        |
| 12   | 503        |
| 13   | 367        |
| 14   | 368        |
| 15   | 405        |
| 16   | 506        |
| 17   | 571        |
| 18   | 761        |
| 19   | 813        |
| 20   | 883        |
| 21   | 323        |
| 22   | 234        |
| 23   | 238        |
| 24   | 251        |
| 25   | 296        |
| 26   | 237        |
| 27   | 234        |
| 28   | 308        |
| 29   | 362        |
| 30   | 589        |

**Tabla A 17: Muestreo operación 10**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:14:43     | 883 |
| Más Rápido               | 0:01:54     | 114 |
| Promedio                 | 0:05:32     | 332 |
| Desviación               | 0:03:01     | 181 |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 120         |     |
| Tiempo Básico            | 398.4       |     |
| Suplementos              | 28%         |     |
| Tiempo Estándar          | 510.0       |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>14.6</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 875         |     |
| LITN                     | 00          |     |

**Tabla A 18: Estadístico operación 10**



**Gráfica A 9: Histograma operación 10**

## Operación 11: Ensamble cuerpo y tapa

**Descripción:** El operario tiene la opción de estar de pie o sentado. Toma con la mano izquierda una tapa y con la mano derecha la pistola de silicón. Pone silicón alrededor de la tapa y después la coloca en el cuerpo, presionando para tener un mejor resultado. Trabajan 3 operarios simultáneamente, si es necesario, limpian el cuerpo.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar es bastante reducido para 3 personas, está localizado al lado de la envasadora por lo que están expuestas a ruido constante. El personal no está capacitado para llevar a cabo la actividad, se encuentran varios ensambles contaminados por la falta de limpieza al realizar la operación. El método es primitivo aumentando las posibilidades de productos defectuosos. La pistola de silicón cumple con el propósito pero no lo hace de la forma adecuada. El silicón se contamina rápidamente de carbón provocando un mal ensamble. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### Propuestas

- El operario deberá revisar que el producto este en buenas condiciones cumpliendo con los requerimientos establecidos tanto antes como después del ensamble.
- Verificar que el ensamble quede limpio sin restos de carbón en el silicón.

### Suplementos

#### Tensión Física

- Al realizarse el ensamble el operario pasa la mayoría del tiempo sentado, por ello se asignan dos puntos al parámetro de postura.

#### Tensión mental

- Concentración o ansiedad. Esta actividad requiere de una gran concentración de parte del operario ya que debe de hacer una inspección exhaustiva al producto, por ser la etapa final. Puntaje asignado cuatro.
- Monotonía. La operación es monótona y repetitiva. Puntaje asignado cinco.
- Tensión visual. La inspección requiere verificar varias veces el ensamble. Puntaje asignado cuatro.
- Ruido. Al encontrarse a un lado de la envasadora se aprecia ruido poco molesto. Puntaje asignado uno.

### **Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo**

Todos los parámetros son aceptables.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 16 puntos dando como resultado un aumento del 12%. Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 12% = 21%



**Fotografía A 10: Ensamble cuerpo y tapa**

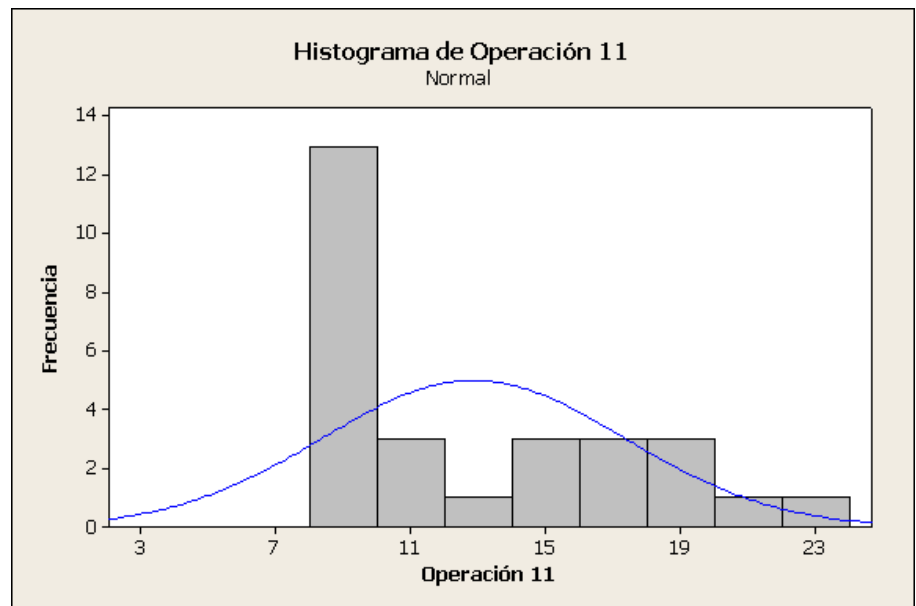
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 33         |
| 2    | 23         |
| 3    | 21         |
| 4    | 19         |
| 5    | 18         |
| 6    | 17         |
| 7    | 16         |
| 8    | 16         |
| 9    | 14         |
| 10   | 10         |
| 11   | 10         |
| 12   | 10         |
| 13   | 09         |
| 14   | 09         |
| 15   | 19         |
| 16   | 10         |
| 17   | 09         |
| 18   | 10         |
| 19   | 10         |
| 20   | 08         |
| 21   | 10         |
| 22   | 15         |
| 23   | 09         |
| 24   | 09         |
| 25   | 10         |
| 26   | 10         |
| 27   | 08         |
| 28   | 15         |
| 29   | 17         |
| 30   | 08         |

**Tabla A 19: Muestreo operación 11**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | seg         | seg |
| Más lento                | 0:00:33     | 33  |
| Más Rápido               | 0:00:08     | 08  |
| Promedio                 | 0:00:13     | 13  |
| Desviación               | 0:00:04     | 04  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 80          |     |
| Tiempo Básico            | 10.3        |     |
| Suplementos              | 21%         |     |
| Tiempo Estándar          | 12.4        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>12.4</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 26          |     |
| LITN                     | 00          |     |

**Tabla A 20: Estadísticos operación 11**



**Gráfica A 10: Histograma operación 11**



## Operación 12: Limpieza

**Descripción:** El operario se encuentra sentado, toma con la mano derecha el recipiente ya ensamblado y con la mano izquierda toma un trapo para limpiarlo. Cada vez que el trapo está sucio, el operario enjuaga el trapo.

**Técnica del Interrogatorio** El lugar es bastante amplio para realizar la actividad y cuenta con condiciones óptimas para la estancia del operario. Al ser una actividad sencilla, cualquier operario la puede realizar sin generar algún problema. El método es correcto, sin embargo se debe especificar al operario la necesidad de cada cierto tiempo enjuagar el trapo, ya que al dejarlo decisión propia no se obtienen los resultados deseados. La herramienta facilita el hacer del operario en esta actividad. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### Propuestas

- En esta etapa se recomienda una inspección a fondo del producto para poder rechazarlo antes de ser enmangado, esto con el fin de reducir tanto desperdicios como reprocesamientos de producto terminado.

### Suplementos

#### Tensión Física

- Se asignan dos puntos a la postura debido a que el operario se encuentra sentado durante toda la actividad.

#### Tensión mental

- Al realizar esta actividad todos los parámetros de tensión mental se ven afectados ya que esta limpieza asegura la calidad del producto se asignan trece puntos.

#### Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

- Todos los parámetros se encuentran dentro de los límites aceptables.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 15 puntos dando como resultado un aumento del 12%.

Los suplementos totales para esta actividad son:  
Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 12% =  
21%



Fotografía A 11: Limpieza

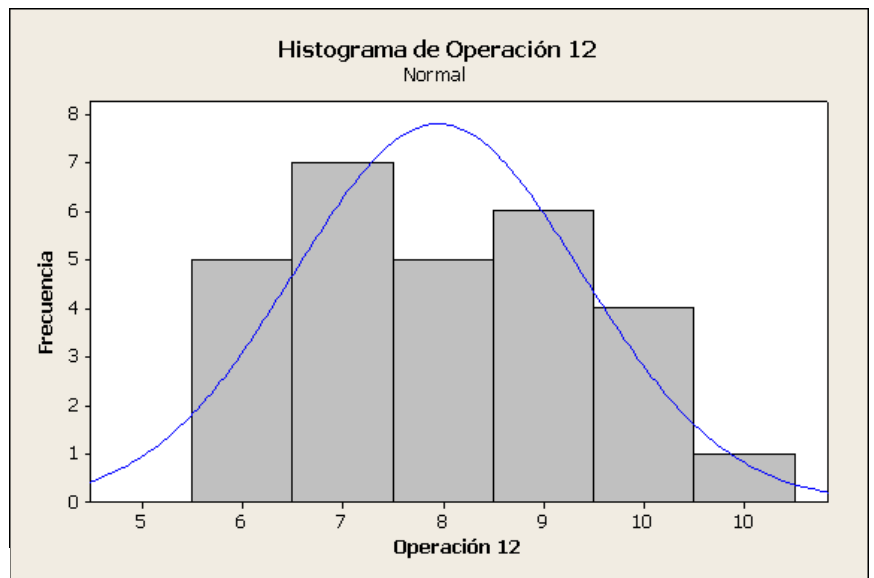
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 12         |
| 2    | 05         |
| 3    | 07         |
| 4    | 06         |
| 5    | 09         |
| 6    | 10         |
| 7    | 07         |
| 8    | 06         |
| 9    | 08         |
| 10   | 09         |
| 11   | 06         |
| 12   | 08         |
| 13   | 10         |
| 14   | 08         |
| 15   | 06         |
| 16   | 05         |
| 17   | 10         |
| 18   | 07         |
| 19   | 06         |
| 20   | 08         |
| 21   | 08         |
| 22   | 08         |
| 23   | 08         |
| 24   | 06         |
| 25   | 06         |
| 26   | 09         |
| 27   | 07         |
| 28   | 07         |
| 29   | 07         |
| 30   | 05         |

**Tabla A 21: Muestreo operación 12**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | seg         | seg |
| Más lento                | 0:00:12     | 12  |
| Más Rápido               | 0:00:05     | 05  |
| Promedio                 | 0:00:07     | 07  |
| Desviación               | 0:00:01     | 01  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 100         |     |
| Tiempo Básico            | 07.5        |     |
| Suplementos              | 21%         |     |
| Tiempo Estándar          | 09.0        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>09.0</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 12          |     |
| LITN                     | 03          |     |

**Tabla A 22: Estadísticos operación 12**



**Gráfica A 11: Histograma operación 12**

### Operación 13: Colocación de la manga

**Descripción:** El operario toma el recipiente con la mano izquierda y lo posiciona frente a él, con la mano derecha toma la manga y la abre para colocarla al recipiente.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar es amplio para la realización de la actividad. El operario es nuevo en el área y le cuesta mucho trabajo colocarle la manga al recipiente. El método podría mejorarse ya que al intentar colocar la manga, se forza y no logra entrar en la primera ocasión. Las mangas son de la medida exacta del recipiente. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

#### Propuestas

- El operario deberá revisar que el producto este en buenas condiciones cumpliendo con los requerimientos establecidos tanto antes como después del ensamble.

#### Suplementos

Tensión Física

- Se asignan dos puntos a la postura debido a que el operario se encuentra sentado durante toda la actividad.

Tensión mental.

- Al realizar esta actividad los parámetros de tensión que son afectados son: concentración y ansiedad con cuatro puntos, monotonía con cinco y tensión visual con cuatro.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

Todos los parámetros se encuentran dentro de los límites aceptables.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el

resultado es de 15 puntos dando como

resultado un aumento del 12%.

Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables  
12% = 21%



Fotografía A 12: Colocación de la manga

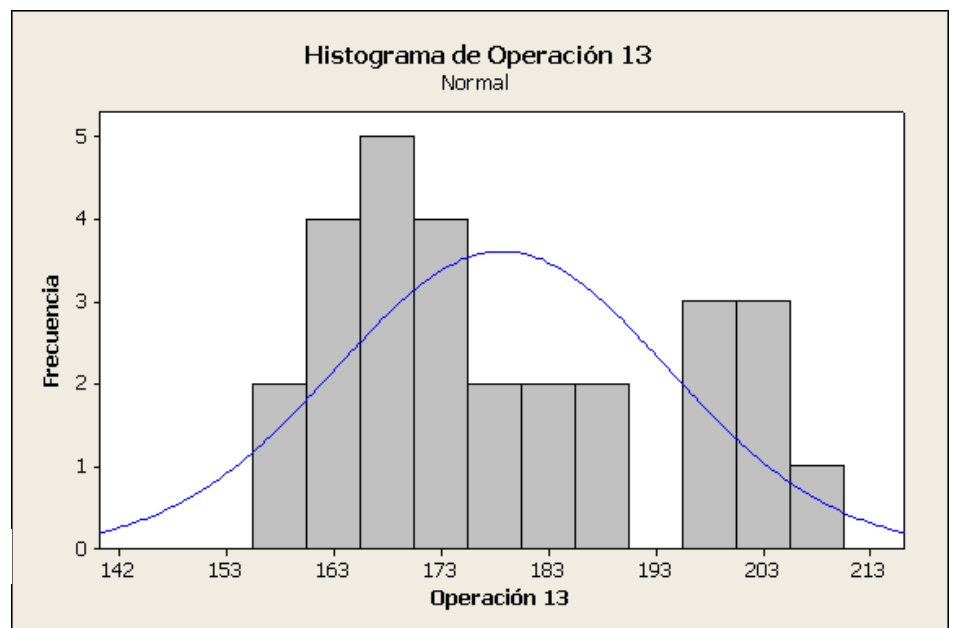
## Muestreo de trabajo y tiempo estándar.

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 151        |
| 2    | 155        |
| 3    | 160        |
| 4    | 162        |
| 5    | 163        |
| 6    | 167        |
| 7    | 169        |
| 8    | 172        |
| 9    | 174        |
| 10   | 179        |
| 11   | 203        |
| 12   | 183        |
| 13   | 181        |
| 14   | 187        |
| 15   | 189        |
| 16   | 196        |
| 17   | 198        |
| 18   | 204        |
| 19   | 170        |
| 20   | 197        |
| 21   | 174        |
| 22   | 177        |
| 23   | 163        |
| 24   | 168        |
| 25   | 169        |
| 26   | 205        |
| 27   | 200        |
| 28   | 157        |
| 29   | 167        |
| 30   | 212        |

Tabla A 24: Muestreo operación 13

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:03:32     | 212 |
| Más Rápido               | 0:02:31     | 151 |
| Promedio                 | 0:02:58     | 178 |
| Desviación               | 0:00:15     | 15  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 80          |     |
| Tiempo Básico            | 142.5       |     |
| Suplementos              | 21%         |     |
| Tiempo Estándar          | 172.5       |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>05.7</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 225         |     |
| LITN                     | 132         |     |

Tabla A 23: Estadístico operación 13



Gráfica A 12: Histograma operación 13

## Operación 14: Horneado

**Descripción:** En este proceso el operario coloca en un cartón marcado 10 recipientes y los pone en una banda transportadora para que estos pasen por el horno donde ocurre el encogimiento de la manga. Al salir del horno verifica el correcto encogimiento de la manga en caso de que no sea el adecuado puede volver a colocar el recipiente al inicio de la banda si le falta encogerse o retirar la manga y colocar una nueva en caso de que esta esté quemada.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar cumple con la ventilación y temperatura correcta para que el operario se sienta cómodo cerca del horno: El operario cuenta con el expertis suficiente para realizar esta actividad sin ningún incidente. El método de sellado es correcto. El horno cuenta con los aditamentos necesarios para llevar a cabo esta operación. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### Propuestas

- El operario deberá revisar que el producto este en buenas condiciones cumpliendo con los requerimientos establecidos tanto antes como después del ensamble.

### Suplementos

#### Tensión Física

- Se asignan dos puntos a la postura debido a que el operario se encuentra de pie durante toda la actividad.

#### Tensión mental.

- Al realizar esta actividad todos los parámetros de tensión mental se ven afectados de la siguiente forma: Concentración y ansiedad con un punto, monotonía con uno y ruido con dos puntos.

#### Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

- Temperatura. La temperatura en esta operación se eleva ligeramente por lo que se asigna tres puntos

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 9 puntos dando como resultado un aumento del 11%.

Los suplementos totales para esta actividad son:

$$\text{Suplementos fijos } 9\% + \text{Suplementos variables } 11\% = 20\%$$



**Fotografía A 13: Horneado**

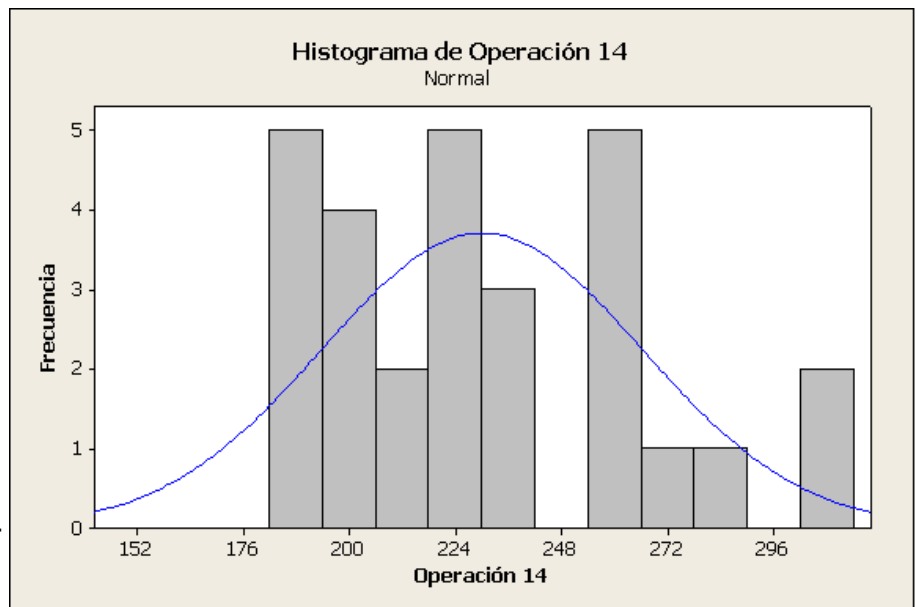
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 178        |
| 2    | 182        |
| 3    | 183        |
| 4    | 186        |
| 5    | 192        |
| 6    | 195        |
| 7    | 201        |
| 8    | 214        |
| 9    | 215        |
| 10   | 225        |
| 11   | 237        |
| 12   | 228        |
| 13   | 230        |
| 14   | 233        |
| 15   | 254        |
| 16   | 262        |
| 17   | 255        |
| 18   | 373        |
| 19   | 303        |
| 20   | 198        |
| 21   | 200        |
| 22   | 227        |
| 23   | 229        |
| 24   | 234        |
| 25   | 182        |
| 26   | 270        |
| 27   | 262        |
| 28   | 262        |
| 29   | 280        |
| 30   | 351        |

**Tabla A 25: Muestreo operación 14**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:06:13     | 373 |
| Más Rápido               | 0:02:58     | 178 |
| Promedio                 | 0:03:52     | 232 |
| Desviación               | 0:00:40     | 40  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 100         |     |
| Tiempo Básico            | 231.8       |     |
| Suplementos              | 20%         |     |
| Tiempo Estándar          | 278.1       |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>07.0</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 352         |     |
| LITN                     | 112         |     |

**Tabla A 26: Estadístico operación 14**



**Gráfica A 13: Histograma operación 14**

## **Operación 15: Impresión de lote**

**Descripción:** El operario toma con la mano izquierda el desodorante, lo coloca en la base utilizando sus dos manos. Baja el marco y con la mano derecha toma el rasero, desplaza la mano hacía enfrente con el fin de imprimir el lote. El operario algunas veces está de pie y otras veces sentado, esto dependiendo del nivel de desodorantes ya impresos. Cuando el nivel de desodorantes impreso es bajo, el operario tiene que agacharse para lograr dejar el desodorante en la tarima asignada. El operario es el encargado de subir por los desodorantes al piso de arriba donde se encuentra el horno.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar es un poco reducido, pero esta administrado correctamente para que el operario tenga todo cerca para realiza la actividad. El operario cuenta con la experiencia necesaria para llevar a cabo esta actividad. Dependiendo del nivel de desodorante el operario realiza mayor esfuerzo. La herramienta cumple con él propósito sin embargo, se podría adaptar para acaparar más desodorantes por cada impresión. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### **Propuestas**

- Asignar un día para imprimir el lote, esto con la finalidad de poder imprimir en el marco el día asignado varias veces para poder imprimir más de una pieza a la vez.
- En lugar de tener una tarima para dejar el desodorante, se recomienda poner una mesa para que el operario no tenga que agacharse constantemente y tenga la libertad de estar de pie o sentado según lo desee.

### **Suplementos**

#### Tensión Física

- El operario realiza presión para realizar la impresión, por lo que se asignan seis puntos a la postura.

#### Tensión mental.

- Al realizar esta actividad todos los parámetros de tensión mental se ven afectados de la siguiente forma: concentración y ansiedad con un punto, monotonía con cinco.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

Todos los parámetros se encuentran dentro de los límites aceptables.



Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 12 puntos dando como resultado un aumento del 11%.

Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 11% = 20%



Fotografía A 14: Impresión del lote

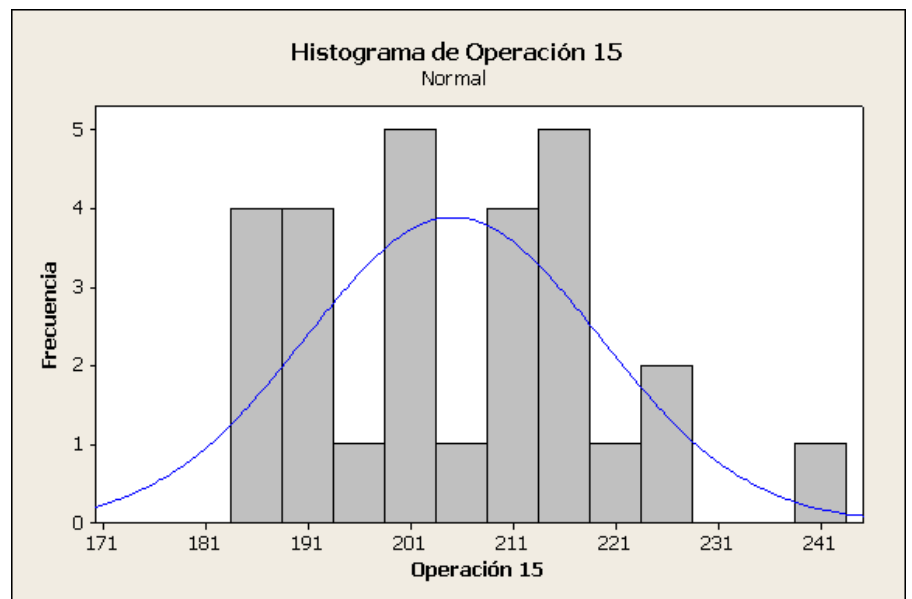
## Muestreo de trabajo y tiempo estándar.

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 144        |
| 2    | 183        |
| 3    | 184        |
| 4    | 186        |
| 5    | 187        |
| 6    | 189        |
| 7    | 192        |
| 8    | 198        |
| 9    | 199        |
| 10   | 201        |
| 11   | 202        |
| 12   | 204        |
| 13   | 210        |
| 14   | 212        |
| 15   | 213        |
| 16   | 215        |
| 17   | 216        |
| 18   | 225        |
| 19   | 242        |
| 20   | 217        |
| 21   | 197        |
| 22   | 199        |
| 23   | 208        |
| 24   | 225        |
| 25   | 191        |
| 26   | 210        |
| 27   | 215        |
| 28   | 218        |
| 29   | 192        |
| 30   | 262        |

Tabla A 27: Muestreo operación 15

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | min         | seg |
| Más lento                | 0:04:22     | 262 |
| Más Rápido               | 0:02:24     | 144 |
| Promedio                 | 0:03:25     | 205 |
| Desviación               | 0:00:14     | 14  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 100         |     |
| Tiempo Básico            | 204.6       |     |
| Suplementos              | 20%         |     |
| Tiempo Estándar          | 245.6       |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>08.2</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 248         |     |
| LITN                     | 162         |     |

Tabla A 28: Estadístico operación 15



Gráfica A 14: Histograma operación 15

## **Operación 16: Inspección, limpieza y empaque**

**Descripción:** El operario se encuentra sentado. Toma con la mano izquierda un desodorante y con la mano derecha lo limpia con una tela. Posteriormente lo coloca en una caja, después de colocar 84 desodorantes en la misma caja, cierra la caja con cinta adhesiva transparente. El operario algunas veces limpia varios desodorantes y luego los acomoda en la caja.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar en donde se realiza la actividad está correctamente iluminado y adaptado para realizar la inspección. El operario es bastante distraído y al momento de inspeccionar deja pasar producto con baja calidad. Para tener mejores resultados y que la variabilidad en la calidad del producto no se vea afectada, se deben colocar guías de producto aceptado-rechazado. Las herramientas son correctas para realizar la actividad. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### **Propuestas**

- Se debe tener una estandarización sobre los defectos que son aceptables en producto terminado, esto para asegurar la calidad del producto final.

### **Suplementos**

#### Tensión Física

- Se asignan dos puntos a la postura debido a que el operario se encuentra sentado durante toda la actividad.

#### Tensión mental.

- Al realizar esta actividad todos los parámetros de tensión mental se ven afectados ya que esta inspección asegura la calidad del producto. Concentración y ansiedad con cuatro puntos, monotonía con cinco y tensión visual con cuatro.

Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

Todos los parámetros se encuentran dentro de los límites aceptables.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 15 puntos dando como resultado un aumento del 12%.

Los suplementos totales para esta actividad son:

$$\text{Suplementos fijos } 9\% + \text{Suplementos variables } 12\% = 21\%$$



**Fotografía A 15: Inspección limpieza y empaque**

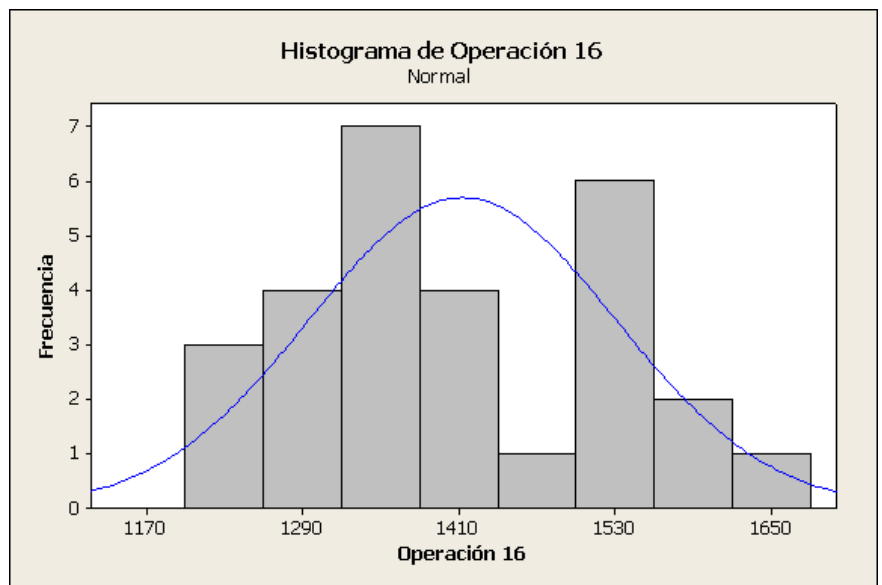
## Muestreo de trabajo y tiempo estándar.

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 1257       |
| 2    | 1258       |
| 3    | 1258       |
| 4    | 1352       |
| 5    | 1381       |
| 6    | 1416       |
| 7    | 1501       |
| 8    | 1558       |
| 9    | 1674       |
| 10   | 1350       |
| 11   | 1520       |
| 12   | 1289       |
| 13   | 1272       |
| 14   | 1483       |
| 15   | 1425       |
| 16   | 1339       |
| 17   | 1434       |
| 18   | 1378       |
| 19   | 1365       |
| 20   | 1550       |
| 21   | 1535       |
| 22   | 1561       |
| 23   | 1294       |
| 24   | 1419       |
| 25   | 1335       |
| 26   | 1277       |
| 27   | 1564       |
| 28   | 1556       |
| 29   | 1377       |
| 30   | 1721       |

Tabla A 29: Muestreo operación 16

| Estadísticos             |             |      |
|--------------------------|-------------|------|
|                          | min         | seg  |
| Más lento                | 0:28:41     | 1721 |
| Más Rápido               | 0:20:57     | 1257 |
| Promedio                 | 0:23:39     | 1419 |
| Desviación               | 0:01:54     | 114  |
| Tiempo Estándar          |             |      |
| Valor Atribuido          | 60          |      |
| Tiempo Básico            | 851.2       |      |
| Suplementos              | 21%         |      |
| Tiempo Estándar          | 1029.9      |      |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>12.3</b> |      |
| Límites                  |             |      |
| LSTN                     | 1762        |      |
| LITN                     | 1076        |      |

Tabla A 30: Estadísticos operación 16



Gráfica A 15: Histograma operación 16

## **Operación 17: Inspección final**

**Descripción:** El operario se encuentra de pie, carga una caja de producto terminada, se mueve alrededor de 4 pasos y la coloca en la báscula. La carga nuevamente y la regresa al lugar donde la tomo anotando en la parte superior derecha el peso total de la caja.

**Nota:** El operario es el encargado de buscar la báscula en los diferentes departamentos que la utilizan.

**Técnica del Interrogatorio:** El lugar en donde se almacenas las cajas de producto terminado es amplio y el operario tiene la facilidad de adaptarlo para colocar la báscula lo más cerca posible y no realizar un gran esfuerzo. La curva de aprendizaje del operario en esta actividad es correcta. Dependiendo del espacio disponible, el operario recarga en su rodilla la caja para realizar las anotaciones correspondientes, esto genera un desgaste y una mayor esfuerzo. La báscula se encuentra correctamente calibrada. Todas las actividades realizadas cumplen con el propósito.

### **Propuestas**

- Establecer en lugar fijo y cercano para la colocación de la báscula, esto nos ayudara a reducir la distancia que tiene que recorrer el operario cargando la caja.

### **Suplementos**

#### Tensión Física

- Fuerza ejercida. El operario carga la caja y la transporta por ello se asignan once puntos.
- Postura. El operario constantemente se tiene que agachar y cargar la caja. Se asignan doce puntos.

#### Tensión mental.

- Esta operación no afecta ningún parámetro de la tensión mental.

#### Tensión física o mental provocada por las condiciones del trabajo

- Todos los parámetros se encuentran dentro de los límites aceptables.

Por lo tanto sumando los 3 parámetros el resultado es de 23 puntos. Para convertirlos en porcentaje se utilizaron las tablas del libro de la OIT dando como resultado un aumento del 13%.

Los suplementos totales para esta actividad son:

Suplementos fijos 9% + Suplementos variables 13% = 22%



Fotografía A 16: Inspección final

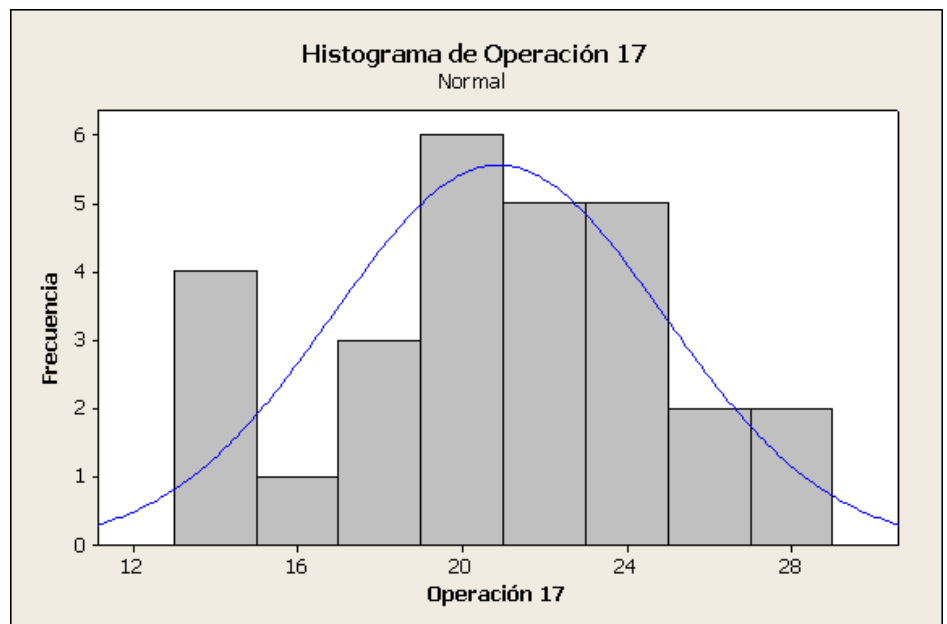
**Muestreo de trabajo y tiempo estándar.**

| Dato | Tiempo (s) |
|------|------------|
| 1    | 11         |
| 2    | 13         |
| 3    | 14         |
| 4    | 14         |
| 5    | 14         |
| 6    | 16         |
| 7    | 18         |
| 8    | 20         |
| 9    | 21         |
| 10   | 23         |
| 11   | 23         |
| 12   | 23         |
| 13   | 25         |
| 14   | 27         |
| 15   | 28         |
| 16   | 25         |
| 17   | 22         |
| 18   | 23         |
| 19   | 21         |
| 20   | 20         |
| 21   | 19         |
| 22   | 27         |
| 23   | 20         |
| 24   | 25         |
| 25   | 21         |
| 26   | 18         |
| 27   | 22         |
| 28   | 21         |
| 29   | 21         |
| 30   | 29         |

**Tabla A 32: Muestreo operación 17**

| Estadísticos             |             |     |
|--------------------------|-------------|-----|
|                          | seg         | seg |
| Más lento                | 0:00:29     | 29  |
| Más Rápido               | 0:00:11     | 11  |
| Promedio                 | 0:00:21     | 21  |
| Desviación               | 0:00:04     | 04  |
| Tiempo Estándar          |             |     |
| Valor Atribuido          | 80          |     |
| Tiempo Básico            | 16.7        |     |
| Suplementos              | 22%         |     |
| Tiempo Estándar          | 20.4        |     |
| <b>Tiempo por unidad</b> | <b>00.2</b> |     |
| Límites                  |             |     |
| LSTN                     | 33          |     |
| LITN                     | 09          |     |

**Tabla A 31: Estadístico operación 17**



**Gráfica A 16: Histograma operación 17**