

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Implementación de una estrategia de mejora para lograr el  
buen uso de horas hombre y horas maquina en el área de  
envasado n°3 de una planta farmacéutica**

**tesis**

**para optar el título profesional de  
ingeniero industrial**

**presentada por**

**bach. Calderón Carrillo, José Iván**

**asesor: mg. ing. Quispe Canales, Gustavo Raúl**

**LIMA-PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme todas estas oportunidades y por haberme colocado en una hermosa familia.

A mis padres, por todo el apoyo y consejos que me han dado a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor, Mg. Ing. Gustavo R. Quispe Canales, por su apoyo, sugerencias y brindarme su tiempo para poder elaborar esta tesis.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Problema general.....	9
1.3 Problemas especificos.....	9
1.4 Objetivo general.....	9
1.5 Objetivos especificos.....	10
1.6 Importancia.....	10
1.7 Limites de la investigacion.....	11
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	12
2.2 Teoria de procesos.....	16
2.3 El estudio de metodos y selección del trabajo.....	17
2.3.1 Diagrama de operaciones del proceso.....	19
2.3.2 Diagrama de analisis del proceso.....	20
2.3.3 Diagrama de recorrido.....	21
2.3.4 Diagrama Hombre-maquina.....	22
2.3.5 Diagrama de Bimanual.....	23
2.4 Estudio de tiempos.....	24
2.4.1 Calculo del numero de observaciones.....	25
2.4.2 Diagrama de recorrido.....	25
2.5 Tecnicas de expliracion.....	26
2.5.1 Diagrama de pareto.....	26
2.5.2 Diagrama de pescado.....	27
2.6 Planeamiento de mano de obra directa.....	29
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>31</b>
3.1 Hipótesis general.....	31
3.2 Hipotesis especificas.....	31
3.3 Variables de la investigacion.....	31
<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLOGICO.....</b>	<b>32</b>

4.1 Tipo de investigacion.....	32
4.2 Diseño de la investigación .....	32
4.3 Enfoque de la investigación .....	32
4.4 Poblacion y muestra.....	32
4.5 Técnicas para la recoleccion de datos.....	32
4.6 Técnicas para el procesamiento de datos .....	33
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS DEL ESTUDIO Y ANALISIS .....</b>	<b>34</b>
5.1 Estudio de tiempos.....	34
5.2 Diagrama bimanual de los elementos cuellos de botella .....	41
5.2.1 Diagrama bimanual del elemento A (metodo actual) .....	41
5.2.2 Diagrama bimanual del elemento D (metodo actual) .....	42
5.2.3 Diagrama bimanual del elemento F (metodo actual).....	43
5.2.4 Diagrama bimanual del elemento G (metodo actual) .....	44
5.3 Metodo propuesto .....	45
5.3.1 Diagrama bimanual del elemento A (metodo propuesto).....	45
5.3.2 Diagrama bimanual del elemento D (metodo propuesto).....	46
5.3.3 Diagrama Hombre-maquina del elemento D (metodo propuesto) .....	47
5.3.4 Diagrama bimanual del elemento F (metodo propuesto) .....	48
5.3.5 Diagrama bimanual del elemento G (metodo propuesto).....	49
5.4 Resultados del metodo propuesto .....	50
5.5 Planeamiento de la mano de obra .....	52
5.5.1 Planeamiento de la mano de obra directa (metodo actual) .....	53
5.5.2 Planeamiento de la mano de obra directa (metodo propuesto).....	55
5.6 Calculo de la productividad con el metodo propuesto.....	55
5.6.1 Productividad actual con respecto a HH.....	55
5.6.2 Productividad actual con respecto a HM.....	55
5.6.3 Productividad de HH con el metodo propuesto .....	56
5.6.4 Planeamiento de la mano de obra directa (metodo propuesto).....	56
5.6.5 Incremento de la productividad .....	56
5.6.6 Reduccion de las horas hombre y horas maquina a nive de linea .....	56
<b>CAPÍTULO VI: ANALISIS Y DIAGNOSTICO ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
6.1 Prueba de normalidad de las HH .....	58
6.2 Prueba de normalidad de las HM.....	59

6.3 Prueba de normalidad de las HH despues de la implementacion .....	60
6.4 Prueba de normalidad de las HM despues de la implementacion.....	61
6.5 Diferencia de medias de HH antes y despues de la implementacion.....	62
6.6 Diferencia de medias de HM antes y despues de la implemetacion.....	62
6.7 Diferencia de medias del costo HH antes y despues de la implemetacion .....	63
6.8 Diferencia de medias del costo HM antes y despues de la implemetacion .....	64
6.9 Correlacion de los resultados HH y HM con la implementacion de la estrategia de mejora. ....	64
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	72
Anexo 2: Proceso actual del envase N°3 .....	73
Anexo 3: Diagrama de recorrido – Area de envasado N°3 .....	74
Anexo 4: Elementos de los productos del envase N°3 .....	75
Anexo 5: Diferentes presentaciones de productos.....	76
Anexo 6: Diagrama Ishikawa del envase N°3 .....	77
Anexo 7: Formato utilizado para el estudio de tiempos .....	78
Anexo 8: Formato para el diagrama bimanual .....	79
Anexo 9: Tabña de suplementos para el estudio de tiempos .....	80
Anexo 10: Metodo propuesto del proceso de envasado N°3.....	81
Anexo 11: Calculo del tiempo normal de los elementos del proceso de envasado N°3 .....	82
Anexo 12: Estudio de tiempos con el metodo propuesto .....	83
Anexo 13: Determinacion del numero de observaciones de los elementos del proceso con el nuevo metodo de trabajo.....	84
Anexo 14: Determinacion de tiempo normal de los elementos del proceso con el metodo propuesto.....	85
Anexo 15: Determinacion del tiempo estandar de los elementos con el metodo propuesto .....	86
Anexo 16: DOP del envasado N°3 con los nuevos tiempos estandar.....	87
Anexo 17: Horas hombre y Horas maquina de 20 lotes antes y despues de la implementacion del metodo propuesto .....	88
Anexo 18: Costo de Horas hombre y Horas maquina antes y despues de la implementacion .....	89

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Lista de productos de la linea N°3 .....	5
Tabla N°02: Ingresos por venta de los años 2013 al 2016.....	6
Tabla N°03: Horas Hombre y Horas Maquina usados en un lote de simeticona.....	7
Tabla N°04: Horas Hombre y Horas Maquina utiizados en 10 lotes distintos .....	8
Tabla N°05: Calculo para el numero de observaciones .....	26
Tabla N°06: Descripcion de los elementos del proceso .....	34
Tabla N°07: Estudio de tiempos preliminar .....	35
Tabla N°08: Calculo de numero de observaciones para el elemento A.....	36
Tabla N°09: Calculo de numero de obervaciones para el elemento C .....	36
Tabla N°10: Calculo de numero de obervaciones para el elemento D .....	37
Tabla N°11: Calculo de numero de obervaciones para el elemento F.....	37
Tabla N°12: Calculo de numero de obervaciones para el elemento G .....	38
Tabla N°13: Tiempo normal de los elementos del proeso de envasado N°3.....	38
Tabla N°14: Tiempo estandar de los elementos del proceso de envasado N°3.....	39
Tabla N°15 : Capacidad de los elementos con el metodo propuesto.....	40
Tabla N°16 : Incremento de capacidad de los elementos cuellos de botella del proceso de envasado N°3 .....	40
Tabla N°17 : Cambios en el proceso de envasado N°3 .....	50
Tabla N°18: Distribucion de mano de obra directa en el proceso de envasado N°3 .....	51
Tabla N°19 : Planeamiento de la capacidad de la mano de obra del proceso de envasado N°3 .....	52

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Diagrama de flujo del proceso de envasado N°3 .....	3
Figura N°02: DAP del envase N°3 .....	4
Figura N°03: Diagrama de pareto Ingresos brutos por linea de seccion Liquidos... ..	6
Figura N°04: Horas hombre utilizadas en el envase N°3.....	7
Figura N°05: Horas maquina utilizadas en el envase N°3 .....	8
Figura N°06: Simbolos utilizados en diagraas de estudio de metodos .....	18
Figura N°07: Estructura de un DOP .....	19
Figura N°08: Diagrama de analisis del proceso.....	20
Figura N°09: Diagrama de recorrido .....	21
Figura N°10: Estructura de diagrama hombre-maquina .....	22
Figura N°11: Simbolos y definiciones utilizados en el diagrama bimanual.....	23
Figura N°12: Diagrama de pareto .....	26
Figura N°13: Diagrama de pescado .....	27
Figura N°14: Capacidad de frascos/ min por elemento del proceso.....	41
Figura N°15: Diagrama bimanual del metodo actual del elemento A .....	41
Figura N°16: Diagrama bimanual del metodo actual del elemento D .....	42
Figura N°17: Diagrama bimanual del elemento F (metodo actual).....	43
Figura N°18: Diagrama bimanual del metodo actual del elemento G .....	44
Figura N°19: Diagrama bimanual del metodo propuesto del elemento A .....	45
Figura N°20: Diagrama bimanual del metodo propuesto del elemento D.....	46
Figura N°21: Colocacion de bandejas metalicas para el elemento D .....	46
Figura N°22: Diagrama hombre-maquina del elemento D (metodo propuesto) .....	47
Figura N°23: Dagrama hombre-maquina del elemento D con un operario.....	48
Figura N°24: Diagrama bimanual del elemento F (metodo propuesto).....	48
Figura N°25: Diagrama bimanual del elemento G (metodo propuesto).....	49
Figura N°26: Nueva distribucion de maquina para el elemento G .....	50
Figura N°27: Capacidad de frascos/min de cada elemento del proceso con el metodo propuesto.....	51
Figura N°28: Prueba de normalidad de las horas hombre .....	58
Figura N°29: Prueba de normalidad de las horas maquina.....	59
Figura N°30: Prueba de normalidad de las horas hombre (nuevo metodo).....	60
Figura N°31: Prueba de normalidad de las horas maquina (nuevo metodo) .....	61



Figura N°32: Resultado diferencia de medias HH antes y despues de la implementacion .....	62
Figura N°33: Resultado diferencia de medias HM antes y despues de la implementacion.....	62
Figura N°34: Resultado de diferencia de medias del costo HH antes y despues de la implementacion .....	63
Figura N°35: Resultado de la diferencia de medias del costo HM antes y despues de la implementacion .....	64
Figura N°36: Resultado de correlacion HH y HM antes y despues de la implementacion.....	65

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la sección de líquidos no estériles de una empresa farmacéutica, centrándose en el área de envase N°3. En la línea de producción N°3 se hacen productos de pequeño volumen (gotas). Cada línea de producción cuenta con área de fabricación, envase y acondicionado. Se identificó un exceso de horas hombre y horas maquina en el área de envase N°3 con respecto a las demás líneas. Esta investigación se centra en la reducción de los recursos horas hombre y horas maquina empleados en el envase N°3, de esta manera incrementando la productividad de la línea, y reduciendo el costo unitario de los productos, incrementando los ingresos.

**Palabras clave:** Estudio de métodos, planeamiento de mano de obra directa, horas hombre, horas máquina, productividad

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the non-sterile liquids section of a pharmaceutical company, focusing on the packaging area No. 3. In the production line N ° 3 small products are made (drops). Each production line has manufacturing area, packaging and conditioning. An excess of man hours and machine hours was identified in container area No. 3 with respect to the other lines. This research focuses on reducing the man hours and machine hours spent on the No. 3 packaging, thereby increasing line productivity, reducing product costs, and increasing revenue.

**Key words:** Study of methods, planning of direct labor, man hours, machine hours, productivity

## INTRODUCCION

En esta investigación se utilizó herramientas de la ingeniería industrial, para identificar, analizar y proponer una estrategia para reducir las horas hombre y horas máquina dentro del proceso de envasado de una conocida empresa farmacéutica líder en su rubro, tales como el estudio de métodos, el cual ayudó a identificar cuellos de botella, los tiempos estándar, y proponer un nuevo método de trabajo para el proceso de envasado.

El planeamiento de la mano de obra directa, que se centra solo en actividades netamente productivas, y teniendo en cuenta factores como eficiencia, y tipos de labor, ayuda con la planificación de los distintos periodos para la distribución de mano de obra con respecto a la demanda, y utilizar solo la cantidad requerida de recursos.

En conjunto, el estudio de métodos, el planeamiento de mano de obra directa, lograran un buen uso de horas hombre y horas máquina para poder reducir los costos variables de los productos de la línea N°3 y hacerlos más competitivos, trayendo consigo mayores ingresos a la empresa.

# CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción del problema

La empresa farmacéutica cuenta con cincuenta años de experiencia en la elaboración, comercialización y servicio de producción de productos farmacéuticos para el mercado nacional y extranjero.

Cuenta con dos plantas independientes, que permite garantizar la elaboración de productos con la más alta calidad manteniendo estándares internacionales que cumplen estrictamente con normas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) establecidas por la DIGEMID-Perú (Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas) y otras instituciones gubernamentales del ámbito de la salud.

La planta 1, ubicada en ate, cuenta con 5 secciones. Una de ellas es la sección de líquidos no estériles, que cuenta con 3 líneas de producción. Las líneas cuentan con áreas de fabricación, envasado y acondicionado. En el área de fabricación se elabora el producto (medicamentos), propiamente dicho. El área de envasado es en donde al producto se le deposita en su envase primario y se sellan, el área de acondicionado es en donde a los frascos se les coloca la etiqueta, el número de lote, fecha de vencimiento, se los coloca en su envase secundario, se les coloca folleto, cucharita o vasos dosificadores y se los coloca en cajas de embalaje para su almacenamiento y posterior distribución. La línea número 3, en el área de envasado es la parte donde demanda más horas hombre y horas maquina ya que se requiere de 7 operarios, uno de ellos abastece la envasadora que funciona con una aguja (pistón), un segundo operario retira los frascos de la envasadora colocándolos sobre la faja de la maquina taponadora y realiza control de volumen, 2 operarios colocan manualmente los capilares dentro del formato de la máquina taponadora para que los ensamble en los frascos, 2 operarios superponen las tapas y un operario más retira los frascos de la faja dela maquina taponadora y los coloca en la selladora y ordena las bandejas de productos sobre la parihuela (Anexo 3). Terminado el proceso de envase del lote, se traslada a otra área para su acondicionado, en donde a los frascos se los coloca en sus envases secundarios, preparándolos para su almacenamiento y distribución.

El proceso de envasado N°3 descrito anteriormente se muestra a continuación en la figura N°1 y en la figura N°2

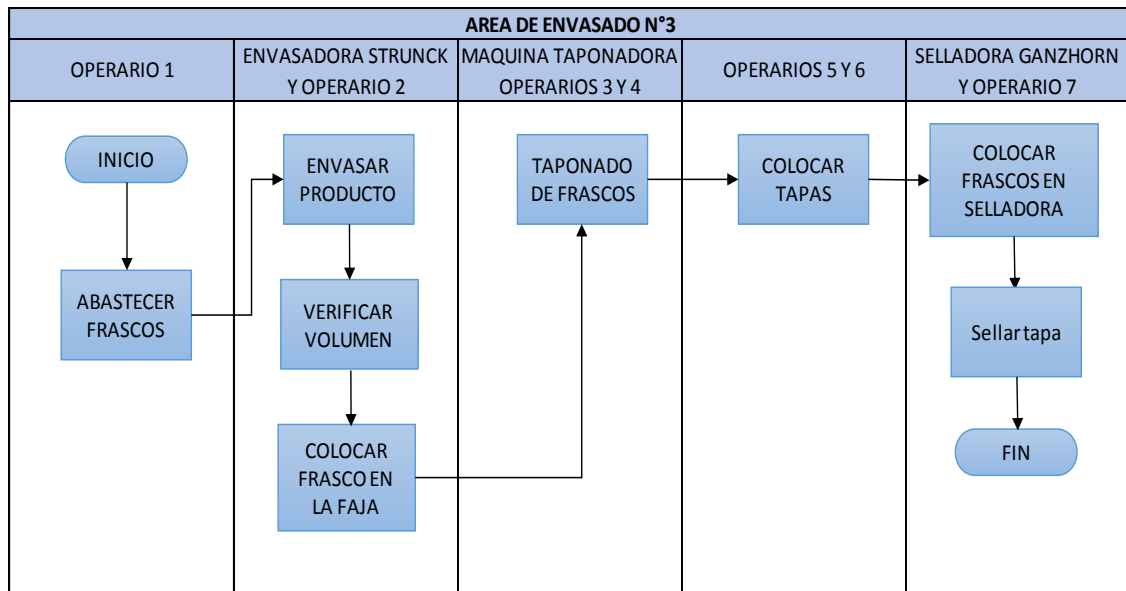


Figura N°01: Diagrama de flujo del proceso de envasado N°3

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia

El diagrama anterior explica el proceso de envasado N°3, en la cual inicia con el abastecimiento de frascos, en cada etapa del proceso se manipulan los frascos tomándolos por 4 unidades.

Las líneas de producción 1 y 2 presentan el mismo proceso de fabricación, pero los recursos utilizados son menores en comparación de la línea 3.






DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO - ENVASE N°3						
N°	ACTIVIDAD					
1	abastecer frascos	●				
2	ensasar	●				
3	verificar volumen y colocar en faja			●		
4	colocar tapones en la matriz	●				
5	taponear	●				
6	colocar tapas	●				
7	sellar tapas	●				

Figura N°02: DAP del envase N°3

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

La lista de productos que se producen en la línea N°3 se detallan a continuación en la tabla N°3

Tabla N°01: Lista de productos de la línea N°3

PRODUCTOS LINEA N°3	
N°	Principio activo
1	Retinol Palmitato (vit.A)+Ergocaciferol (vit D2)
2	Biotina
3	Ambroxol
4	Cianocobalamina (vit. B12)
5	Ibuprofeno
6	Retinol Palmitato (vit.A)
7	Furazolidona
8	Simeticona
9	Simeticona cajax 25
10	Simeticona ANIS
11	Simeticona FRESA
12	Dimenhidrinato
13	Levocetirizia
14	Levocetirizia + pseudoefedrina
15	Paracetamol
16	Ambroxol
17	Cloruro de sodio
18	Nistatina
19	Ergocalciferol
20	Colecalciferol
21	Ergocalciferol
22	Pargoverina Clorhidrato
23	Tramadol Clorhidrato
24	Yodo Povidona

Fuente: La empresa de estudio

Los productos de la línea de producción N°3 representan aproximadamente el 40% de los ingresos por venta de la sección de líquidos no estériles de la planta farmacéutica, siendo la línea que más ingresos aporta, ya que es la línea cuyos productos tienen el segundo precio más alto de la sección y se producen en grandes cantidades. Las horas hombre y horas maquina utilizados en el proceso de envasado N°3 son los más elevados y los más variables dentro del proceso de producción, por lo que al incrementar las horas utilizadas se incrementa el costo de producción y se reduce el margen de ganancia de los productos manufacturados en esta línea, reduciendo los ingresos a la empresa.



A continuación se muestra el ingreso bruto de ventas promedio de las líneas de producción de la sección de líquidos no estériles, años 2013, 2014, 2015, 2016 , se muestra en la tabla N°2.

Tabla N°2: Ingresos promedios por venta (nuevos soles) de los años 2013 al 2016 por línea.

Total ENVASE 1	245352	11.74%
ENVASE 2		
Total ENVASE 2	619260	29.64%
ENVASE 3		
Total ENVASE 3	840073	40.21%
ENVASE 4		
Total ENVASE 4	384607	18.41%

Fuente: la empresa de estudio

De la tabla N°02, se obtiene el siguiente gráfico N°3.

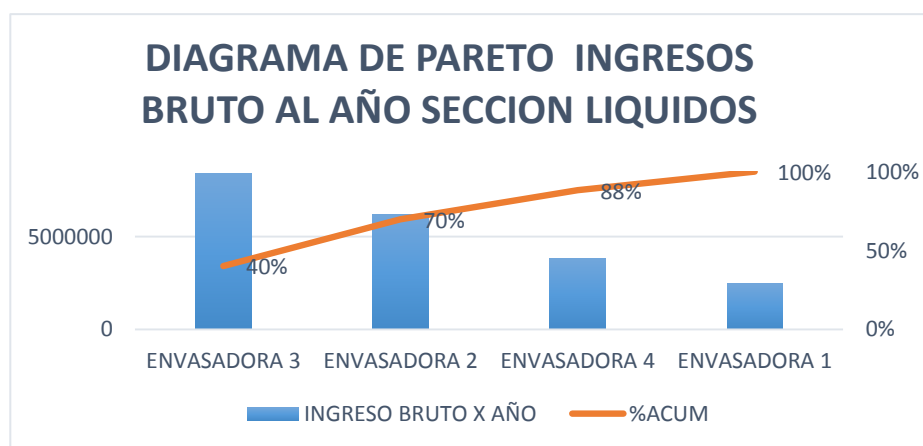


Figura N°3: Diagrama de Pareto Ingresos Brutos sección Líquidos por línea

Fuente: la empresa de estudio, elaboración propia.

Se determina priorización al envasado N°3 ya que representa el mayor porcentaje de ingresos por venta de la sección. Las líneas 1 y 2 no presentan problemas de mayor consideración.

A continuación, en la tabla N°3 se muestra el total de horas hombre y horas maquina utilizadas para la producción de un lote de Simeticona.

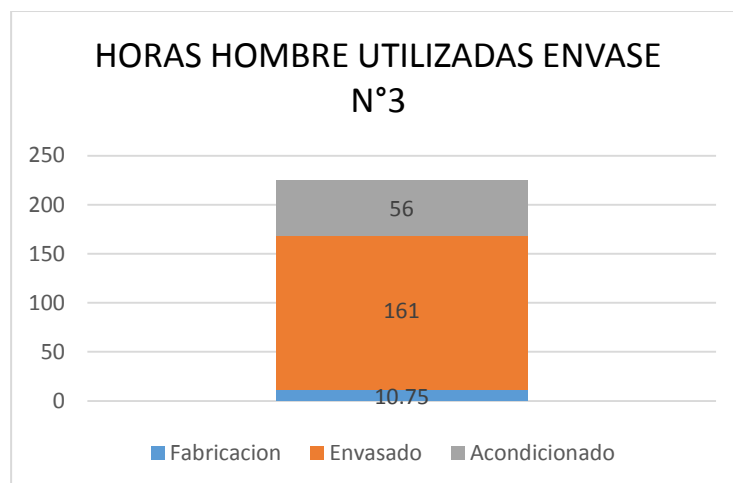
Tabla N°3: Horas hombre y horas maquina usados en un lote de Simeticona

SIMETICONA ANIS					
L:1092416	HH	%	HM	%	Cantidad u
Fabricación	10.75	4.72	5.25	13.55	65000
Envasado	161	70.69	23	59.35	
Acondicionado	56	24.59	10.5	27.10	
Total	227.75	100%	38.75	100%	

Fuente: la empresa de estudio, elaboración propia.

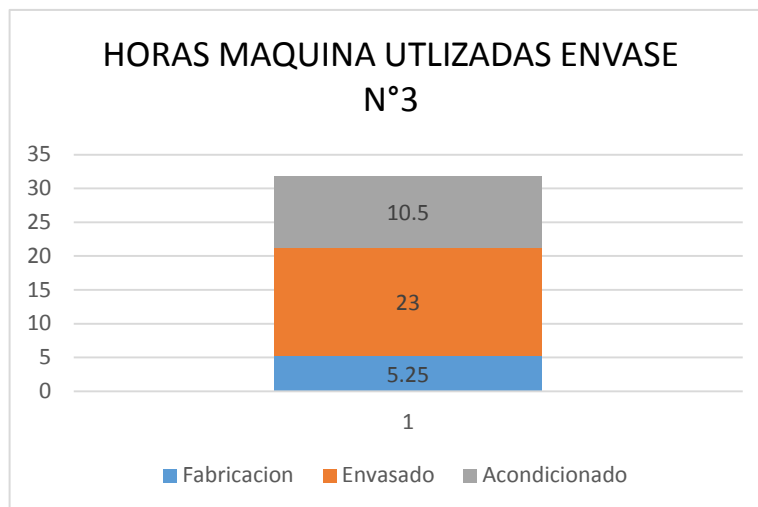
De la tabla N°3, se obtiene la figura N°4 y la figura N°5.

Figura N°4: Horas hombre utilizadas en el envase N°3



Fuente: la empresa de estudio, elaboración propia.

Figura N°05: Horas maquina utilizadas en el envase N°3



Fuente: la empresa de estudio, elaboración propia.

De la tabla 4 y los gráficos, se observa que el proceso de envasado de la línea N°3 es el que consume mayor horas hombre y horas máquina, cubriendo el 70% y 59% respectivamente.

Todos los lotes producidos presentan la misma tendencia, pero variando las horas hombre y horas máquina utilizados, no cambiando el hecho de que las horas hombre y horas máquina en el envasado N°3 son los más elevados del proceso de producción, como se puede apreciar en la tabla N°4.

Tabla N°4: Horas Hombre y Horas Máquina utilizados en 10 lotes distintos

<b>Simeticona</b>		
LOTES	HH	HM
1	173.25	24.75
2	148.75	21.25
3	154	22
4	162.05	23.15
5	159.25	22.75
6	155.75	22.25
7	150.5	21.5
8	168	24
9	164.5	23.5
10	148.75	21.25

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

De acuerdo a lo expuesto, la definición del problema se hará de la siguiente manera:

## **Definición del problema: General y específicos**

### **1.2 Problema General**

¿Cuál es el impacto de implementar una estrategia de mejora para lograr el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N° 3 de la planta farmacéutica?

### **1.3 Problemas Específicos**

¿De qué manera el estudio de métodos logrará un mejor método y tiempo en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica?

¿De qué manera el planeamiento de la mano de obra directa logrará el buen uso de horas hombre y horas máquina en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica?

¿Cómo influirá económicamente la aplicación de la estrategia de mejora para lograr el buen uso de los recursos del proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica?

### **1.4. Objetivo General**

Implementar una estrategia de mejora para el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N° 3 de la planta farmacéutica.

## **1.5 Objetivos específicos**

Desarrollar un estudio de métodos que permita un mejor método y tiempo en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.

Desarrollar un planeamiento de la mano de obra directa que permita el buen uso de horas hombre y horas máquina en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.

Determinar la influencia económica de la implementación de la estrategia de mejora para lograr el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.

## **1.6 Importancia**

### **Importancia Económica**

Esta investigación podrá ayudar a la empresa mencionada a mejorar sus procesos productivos, llegar a la causa raíz de dichos problemas y encontrar las posibles soluciones, de esta manera reduciendo los costos de producción en la línea N°3 y así poder aumentar el margen de ganancias, ya que la línea N°3 es la que mayores ingresos genera a la sección.

### **Importancia Empresarial**

Se podrá realizar el trabajo con menos recursos, logrando optimizar los procesos, aquellas empresas con procesos productivos similares, por ejemplo otros laboratorios que fabrican productos de las mismas características o empresas de otros rubros, podrán tener en cuenta esta investigación para resolver sus problemas de productividad, ya que las herramientas y técnicas utilizadas en esta investigación pueden ser aplicadas en cualquier proceso de producción.

Al poder observar el proceso de producción, y haber encontrado el problema dentro del proceso de producción de la línea N°3 del proceso de envasado, considero pertinente realizar la investigación con el fin de poder mejorar los procesos productivos de una gran empresa en el rubro farmacéutico, al poder reducir costos de producción y lograr ofrecer productos más competitivos, trayendo consigo un incremento en los ingresos.

### **1.7. Límites de la investigación**

Temporal: el estudio se realizó en mayo del dos mil diecisiete hasta noviembre del dos mil diecisiete.

Espacial: Esta investigación recolectó y analizó los datos dentro de una planta farmacéutica, en el proceso de envasado de productos de pequeño volumen (gotas).

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. Antecedentes del estudio de investigación**

Gonzales, E. (2004), en su tesis titulada propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa servioptical, tiene como objetivo “diseñar y/o rediseñar los procedimientos para el mejoramiento de los tiempos de producción” (p.12). Llego a la conclusión de que todos los procesos en las empresas, por excelentes que parezcan son susceptibles a ser mejorados y que se debe hacer un seguimiento continuo de sus procesos, siendo críticos y analizando cada paso” (p.26). Se utilizó el estudio de métodos, diagramas de procesos, análisis costo beneficio.

Rego, L. (2010), en su tesis tiene como objetivo: “Brindar a las empresas manufactureras criterios para la mejora de la productividad en el caso específico de compactados pero aplicable a cualquier tipo de estudio de producción que muestre la situación de una empresa viendo puntos a corregir o mejorar, analizando para ello los distintos factores que afectan a la productividad para sus posteriores propuestas de mejoras que maximicen los beneficios de la empresa” (p.6). El autor utilizó herramientas del estudio de métodos, para poder llegar alcanzar su objetivo.

Como conclusión llegó a que “la forma de trabajo de la empresa en la parte de manufactura de compactos no es la adecuada, pues como se observó genera en su proceso un exceso de mermas por máquinas mal calibradas y porque los trabajadores no están bien capacitados, esto a su vez genera grandes pérdidas en producción como en ventas. (p.86)

Jara, M. (2012), en su tesis tiene como objetivo “proponer un estudio para mejorar los procesos productivos, sección metal mecánica en la fábrica Indugop” (p.18).

El autor utilizó el estudio de métodos, estudio de tiempos, balance de línea. Llegó a la conclusión que “es importante definir los procesos que afectan el proceso productivo, por esta razón es de suma importancia dedicar tiempo a la fase de análisis de mapeo del flujo de valor, ya que, esta filosofía nos indica o nos permite visualizar como fluye el proceso, nos permite ver las fuentes y orígenes del desperdicio, nos permite elaborar estrategias de mejoras, focalizándose en lo más importante”. (p. 78)

Álzate N. & Sánchez J. (2013), proponen en su tesis que el objetivo es “definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz y su estándar de tiempo para la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa calzado Caprichosa” (p.18). Los autores utilizaron el estudio de tiempos, tablas MTM para realizar la medición y posterior análisis.

Del trabajo de investigación realizado “se pudo lograr identificar y generar propuestas de mejora en la ejecución de las distintas tareas de cada estación de trabajo, se estableció un nuevo método de fabricación, viendo disminución en los costos laborales e incremento de la productividad” (p.104).

Ustate, J. (2007), en objetivo de su tesis fue “hacer un estudio de métodos y tiempos en la empresa Metales y Derivados S.A. y documentar los procesos de la planta de producción, de acuerdo a las NTC ISO 9000” (p.2).

El autor utilizó Diagrama de análisis de proceso, distribución de planta, y toma de tiempos, para poder desarrollar su investigación y obtener sus conclusiones. Llegó a la conclusión de que “el estudio de métodos y tiempos ayuda a cualquier tipo de industria, a encontrar muchas actividades innecesarias que no son tomadas en cuenta a simple vista” (p.92).



Cajamarca, D. (2015), el objetivo de su tesis fue “presentar una propuesta que permita reducir el número de productos defectuosos en Kaia bordados a través del estudio de métodos y tiempos, con el fin de aumentar la calidad de los productos y rentabilidad de la compañía” (p.18)

El autor utilizó diagramas de estudio de métodos, tales como DOP, flujos, diagrama de recorrido, diagrama hombre-máquina y toma de tiempos, Ishikawa Como conclusión “el estudio de métodos permitió observar las acciones que se realizan dentro de un proceso y permitió prestar atención a pequeñas acciones que normalmente son despreciables y en ocasiones retrasan el desarrollo del proceso.

Se hallaron y definieron las acciones para mejorar el proceso y disminuir la fabricación de productos defectuosos con base a mejoras en el área de trabajo” (p.62)

Jijón, K. (2013), su tesis tiene como objetivo “determinar tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel” (p.7), para lo cual utilizó el estudio de métodos, diagrama bimanual, diagrama de análisis de proceso, estudio de tiempos.

Concluye en la “determinación de los movimientos que los obreros realizan a través del diagrama de recorrido, cursogramas sinópticos y cursogramas analíticos, luego se procede a la toma de tiempos de los procesos actuales mediante el estudio del trabajo para obtener capacidades actuales y la necesidad de desarrollar un nuevo método para la elaboración de zapatos en la empresa calzado Gabriel”. (p.63)

Para esta investigación utilicé herramientas de estudio de métodos, tales como estudio de tiempos, mapeo de procesos, diagrama de análisis de proceso, diagrama de operaciones de proceso, diagrama hombre máquina, diagrama de recorrido, diagrama bimanual y planeamiento de la mano de obra directa.

Utilicé estas herramientas ya que necesitaba identificar cada actividad de este proceso, conocer los tiempos de operación, la capacidad de cada estación de trabajo para poder identificar los cuellos de botella y aplicar mejoras sobre ellos, tales como un nuevo método de trabajo para lograr un balance de capacidad en las operación del proceso de envasado N°3 y mediante el planeamiento de la mano de obra directa, determiné la cantidad de personal y horas maquina requeridas para poder cumplir con la demanda mensual, tomando en cuenta ciertos factores como la eficiencia y distribución de la MOD.

## **2.2. Teoría de procesos**

### **Proceso**

OIT, (1996), indica que un proceso es conjunto de actividades interrelacionadas entre sí, que toman entradas y las transforman en salidas (p.35)

Actividad:

Dice que es un conjunto de tareas necesaria para la obtención de un resultado.

### **Elementos de un proceso**

Según la OIT (1996), todos los procesos cuentan con los siguientes elementos:

- a) Inputs (entradas): Es un producto que viene de un proveedor interno o externo, es la salida de otros procesos. Presenta características objetivas que responden al estándar o criterio de aceptación definidos.
- b) Proceso: Secuencia de actividades propiamente dicha. Es variable y se puede mejorar.
- c) Output (salidas): El resultado o producto del proceso, que va hacia un usuario o cliente interno o externo. Dicho producto tiene un valor intrínseco, medible o evaluable para su cliente o usuario.

### **Factores de un proceso**

- a) Personas: Los miembros del equipo de proceso, todas ellas con conocimientos, habilidades y competencias adecuados.
- b) Materiales: Materias primas o semielaborados, insumos, información, con características adecuadas para su uso.
- c) Recursos físicos: Instalaciones, maquinaria, herramientas, softwares, que deben de estar en correctas condiciones de uso.
- d) Método: Procedimientos, formas de cómo realizar el proceso y como utilizar los recursos.

### 2.3 El estudio de métodos y selección de trabajo

Para poder mejorar un proceso productivo es necesario conocerlo, estudiarlo y analizar cada uno de los elementos que intervienen en dicho proceso. Para ello se realiza el estudio de métodos.

La OIT (1996) indica que el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras (p.78).

El estudio de métodos consiste en el seguimiento de ocho etapas:

1. Seleccionar el trabajo o proceso a estudiar
2. Registrar los datos relevantes del proceso, para su posterior análisis
3. Examinar si los hechos registrados tienen justificación, quien lo ejecuta, donde lo ejecuta y cuando lo ejecuta.
4. Establecer el método más apropiado teniendo en cuenta todas las circunstancias.
5. Evaluar los resultados obtenidos con el nuevo método
6. Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente
7. Implantar el nuevo método, formando a las personas interesadas
8. Controlar la aplicación del nuevo método siguiendo los resultados obtenidos.

#### Símbolos empleados en los diagramas

Los símbolos usados en los diagramas de estudio de métodos se detallan a continuación en la figura N°6.

SIMBOLO	ACTIVIDADES
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Espera/demora
	Almacenamiento
	Actividades combinadas

Figura N°06: Símbolos utilizados en diagramas de estudio de métodos

Fuente: OIT (1996)

**Operación:** Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto cambia durante la operación.

**Inspección:** Verificación del correcto resultado de una operación.

**Transporte:** Indica movimiento de los trabajadores, materiales, equipos, de un lugar a otro.

**Espera:** Indica demora en el desarrollo de los hechos

**Almacenamiento:** Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén en donde se lo recibe o entrega.

**Actividades combinadas:** Indica que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en el lugar de trabajo

### **Diagramas utilizados en el estudio de métodos**

1. Diagrama de operaciones del proceso
2. Diagrama de análisis del proceso
3. Diagrama Hombre-Maquina
4. Diagrama Bimanual

#### **2.3.1 Diagrama de operaciones del proceso**

García, R. (2000), el diagrama de operaciones del proceso (DOP) es una herramienta utilizada para identificar y tener en cuenta las operaciones e inspecciones dentro de un proceso. Muestra el orden cronológico de estas durante el proceso, así

como todas las aportaciones de materia prima y subensambles hechas al producto principal. (p.56)

La estructura de este diagrama de muestra en la figura N°7.

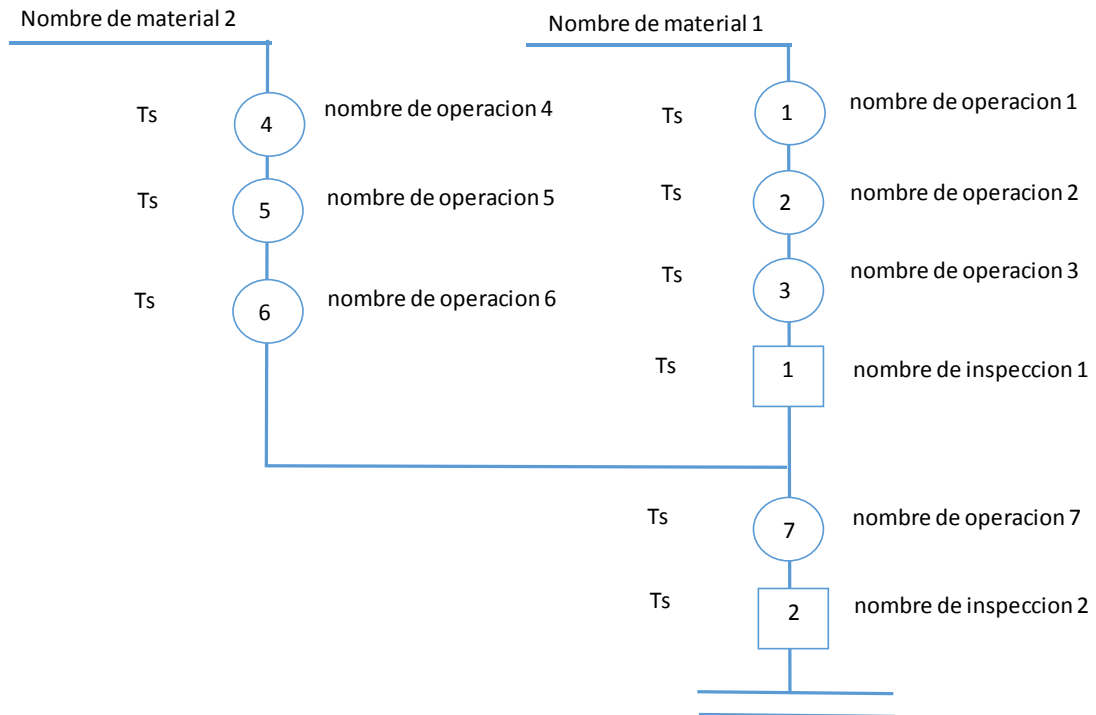


Figura N°07: Estructura de un DOP

Fuente: García, Roberto (2000)

### 2.3.2 Diagrama de Análisis del proceso

García, R. (2000), indica que el Diagrama de análisis del proceso (DAP) es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes,

inspecciones, esperas y almacenamiento que ocurre durante un proceso. Sirve para representar la secuencia de un producto, una pieza, etc. (p.69).

A continuación se muestra un ejemplo de este diagrama en la figura N°8.

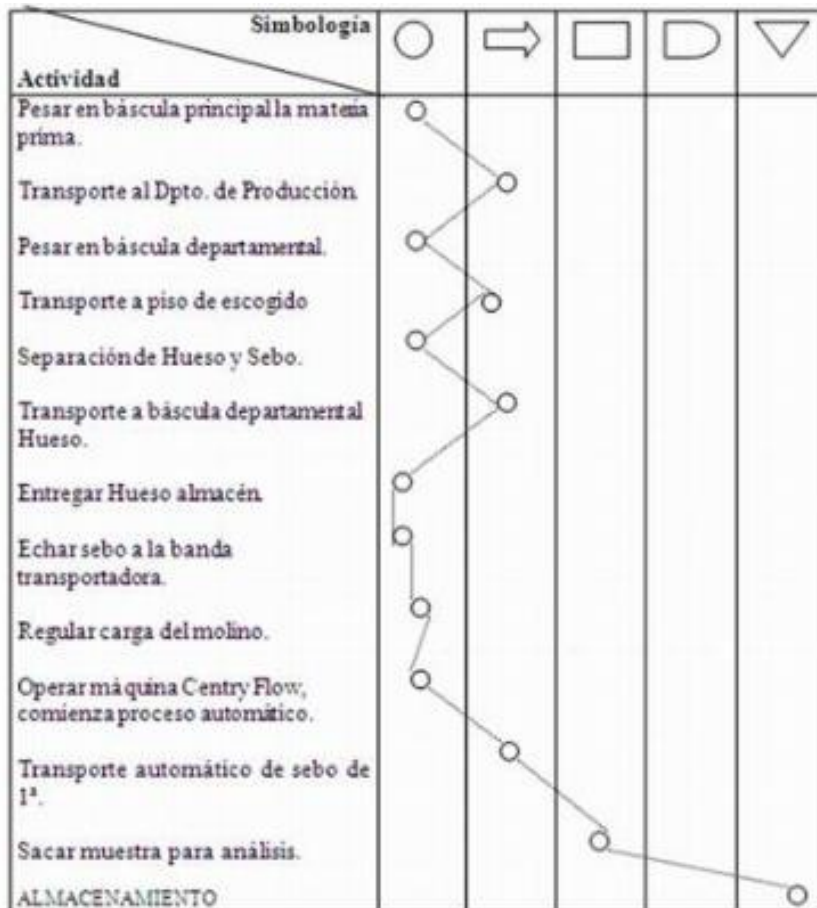


Figura N°08: Diagrama de análisis del proceso

Fuente: García, Roberto (2000)

### 2.3.3 Diagrama de recorrido

García, R. (2000), Es una representación gráfica del proceso, en la que se traza un esquema de la disposición de las instalaciones y se muestra la ubicación de todas las actividades realizadas de un proceso, las actividades se deben localizar en el lugar que suceden los hechos, van representadas por un símbolo y un número. (p.71).

A continuación se en la figura N°09 se muestra un ejemplo de un diagrama de recorrido.

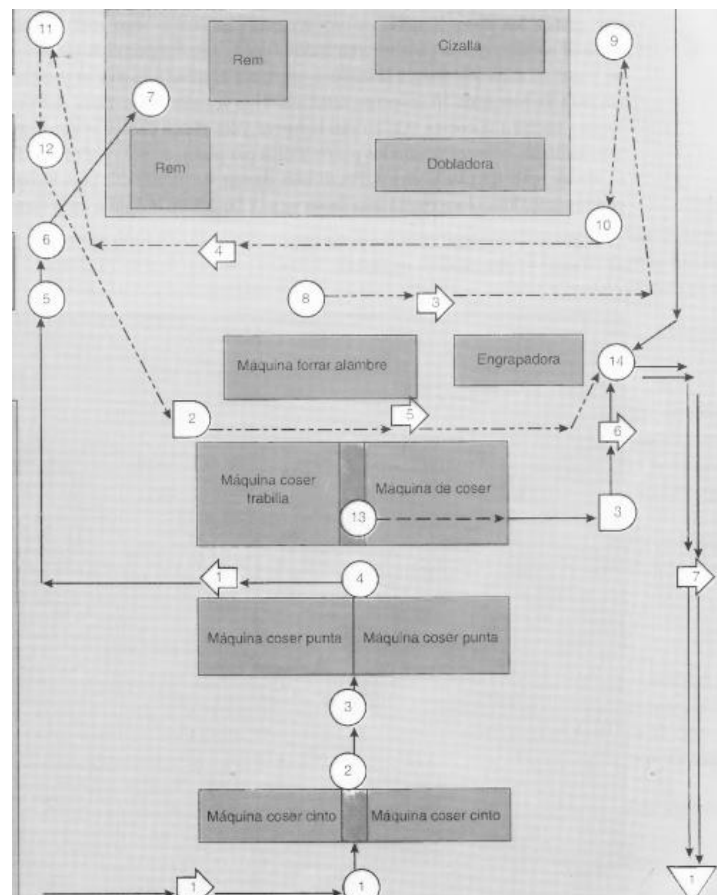


Figura N°09: Diagrama de recorrido.

Fuente: García, Roberto (2000)

### 2.3.4 Diagrama hombre-maquina



Nieves & Freivalds (2009), dicen que es la representación gráfica de la secuencia de operaciones de un proceso en la que involucran hombres y máquinas, además permite conocer el tiempo empleado por los hombres y el tiempo empleado por las máquinas. Es de gran utilidad para eliminar tiempos muertos del trabajador y de las máquinas. (p.54)

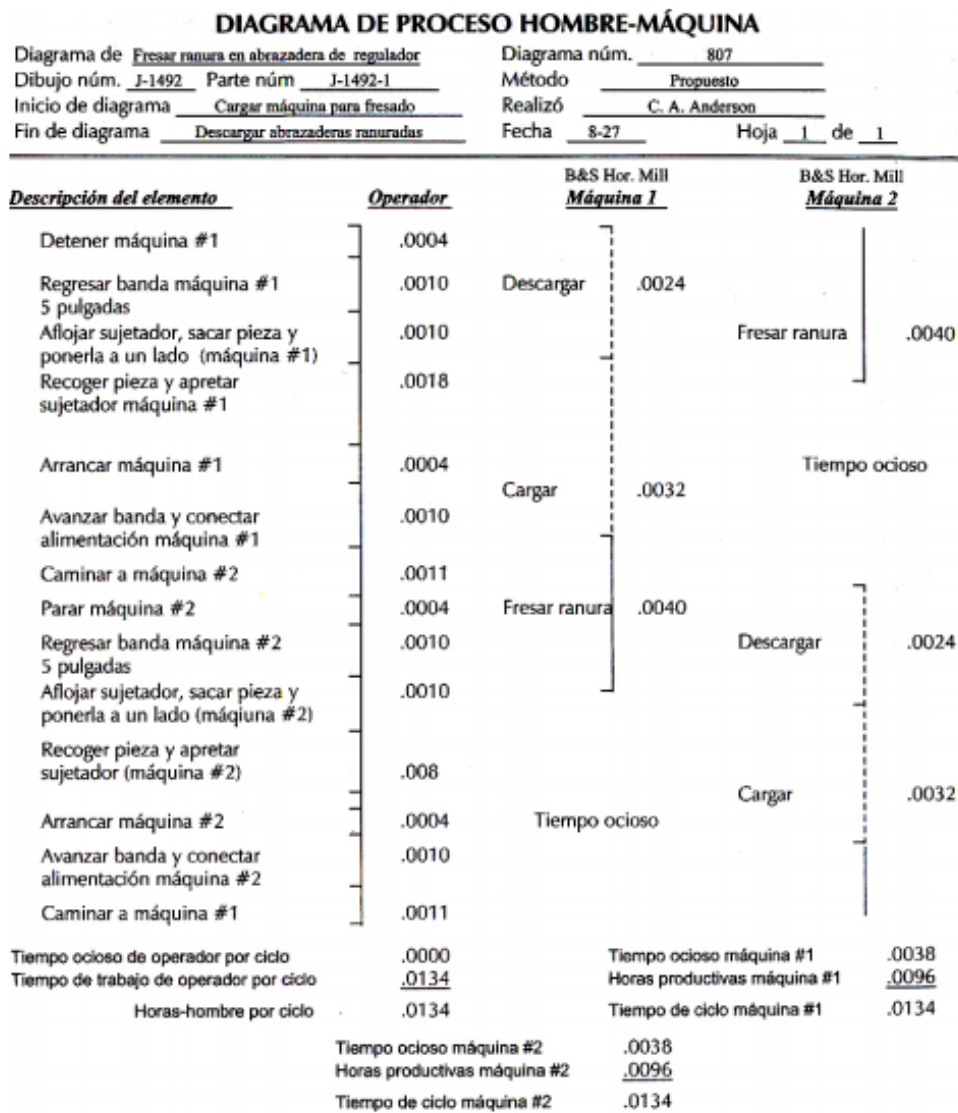


Figura N°10: Estructura de diagrama hombre-maquina

Fuente: Nieves & Freivalds (2009)

### 2.3.4 Diagrama Bimanual

García, R. (2000), indica que este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que hay entre ambas manos. Sirve para estudiar operaciones repetitivas (p.79).

En la figura N°11 se puede apreciar la actividad, su definición y simbología utilizada en el diagrama bimanual.





Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc.	
Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la mano hacia el trabajo, pieza, material etc.	
Demora	Se emplea para indicar el tiempo en el que la mano no trabaja	
Sostenimiento o Almacenamiento	Se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, material, herramienta.	

Figura N°11: símbolos y definiciones utilizados en el diagrama bimanual

Fuente: García, Roberto (2000)

## 2.4. Estudio de tiempos

OIT, (1996), el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo usada para registrar los tiempos y ritmos del trabajo a los elementos de una tarea definida, efectuadas en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según la norma de ejecución preestablecida. (p.289)

El tiempo estándar se determina con la siguiente fórmula:

$$T_s = T_N + S$$

Donde:

$T_s$  = Tiempo Estándar

$T_N$  = Tiempo normal

$S$  = Suplementos

El tiempo normal se obtiene de la siguiente manera:

$$T_N = T_m \times V$$

Donde:

$T_m$  = Tiempo medio

$V$  = Factor de valoración

El tiempo medio se obtiene con el promedio de los registros de los tiempos observados, y el factor de valoración es un número entre 0-1 que el analista evalúa y califica la actividad realizada.

Los suplementos son tolerancias concedidas a las actividades que se realizan, estos datos se pueden obtener de las tablas de suplementos de la OIT. (ver anexo)

### **Calculo del tiempo normal**

OIT, (1996), indica que se emplea en el caso que el número de observaciones es mayor a 30. El tiempo normal es el resultado de multiplicar el promedio de los tiempos observados y el promedio de las calificaciones. (p.315)

$$T_N = T_O \times \overline{V} / \overline{100}$$

En caso de que el número de observaciones sea menor a 30, se suman las observaciones con las mismas valoraciones, esta suma se multiplica por su valoración, se suma el producto de las distintas valoraciones con la suma de sus observaciones y el resultado se divide entre el número de observaciones multiplicado por las divisiones.

#### **2.4.1 Calculo de número de observaciones**

El tamaño de número de observaciones es una parte importante en el estudio de tiempos, tiene por finalidad determinar el valor medio de cada elemento del proceso.

##### **Método estadístico**

OIT, (1996), Este método consiste en realizar cierto número de observaciones previas y aplicarlas en la siguiente formula:

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

n= número de observaciones requerido

n'= número de observaciones del estudio previo

x= Valor de las observaciones

40= constante para el nivel de confianza de 94,45%

Si el número de observaciones previas es menor al requerido, entonces es necesario aumentar el número de observaciones preliminares.

##### **Método tradicional**

OIT, (1996), Para obtener el número de observaciones por el método tradicional, se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Por defecto, realizar 10 lecturas preliminares. En caso de que los tiempos fuesen menores a 2 minutos registrar 10 tomas, y si son mayores a 2 minutos, realizar 5 observaciones.

2. Calcular el rango de los tiempos de ciclo (restar tiempo mayor y tiempo menor de la muestra)

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

3. Calcular el tiempo medio

4. Calcular el coeficiente del rango y el tiempo medio

5. El cociente se busca en una tabla y se determina el número de observaciones necesarias para un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de  $\pm 5\%$

A continuación, se muestra la tabla N°05 para el cálculo de número de observaciones

Cálculo

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Tabla N°05:  
para el número de observaciones

Fuente: OIT (1996)

## 2.5 TECNICAS DE EXPLORACION

### 2.5.1 Análisis de Pareto

Sirve para identificar y priorizar elementos, artículos, o los problemas principales que causan el mayor impacto, también es conocido como el diagrama ABC o el 80-20.

Nievel & Freivalds (2004), indican que los artículos de interés se identifican y se miden en una escala común, después se acomodan en orden ascendente creando una distribución acumulada (p.46)

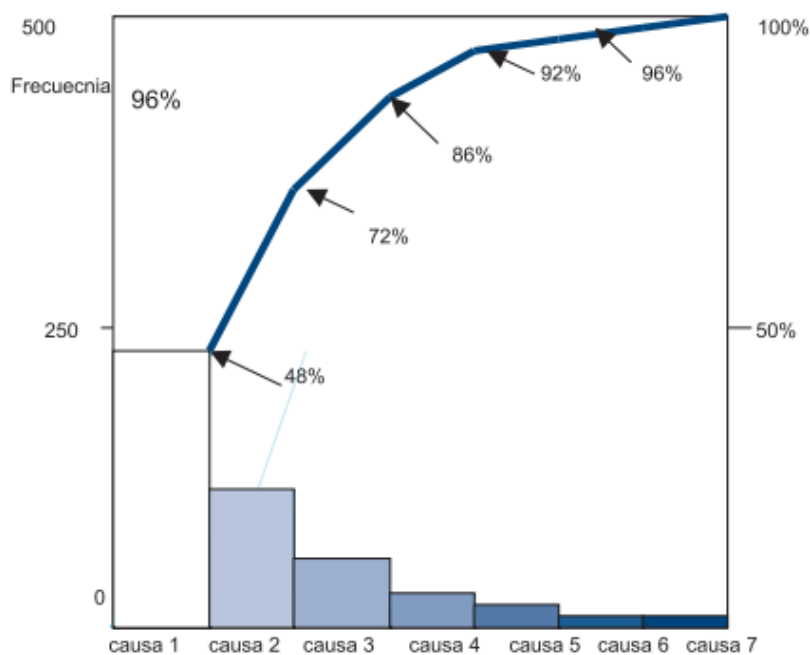


Figura N°12: Diagrama de Pareto

Fuente: Instituto Uruguayo de normas técnicas, Herramientas para la mejora de la calidad, 2009

## 2.5.2 Diagrama de pescado

Nievel y Frevals (2009), Un buen diagrama tendrá varios niveles de “espinas” y proporcionará una visión global de un problema.

El diagrama de pescado, también conocido como Diagrama Causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa, consiste en definir un evento no deseable o un problema que es el efecto, como “la cabeza del pescado”, e identificar los factores que contribuyen a que suceda este problema, las causa como “las espinas”. Puede ser realizado mediante una lluvia de ideas.

A continuación en la figura N°3 se puede ver la estructura del diagrama de pescado.

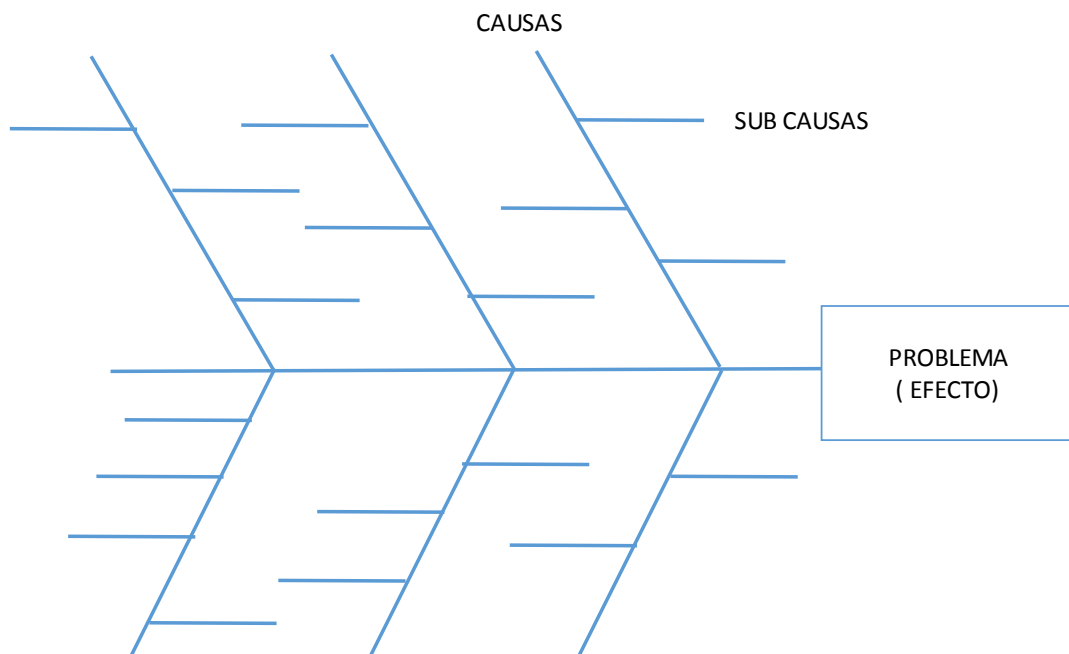


Figura N°13: Diagrama de Pescado

Fuente: Nieves y Frevals (2009)

## **2.6 PLANEAMIENTO DE MANO DE OBRA DIRECTA**

La mano de obra directa agrupa a todas las actividades que están relacionadas directamente con la producción (actividades productivas).

### **Tipos de labor de mano de obra directa**

Quispe, G. (2011), indica que el personal de mano de obra directa, durante el proceso de sus funciones realiza: Labor directa y labor indirecta (p.23).

Labor directa: Conjunto de actividades que transforman los materiales, agregando valor agregado.

Labor indirecta: Conjunto de actividades que sirven de soporte y son importantes ya que sin ella no podrían realizarse las labores directas, ejemplo: limpieza, abastecimiento de materiales, etc.

Labor no productiva: Aquellas actividades que no aportan ningún tipo de valor para la elaboración de un bien o un servicio.

## **2.7 PRODUCTIVIDAD**

García, R. (2000), dice que la productividad es el grado de rendimiento con el que se utilizan los recursos para alcanzar los objetivos planteados (p.15)

La productividad es la medida de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados deseados (p.19)

El índice de productividad se puede medir a través de la relación producto insumo, existen tres formas:

1. Aumentar la producción y manteniendo la misma cantidad de insumos
2. Reducir la cantidad de insumos y mantener el nivel de producción
3. Aumentar la producción y reducir la cantidad de insumos simultánea y proporcionalmente.

La productividad puede ser medida de la siguiente forma:



*Produccion*  
                    
*Insumos*

García, indica que existe una gran variedad de parámetros que afecta la productividad del trabajo, para ello se tiene que analizar los factores conocidos como las “M”:

1. Mano de obra
2. Maquina
3. Método
4. Medio ambiente
5. Materiales

La mano de obra viene a ser el personal que desarrolla actividades dentro del proceso de fabricación, sean directas o indirectas, como por ejemplo operarios de producción, traslado, materia prima etc.

Comprende al factor Maquina, todos los equipos y maquinas utilizados dentro del proceso de fabricación o manufactura, con el cual se transforma o cambia de estado la materia prima, insumo, material, etc.

El método es la forma en la que se desarrollan las actividades, tareas y operaciones del proceso establecido, puede estar o no estandarizado. La eficiencia de un proceso depende de gran parte del método utilizado.

El factor medio ambiente comprende el espacio en donde se desarrolla el proceso, esta comprendido por la iluminación, el espacio utilizado, la temperatura, humedad, y otros factores que puedan afectar la variabilidad del proceso.

Los materiales son todas las entradas del proceso que se transforma, pueden ser materia prima, insumos, suministros, de ello depende gran parte de la calidad del producto terminado, pues si se utilizan materias primas de baja calidad o no adecuadas a las especificaciones del proceso, el resultado va a ser productos que no cumplan con las especificaciones requeridas.

## CAPITULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS

### 3.1 Hipótesis general

La implementación de una estrategia de mejora logra el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.

### 3.2 Hipótesis específicas

El estudio de métodos logra un mejor tiempo y método de trabajo en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.

El planeamiento de la mano de obra directa logra el buen uso de horas hombre y horas máquina en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.

La implementación de una estrategia de mejora influye económicamente en los resultados del buen uso de los recursos del proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.

### 3.3. Variables de la investigación

<b>Variable Independiente</b>	<b>Variable Dependiente</b>
Estrategia de mejora	Recursos
Planeamiento de mano de obra directa	Horas Hombre, Horas maquina
Estudio de métodos	Método de trabajo, tiempo estandar
Estrategia mejora	Ahorro monetario

## **CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Tipo de la investigación**

Esta investigación es de carácter aplicativo, ya que se está utilizando herramientas y conocimientos de la ingeniería industrial ya existentes para lograr el buen uso de los recursos del proceso de envase de una planta farmacéutica.

Esta investigación es de tipo descriptivo-correlacional, ya que asocia variables, y describe las tendencias sobre un grupo estudiado, busca especificar las propiedades y características sobre lo que se está analizando.

### **4.2 Diseño de la investigación**

La investigación es de tipo experimental, donde se manipula intencionalmente las variables independientes para ver el efecto en las variables dependientes que forman parte del proceso de envasado N°3, y esto servirá para probar las hipótesis planteadas.

### **4.3 Enfoque de la investigación**

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, usa los datos existentes antes y después del experimento, analizando datos numéricos, para probar las hipótesis, sobre diferencias de las medias de los grupos de cada variable dependiente.

### **4.4 Población y muestra**

Se tomó como población el proceso de producción de la Planta Farmacéutica, el cual está conformado por 4 líneas cada una con áreas de fabricación, envase y acondicionado.

La muestra es la línea de envasado seleccionada, (línea N°3)

### **4.5 Técnicas para la recolección de datos**

La recolección de datos se hizo por observación directa dentro del área de envase N°3, usando los formatos que se muestran en el ANEXO 7 y ANEXO 8 (formato de estudio de tiempos y diagrama bimanual).

Se extrajo información de consumo de horas hombre y horas máquina del sistema informático de la empresa de estudio.

Se realizó un estudio de tiempos a todas las actividades del proceso de envasado N°3,

Se midió la capacidad de cada actividad para poder determinar cuellos de botella, tiempos ociosos.

En base al estudio de tiempos, se determinó la capacidad de cada actividad del proceso de envasado N°3.

#### **4.6. Técnicas de procesamiento de datos**

Los datos obtenidos, se lo indicado en el punto 4.5. Los datos se trabajaron en Microsoft Excel 2013, realizando operaciones matemáticas.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software Minitab 17

## CAPITULO V: RESULTADOS DEL ESTUDIO

### 5.1 Estudio de tiempos

Se realizó una muestra preliminar de 10 observaciones de cada elemento del proceso para obtener el número necesario de observaciones siguiendo los pasos del método tradicional.

Se describen los elementos del proceso de envasado N°3 en la tabla N°06.

Tabla N°06: Descripción de los elementos del proceso

Elemento A	Abastecer frascos
Elemento B	Envasado
Elemento C	colocar frascos en faja transportadora
Elemento D	colocar tapones
Elemento E	Taponado
Elemento F	colocar tapas
Elemento G	colocar frascos en selladora
Elemento H	Sellado

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Se registró las observaciones en un formato, eliminado aquellas que se alejaban mucho de las demás y reemplazándolas con otra observación, de esta manera completando las 10. A continuación se muestra los resultados en la tabla N°07.

Tabla N°07: Estudio de tiempos preliminar.

FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS											
Departamento		Produccion				Proceso			Envasado linea N°3		
seccion		Liquidos				Observado por:			Jose Calderon Carrillo		
Estudio N°		1				Fecha :			Ago-17		
Unidades:		4 FCS /SEGUNDO				H.Inicio:			11:07		
Hoja N°	1	de:	preliminar				H.Final:			11:19	
Descripcion del elemento		Numero de observaciones									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elemento A	TO	3.45	3.64	3.70	3.66	3.60	3.46	3.71	3.64	3.65	3.66
	V	105	100	100	100	100	105	100	100	100	100
Elemento B	TO	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Elemento C	TO	2.78	2.81	2.75	2.74	2.75	2.45	2.71	2.97	2.74	2.75
	V	100	100	100	100	100	105	100	95	100	100
Elemento D	TO	3.35	3.36	3.36	3.39	3.21	3.34	3.40	3.37	3.35	3.35
	V	100	100	100	100	105	100	105	100	100	100
Elemento E	TO	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Elemento F	TO	4.17	4.21	4.20	4.36	4.18	4.20	4.21	4.17	4.19	4.18
	V	100	100	100	95	100	100	100	100	100	100
Elemento G	TO	3.18	3.20	3.22	3.18	3.57	3.19	3.21	3.19	3.21	3.17
	V	100	100	100	100	95	100	100	100	100	100
Elemento H	TO	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Siguiendo con los pasos del método tradicional, se realizan los cálculos para saber si el número de observaciones de cada elemento es suficiente para poder realizar los demás cálculos. Se realizó para los elementos A, C, D, F y G por ser actividades manuales, los elementos B, E y H son realizados por máquinas, cumpliendo los mismos tiempos, los resultados se pueden ver en las tablas N°08, 09,10,11,12 y 13.

Tabla N°08: cálculo de número de observaciones para el elemento A

Elemento A	
1	3.45
2	3.64
3	3.7
4	3.66
5	3.6
6	3.46
7	3.71
8	3.64
9	3.65
10	3.66

Max	3.71
Min	3.45
R	0.26
Tm	3.617
Coc.	0.07
N Obs	1

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Tabla N°09: Calculo de número de observaciones para el elemento C

Elemento C	
1	2.78
2	2.81
3	2.75
4	2.74
5	2.75
6	2.45
7	2.71
8	2.97
9	2.74
10	2.75

Max	2.97
Min	2.45
R	0.52
Tm	2.745
Coc.	0.19
N Obs	7

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Tabla N°10: Cálculo de número de observaciones para el elemento D

Elemento D	
1	3.35
2	3.36
3	3.36
4	3.39
5	3.21
6	3.34
7	3.48
8	3.37
9	3.35
10	3.35

Max	3.48
Min	3.21
R	0.27
Tm	3.356
Coc.	0.08
N Obs	1

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia

Tabla N°11: Calculo de número de observaciones para el elemento G

Elemento G	
1	3.18
2	3.2
3	3.22
4	3.18
5	3.57
6	3.19
7	3.21
8	3.19
9	3.21
10	3.17

Max	3.57
Min	3.17
R	0.4
Tm	3.232
Coc.	0.12
N Obs	2

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia



Tabla N°12: Calculo de número de observaciones del elemento F

Elemento F	
1	4.17
2	4.21
3	4.2
4	4.36
5	4.18
6	4.2
7	4.21
8	4.17
9	4.19
10	4.18

Max	4.36
Min	4.17
R	0.19
Tm	4.207
Coc.	0.05
N Obs	1

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia

Tabla N°13: Calculo de número de observaciones del elemento G

Elemento G	
1	3.18
2	3.2
3	3.22
4	3.18
5	3.57
6	3.19
7	3.21
8	3.19
9	3.21
10	3.17
Max	3.57
Min	3.17
R	0.4
Tm	3.232
Coc.	0.12
N Obs	2

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Como el número de observaciones calculado es menor al número de observaciones realizadas en el estudio preliminar, estas observaciones son suficientes para poder hacer los demás cálculos.

En el ANEXO 11, se muestra el cálculo del tiempo normal de los elementos A, C, D, F y G.

Se obtiene los tiempos normales de los elementos que se aprecia en la tabla N°14.

Tabla N°14: Tiempo normal de los elementos del proceso de envasado N°3.

ELEMENTO	DESCRIPCION	T.NORMAL (segundos)
Elemento A	Abastecer frascos	3.65
Elemento B	Envasado	3.20
Elemento C	colocar frascos en faja transportadora	2.74
Elemento D	colocar tapones	3.36
Elemento E	Taponado	3.20
Elemento F	colocar tapas	4.19
Elemento G	colocar frascos en selladora	3.21
Elemento H	Sellado	3.00

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Para hallar el tiempo estándar se necesita añadirle los suplementos, los cuales se extrajeron de la tabla de suplementos de la OIT, a continuación, se detallan en la tabla N°15.

Tabla N°15: Calculo de suplementos de los elementos del proceso de envasado N°3.

SUPLEMENTOS				
Elemento	necesidades personales	Fatiga	Trabajo monotono	TOTAL
Elemento A	5%	4%	1%	10%
Elemento B	-	-	-	-
Elemento C	5%	4%	1%	10%
Elemento D	5%	4%	1%	10%
Elemento E	-	-	-	-
Elemento F	5%	4%	1%	10%
Elemento G	5%	4%	1%	10%
Elemento H	-	-	-	-

Fuente: la empresa de estudio, elaboración propia.

Obtenidos los tiempos normales y suplementos, se realiza el cálculo del tiempo estándar de las actividades del proceso de envasado, el cual se aprecia en la tabla N°16.

Tabla N°16: tiempo estándar de los elementos del proceso de envasado N°3

ELEMENTO	DESCRIPCION	T.NORMAL	SUPLEMENTOS	T.ESTANDAR	FCO/SEG	FCO/MIN
Elemento A	Abastecer frascos	3.65	10%	4.02	0.9963	59.78
Elemento B	Envasado	3.20	-	3.20	1.2500	75.00
Elemento C	colocar frascos en faja transportadora	2.74	10%	3.01	1.3271	79.63
Elemento D	colocar tapones	3.36	10%	3.70	1.0823	64.94
Elemento E	Taponado	3.20	-	3.20	1.2500	75.00
Elemento F	colocar tapas	4.19	10%	4.61	0.8679	52.07
Elemento G	colocar frascos en selladora	3.21	10%	3.53	1.1328	67.97
Elemento H	Sellado	3.00	-	3.00	1.3333	80.00

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

De la tabla N°16 se obtiene la figura N° 14:

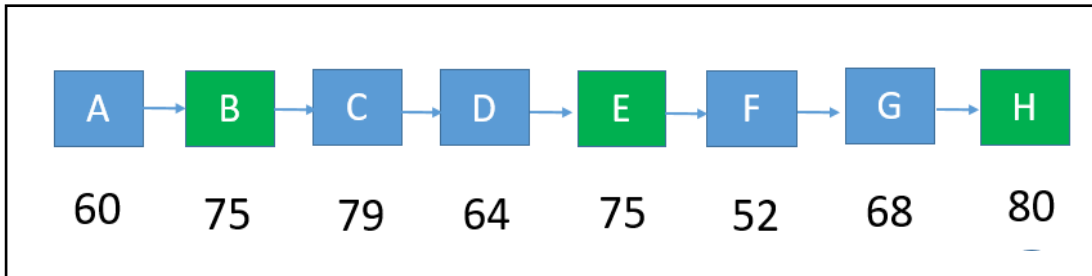


Figura N°14: Capacidad de frascos /min por elemento del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°14, se aprecia que los elementos A, D, F y G son los elementos que restringen la capacidad del proceso.

## 5.2. Diagrama Bimanual de los elementos cuellos de botella

### 5.2.1 Elemento A

DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Abastecer frascos a la envasadora								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Agosto						
Metodo:	Actual								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
esperar				●	●				ir a los frascos
esperar				●	●				coger los frascos
esperar				●	●				llevarlos a la otra mano
Colocar primer frasco	●								sostener frascos
Colocar segundo frasco	●								sostener frascos
esperar				●	●				Colocar primer tercer frasco
esperar				●	●				Colocar cuarto frasco

Las actividades del elemento A se pueden ver a continuación en la figura N° 15.

Figura N°15: Diagrama bimanual del método actual del elemento A

Fuente: la empresa de estudio, elaboración propia.

Se observa que el elemento A (abastecer frascos), posee muchas esperas por parte de la mano izquierda, ya que la jaba con los frascos a granel está ubicada a 0.75 metros de distancia de la envasadora y a la derecha del operario, esta posición solo permite el movimiento de la mano derecha para alcanzar los frascos y realizar el abastecimiento, además de no estar a una altura adecuada para su manipulación, teniendo como resultado una capacidad de 60 frascos por minuto.

### 5.2.2 Diagrama Bimanual del elemento D

Las actividades del elemento D, se pueden ver en la tabla N°16.



DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Colocar tapones (D)								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Set-17						
Metodo:	actual								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
ir hacia los tapones									ir hacia los tapones
coger tapon 1 y tapon 2									coger tapon 3 y tapon 4
ir hacia matriz									ir hacia matriz
colocar tapon 1									sostener tapones
colocar tapon 2									sostener tapones
esperar									colocar tapon 3
esperar									colocar tapon 4

Figura N°16: Diagrama bimanual del método actual del elemento D

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

En el diagrama bimanual del elemento D se observa muchos movimientos no productivos, tales como demoras y sostener, A demás del desorden dentro del área de envase N°3, se les dificultan la actividad a los auxiliares 3 y 4 coger los tapones de las bolsas y colocarlos en las matrices de la ensambladora de tapones.

### 5.2.3 Diagrama Bimanual del elemento F

DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Colocar tapas (F)								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Ago-17						
Metodo:	Actual								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
espera				●	●				Alcanzar tapas
espera				●	●				Coger tapas
espera				●	●				traer tapas
Colocar tapa 1	●							●	sostener tapas
colocar tapa 2	●							●	sostener tapas
espera				●	●				Colocar tapa 3
espera				●	●				Colocar tapa 4


Las actividades del elemento F se pueden ver en la figura N° 17.

Figura N°17: Diagrama Bimanual del elemento F (método actual)

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Al igual que en el elemento D, el desorden dentro del ambiente, así como tener que extraer las tapas de las bolsas se les hace complicado, ya que las bolsas que contienen las tapas son grandes y por tema de espacio son colocadas al lado derecho de los auxiliares, lo que no permite tanta movilidad por parte de la mano izquierda.

### 5.2.4. Diagrama bimanual del elemento G

DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Colocar frascos en selladora (G)								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Set-17						
Metodo:	Actual								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
Alcazar frascos de la faja									alcazar frascos de la faja
coger frascos		●				●			coger frascos
llevar frascos a la selladora		●				●			llevar frascos a la selladora
sostener frascos									colocar primer frasco en la matriz de la selladora
sostener frascos									colocar segundo frasco en la matriz de la selladora
colocar tercer frasco en la matriz de la selladora									esperar colocacion de frascos
colocar cuarto frasco en la matriz de la selladora									esperar colocacion de frascos

Las actividades del elemento G se puede ver en la figura N°18.

Figura N°18: Diagrama Bimanual del método actual del elemento G


Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

La posición actual de la selladora restringe ciertos movimientos, además de un traslado más extenso lo cual se manifiesta en tiempos más prolongados.

Como se pudo apreciar en el análisis anterior, cada elemento del proceso de envasado N°3 presenta demoras, excesos de transporte los cuales generan más tiempo para realizar dichas actividades. A continuación en el método propuesto se realiza un cambio de método en cada elemento para poder reducir el tiempo de cada elemento del proceso de envasado N°3.

### 5.3. Método propuesto

#### 5.3.1. Diagrama Bimanual del método propuesto del elemento A

DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Abastecer frascos a la envasadora (A)								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Setiembre						
Metodo:	PROPUESTO								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
ir hacia la bolsa de frascos									ir hacia la bolsa de frascos
coger frascos		●				●			coger frascos
ir a guias de la envasadora		●				●			ir a guias de la envasadora
colocar frascos		●				●			

Las actividades del elemento A con el método propuesto se muestra en la figura N°19.

Figura N°19: Diagrama Bimanual del método propuesto del elemento A

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Se cambió la ubicación de la jaba, se le colocó encima de un caballete metálico de mayor altura y colocándolo más cerca a la envasadora y al operario, facilitándole el trabajo, además se le capacitó con el nuevo método de trabajo, de coger frascos en paralelo, para así poder reducir los tiempos. Con este nuevo método se realizó un estudio de tiempos para obtener el nuevo tiempo estándar, se aprecia en el ANEXO 11 y ANEXO 14



### 5.3.2. Diagrama Bimanual del método propuesto del elemento D

La actividad del método propuesto del elemento D puede apreciarse en la figura N°20.


DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Colocar tapones (D)								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Set-17						
Metodo:	PROPUESTO								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
ir hacia los tapones									ir hacia los tapones
coger tapon 1	●	➔			●	➔			coger tapon 2
ir hacia matriz									ir hacia matriz
colocar tapon 1	●	➔			●	➔			colocar tapon 2
ir hacia tapones									ir hacia tapones
coger tapon 3	●	➔			●	➔			coger tapon 4
ir hacia matriz									ir hacia matriz
Colocar tapon 3	●	➔			●	➔			colocar tapon 4

Figura N°20: Diagrama bimanual del método propuesto del elemento D

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Se colocó unas pequeñas bandejas metálicas cerca de las matrices de la ensambladora de tapones para que a los operarios se les haga más corto el recorrido y facilitar el trabajo, ahora teniendo los tapones más cerca y de manera centrada, se les capacitó para que realicen las actividades en paralelo, las bandeja mencionadas anteriormente pueden verse en la figura N°21.



Figura N°21: Colocación de bandejas metálicas para el elemento D

Fuente: la empresa de estudio

Se realizó nuevas observaciones con el nuevo método de trabajo y se halló el nuevo tiempo estándar, ver ANEXO 11 y ANEXO 14.

### 5.3.3. Diagrama Hombre-Máquina del elemento D

Con el nuevo método de trabajo, el tiempo estándar del elemento D se redujo en 0.5 segundos, lo que equivale a 9 frascos más por minuto, cada operario realiza esta actividad en 3.2 segundos, lo cual se aprecia en la figura N°22.

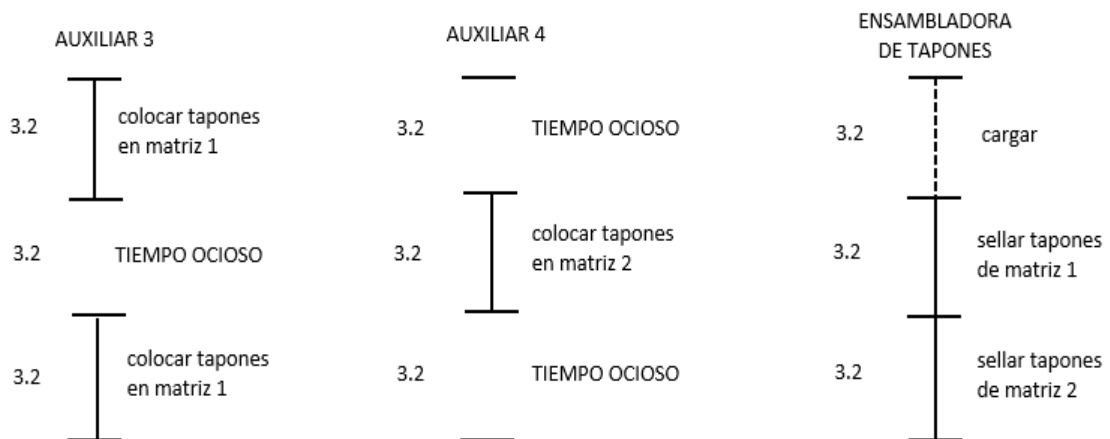


Figura N°22: Diagrama hombre-Máquina del elemento D (método propuesto)

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Al aumentar la capacidad de los operarios, se está generando ahora nuevos tiempos ociosos, lo cual indica que ya no es necesario 2 operarios en esta actividad. Esta actividad ahora se puede realizar con un solo operario, lo que se muestra con el diagrama hombre-máquina con un solo operador en la figura N°23.

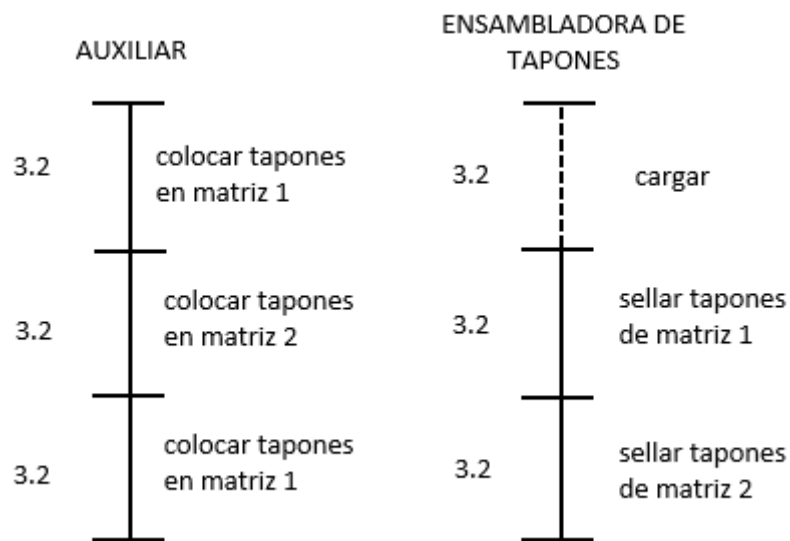


Figura N°23: Diagrama Hombre-máquina del elemento D con un operario  
Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

### 5.3.4 Diagrama Bimanual del elemento F (método propuesto)

Las actividades del elemento F con el método propuesto se puede ver en la figura N°24.


DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Colocar tapas (F)								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Set-17						
Método:	Propuesto								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
ir hacia tapas									ir hacia tapas
coger tapa 1	●	↘			●	↘			coger tapa 2
ir hacia los frascos									ir hacia los frascos
colocar tapa 1	●	↘			●	↘			colocar tapa 2
ir hacia las tapas									ir hacia las tapas
coger tapa 3	●	↘			●	↘			coger tapa 4
ir hacia los frascos									ir hacia los frascos
colocar tapa 3	●	↘			●	↘			colocar tapa 4

Figura N°24: Diagrama Bimanual del elemento F (método propuesto)

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Se adicionó un recipiente metálico en la cual se colocaron las tapas, este recipiente está ubicado en frente del operario. Esto le facilitó la tarea de sacar las tapas de las bolsas que estaban ubicadas más lejos, al realizar menos movimientos menos distantes. Se le capacitó con realizar las tareas en paralelo, recogiendo y colocando las tapas de 2 en 2. Se realizó un nuevo estudio de tiempos con este método, el tiempo estándar se puede visualizar en el ANEXO 11 y ANEXO 14.

Al realizar tiempos más rápidos, para esta actividad ahora solo es necesario un operario, con 2 operarios realizando esta actividad con el nuevo método, se generan tiempos ociosos.

### 5.3.5. Diagrama Bimanual del elemento G (método propuesto)

Las actividades del elemento G con el método propuesto se muestra en la figura N°25.

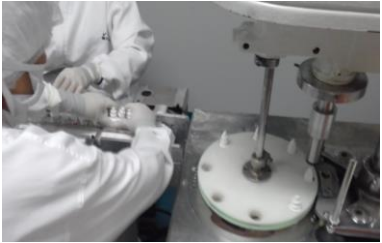
DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:	1	Hoja N°	1	De:	1				
Actividad:	Colocar frascos en selladora (G)								
Lugar:	Envasado N°3								
Registrado por:	Jose I. Calderon Carrillo	fecha:	Set-17						
Método:	Propuesto								
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	◐	●	➔	▼	◐	DESCRIPCION MANO DERECHA
Alcazar frascos de la faja									alcazar frascos de la faja
coger frascos									coger frascos
llevar frasco a selladora									llevar frasco a selladora
colocar frasco en matriz									colocar frasco en matriz
Colocar segundo frasco en matriz									Colocar frasco en matriz

Figura N°25: Diagrama Bimanual del elemento G (método propuesto)

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Se cambió de posición la selladora, colocando el eje de sellado de forma paralela a la línea, y la matriz de la selladora de forma perpendicular, de esta forma se disminuye el recorrido de manipulación del operario, facilitándole el trabajo. Además, se le capacitó con el nuevo método, de coger y colocar los frascos de forma paralela. La nueva distribución de la máquina se aprecia en la figura N°26.

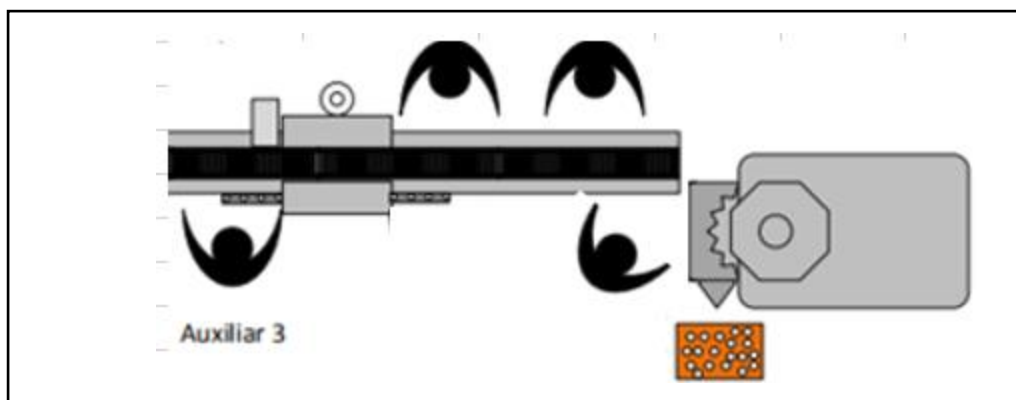


Figura N°26: Nueva distribución de máquina para el elemento G

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Se realizó un nuevo estudio de tiempos con el método propuesto, el nuevo tiempo estándar se observa en el ANEXO 11 y ANEXO 14.

#### 5.4 Resultados del método propuesto

Se muestra la capacidad de frascos/min de los elementos estudiados y mejorados, lo cual se puede apreciar en la tabla N°17.

Tabla N°17: capacidad de los elementos con los métodos propuestos

ELEMENTO	TN	SUPLEMENTO	TS	Fco/seg	Fco/min
Elemento A	2.9	10%	3.19	1.25	75.24
Elemento D	2.87	10%	3.16	1.27	76.02
Elemento F	2.87	10%	3.16	1.27	76.02
Elemento G	2.91	10%	3.20	1.25	75.02

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

De la tabla N°17 se obtiene la siguiente figura N°27.



Figura N°27: Capacidad de frascos/min de cada elemento del proceso con el método propuesto.

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

Con el cambio de método se realizó las siguientes mejoras que pueden verse en la tabla N°18.

Tabla 18: Incremento de capacidad de los elementos cuello de botella del proceso de envasado N°3

Tamaño de lote: 65000		
Aspectos	Actual	Propuesto
N° de Operarios	7	5
Horas Maquina St	20	14

Elemento	INCREMENTO FCOS/MIN
A	15
D	12
F	24
G	8

Fuente: La empresa de estudio, elaborado por el investigador.

Con el estudio realizado, el proceso de envasado en el área de envase N°3 ahora se puede realizar con 5 operarios.

La nueva distribución del área de envase N°3 se encuentra en el ANEXO 9.

Estos cambios realizados debido al método propuesto, se aprecia en la tabla N°19.

Tabla N°19: Cambios en el proceso de envasado N°3

Horas Hombre St	140	70
-----------------	-----	----

Fuente: La empresa de estudio, elaborado por el investigador.

### 5.5. Planeamiento de mano de obra

La distribución actual de la mano de obra del proceso de envasado N°3 es de 7 operarios. La distribución de tipo de labor en el proceso de envasado N°3 se obtiene mediante los formatos de avance de procesos que los operarios y el supervisor de turno llenan y verifican respectivamente, se presenta a continuación:

Tabla N°20: Distribución de mano de obra directa en el proceso de envasado N°3

Distribución de mano de obra directa		Descripción
Labor directa	81%	Producción
Labor indirecta	13%	Set-up, limpieza, coordinaciones, regulación
Labor no productiva	6%	Refrigerio, servicios higiénicos.

Referencia: Quispe, G. (2013), Utilización del plan agregado de producción para mejorar el planeamiento y control de la producción en la empresa Laboratorio farmacéutico S.A

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

La eficiencia del proceso de envasado N°3 se obtiene mediante los resultados del estudio de métodos y las horas líneas registradas por lote en el sistema.

La eficiencia de la línea se obtiene de la siguiente manera:



$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Recursos planificados}}{\text{Recursos utilizados}} \times 100$$

Recursos planificados: 20 horas línea (método actual)

Recurso utilizado: 23.52 horas línea (promedio actual)

Eficiencia = 85%

Mensualmente se produce 4 lotes de 65000 unidades de frascos goteros, esto se toma como base de pronóstico de la demanda de los distintos periodos a lo largo del año.

Con todos estos datos, se puede construir una tabla de planeamiento de la capacidad de a mano de obra.

### **5.5.1 Planeamiento de mano de obra directa (método actual)**

Actualmente, no se cuenta con un planeamiento de la mano de obra directa, la producción y gestión de recursos se realizaban en base a la experiencia del proceso de envasado, con lo cual el jefe y supervisores de turno asignaban la cantidad de mano de obra ya establecido sin tomar en consideración tiempos estándar, eficiencia y tipos de labores.

Con los tiempos estándar, eficiencia y tipos de labor determinados en los puntos anteriores, se puede desarrollar un planeamiento de mano de obra directa para el proceso de envasado N°3. (Ver tabla N°21)

Tabla N°21: Planeamiento de la capacidad de la mano de obra del proceso de envasado N°3 (proceso actual)

		nov.-17	dic.-17	ene.-18	feb.-18	mar.-18	abr.-18	may.-18	jun.-18	jul.-18	ago.-18	set.-18	oct.-18
<b>PRODUCCIÓN unidades</b>		390,000	390,000	390,000	390,000	390,000	390,000	390,000	390,000	390,000	390,000	390,000	390,000
<b>HH-STD/1000</b>	2.154												
<b>HH STD TOTALES</b>		840	840	840	840	840	840	840	840	840	840	840	840
<b>EFICIENCIA</b>	85.00%												
<b>HH AJUSTADAS</b>		988	988	988	988	988	988	988	988	988	988	988	988
<b>DISTRIBUCION MOD</b>													
<b>LABOR DIRECTA</b>	81%	988	988	988	988	988	988	988	988	988	988	988	988
<b>LABOR INDIRECTA</b>	13%	942	942	942	942	942	942	942	942	942	942	942	942
<b>LABOR NO PRODUCTIVA</b>	6%	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
<b>TOTAL HH MOD</b>		1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163	1,163
<b>HH X MES / OPERARIO</b>		168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
<b>N° OPERARIO REQUERIDOS</b>		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>N° ACTUAL DE OPERAIOS</b>		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>N° OPERARIOS REMOVE</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>N° OPERARIOS CONTRATAR</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Referencia: Quispe, G. (2013), Utilización del plan agregado de producción para mejorar el planeamiento y control de la producción en la empresa Laboratorio Farmacéutico S.A.

Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

### 5.5.2. Planeamiento de mano de obra directa (método propuesto)

Con las mejoras realizadas mediante el estudio de métodos, se logró reducir el tiempo de aquellas actividades cuellos de botella del proceso, aumentando su capacidad y se pudo reducir el número de operarios que ya no necesitaban estar dentro del proceso. Con estos cambios se realizó otro planeamiento de la mano de obra directa y se comparan los resultados.

N° OPERARIO REQUERIDOS	5.0
N° ACTUAL DE OPERAIOS	7
N° OPERARIOS REMOVER	2
N° OPERARIOS CONTRATAR	0

El proceso ahora se realizará con 5 operarios.

### 5.6 Calculo de la productividad con el método propuesto

$$\text{indice de productividad} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Recursos}}$$

#### 5.6.1 Productividad actual con respecto a HH

$$\frac{\text{produccion}}{\text{Recursos}} = \frac{65000 \text{ frascos}}{140 \text{ HH}} = 464 \text{ frascos/ HH}$$

#### 5.6.2 Productividad actual con respecto a HM

$$\frac{\text{produccion}}{\text{Recursos}} = \frac{65000 \text{ frascos}}{20 \text{ HM}} = 3250 \text{ frascos/ HM}$$

$$\frac{\text{produccion}}{\text{Recursos}} = \frac{65000 \text{ frascos}}{(140 \text{ HH} \times 10 \text{ soles/HH}) + (20 \text{ HM} \times 18 \text{ soles/HM})} = 36 \text{ frascos /sol}$$

### 5.6.3 Productividad de HH con el método propuesto

$$\frac{\text{produccion}}{\text{Recursos}} = \frac{65000 \text{ frascos}}{70 \text{ HH}} = 928 \text{ frascos/ HH}$$

### 5.6.4 Productividad de HM con el método propuesto

$$\frac{\text{produccion}}{\text{Recursos}} = \frac{65000 \text{ frascos}}{14 \text{ HM}} = 4642 \text{ frascos/ HM}$$

$$\frac{\text{produccion}}{\text{Recursos}} = \frac{65000 \text{ frascos}}{(70 \text{ HH} \times 10 \text{ soles/HH}) + (14 \text{ HM} \times 18 \text{ soles/HM})} = 68 \text{ frascos /sol}$$

### 5.6.5 Incremento de la productividad

Los resultados con el método propuesto se puede observar un incremento en la productividad, para las HH es de 100%, esto indica que duplicó su productividad y para las HM el incremento fue de 42.83%.

El incremento de la productividad con recursos valorizados es de 88%, con lo cual se esta ahorrando un 88% de costo variable en el proceso de envasado N°3.

### 5.6.6 Reducción de las Horas Hombre y Horas Maquina a nivel de Línea

Por cada lote de 65000 unidades en la línea de producción N°3 se utilizaba en promedio:

227.75 HH

38.75 HM

Ahora con los resultados obtenidos con la mejora implementada se tiene los siguientes consumos:

206.7 HH

29.75 HM

Existe una reducción del recurso Horas Hombre en 9.24 % y una reducción en el recurso Horas Maquina de un 23.2 %.

## VI. ANALISIS Y DIAGNOSTICO ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS

### 6.1. Prueba de normalidad de los datos.

#### Horas hombre

Se toman 20 observaciones antes y después de la implementación (ANEXO 17 y ANEXO 18)

Con 20 datos de horas hombre y horas maquina antes y después de la implementación, se realiza la prueba de normalidad.

$$PH \begin{cases} H_0: \text{data} \sim N \\ H_1: \text{data} \text{ no} \sim N \end{cases}$$

$\alpha =$  Nivel de significancia = 5%

Los resultados de la prueba de normalidad se aprecian en la figura N°28.

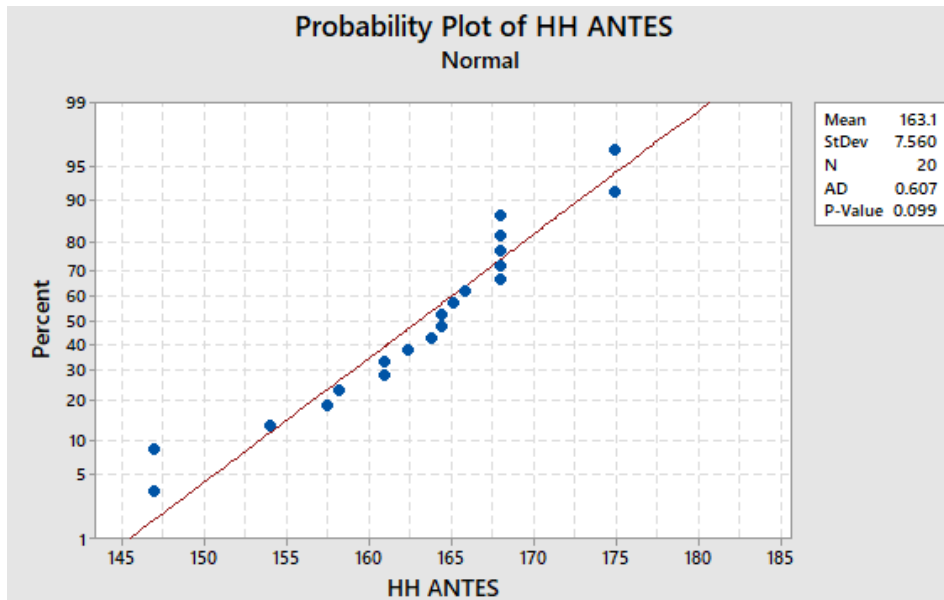


Figura N°28: Prueba de normalidad de las horas hombre

Fuente: Minitab 17

P valor = 0.099 > 0.05 → No  $RH_0$ , los datos pertenecen a una distribución normal.

## 6.2. Prueba de normalidad de los datos Horas maquina

$$PH \begin{cases} H_0: \text{data} \sim N \\ H_1: \text{data no} \sim N \end{cases}$$

$\alpha = \text{Nivel de significancia} = 5\%$

Los resultados de la prueba de normalidad se aprecian en la figura N°29.

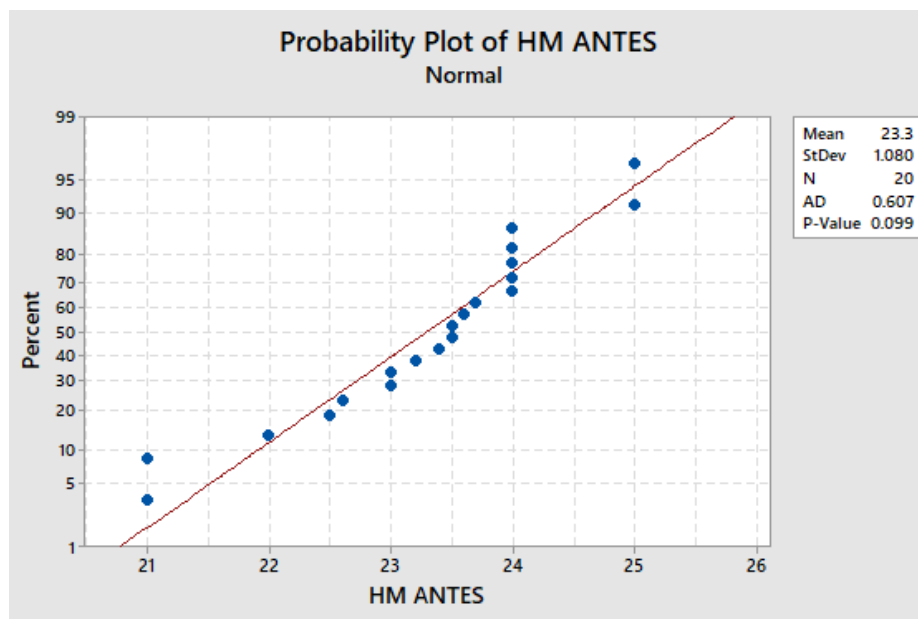


Figura N°29: prueba de normalidad de las horas maquina

Fuente: Minitab 17

P valor = 0.099 > 0.05 → No  $RH_0$ , los datos pertenecen a una distribución normal.

### 6.3. Prueba de normalidad Horas hombre (nuevo método)

$$PH \begin{cases} H_0: \text{data} \sim N \\ H_1: \text{data} \text{ No} \sim N \end{cases}$$

$\alpha = \text{Nivel de significancia} = 5\%$

Los resultados de la prueba de normalidad se pueden ver en la figura N°30.

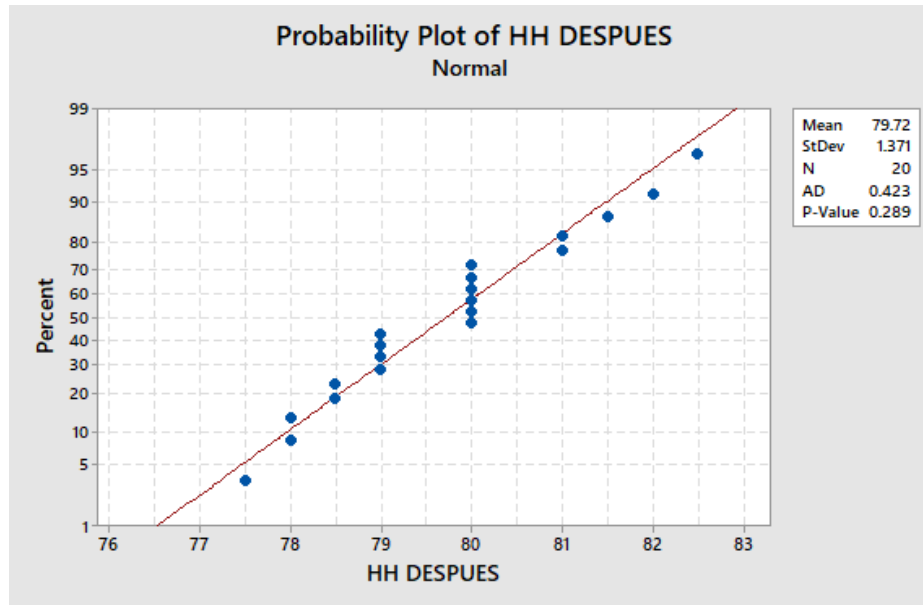


Figura N°30: Prueba de normalidad de las horas hombre con el nuevo método

Fuente: Minitab 17

P valor = 0.289 > 0.05 → No  $RH_0$ , los datos pertenecen a una distribución normal.



#### 6.4. Prueba de normalidad Horas maquina (nuevo método)

$$PH \begin{cases} H_0: \text{data} \sim N \\ H_1: \text{data} \text{ No} \sim N \end{cases}$$

$\alpha = \text{Nivel de significancia} = 5\%$

Los resultados de la prueba de normalidad se pueden ver en la figura N°31.

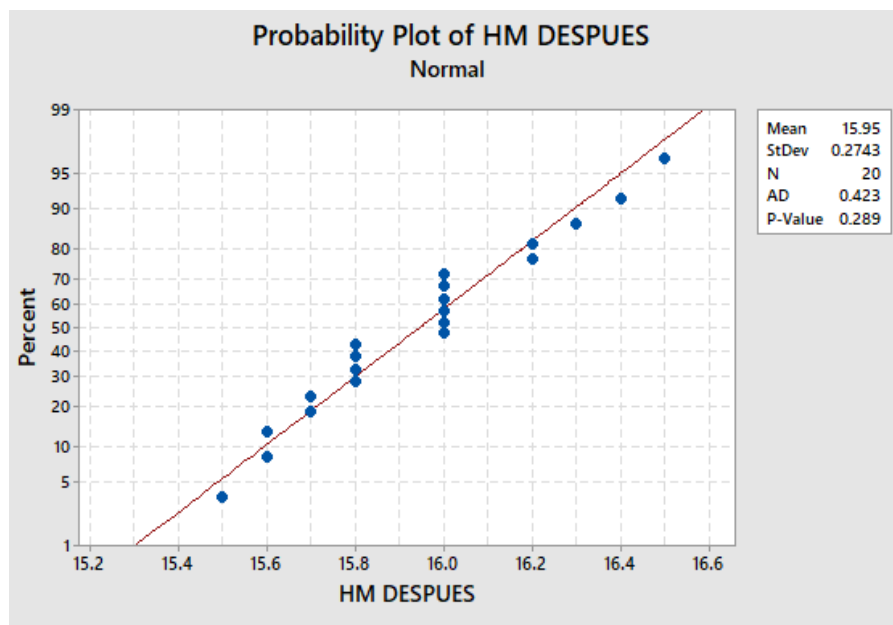


Figura N°31: Prueba de normalidad de las horas maquina con el nuevo método.

Fuente: Minitab 17

P valor = 0.289 > 0.05 → No  $RH_0$ , los datos pertenecen a una distribución normal.

## 6.5. Diferencia de medias HH antes y después de la implementación

Los resultados de la prueba de hipótesis de diferencia de medias se pueden ver en la figura N°32.

Two-Sample T-Test and CI				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	163.10	7.56	1.7
2	20	79.73	1.37	0.31

Difference =  $\mu$  (1) -  $\mu$  (2)  
Estimate for difference: 83.37  
95% CI for difference: (79.79; 86.95)  
T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = 48.53 P-Value = 0.000 DF = 20

Figura N°32: Resultado de diferencia de medias HH antes y después de la implementación

Fuente: Minitab

$$\text{PH} \begin{cases} H_0: \text{data } u_0 = u_1 \\ H_1: \text{data } u_0 \neq u_1 \end{cases}$$

$\alpha$  = Nivel de significancia = 5%

Al realizar la prueba de hipótesis con dos muestras (antes de la implementación y después de la implementación) de 20 datos cada una, se obtiene un  $P=0.00$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto se afirma la hipótesis alternante, el cual indica que existe una diferencia significativa entre la diferencia de las medias de las 2 muestras.

## 6.6. Diferencia de medias HM antes y después de la implementación

Los resultados de la diferencia de medias de HM antes y después se ven en la figura N°33.

Two-Sample T-Test and CI				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	23.30	1.08	0.24
2	20	15.950	0.274	0.061

Difference =  $\mu$  (1) -  $\mu$  (2)  
Estimate for difference: 7.350  
95% CI for difference: (6.832; 7.868)  
T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = 29.50 P-Value = 0.000 DF = 21

Figura N°33: Resultados de diferencia de medias HM antes y después de la implementación

Fuente: Minitab

$$PH \begin{cases} H_0: \text{data } u_0 = u_1 \\ H_1: \text{data } u_0 \neq u_1 \end{cases}$$

$\alpha$  = Nivel de significancia = 5%

Al realizar la prueba de hipótesis con dos muestras (antes de la implementación y después de la implementación) de 20 datos cada una, se obtiene un  $P= 0.00$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se afirma la hipótesis alternante, el cual indica que existe una diferencia significativa entre la diferencia de la media de las 2 muestras.

### 6.7. Diferencia de medias del costo HH antes y después de la implementación

$$PH \begin{cases} H_0: \text{data } u_0 = u_1 \\ H_1: \text{data } u_0 \neq u_1 \end{cases}$$

$\alpha$  = Nivel de significancia = 5%

Los resultados de la diferencia de medias del costo HH se muestran en la figura N°34.

#### Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	1631.0	75.6	17
2	20	797.3	13.7	3.1

Difference =  $\mu$  (1) -  $\mu$  (2)

Estimate for difference: 833.8

95% CI for difference: (797.9; 869.6)

T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = 48.53 P-Value = 0.000 DF = 20

Figura N°34: Resultados de diferencia de medias costo HH antes y después de la implementación

Fuente: Minitab.

P valor  $<0.05$ ,  $RH_0$ , se acepta que las medias del costo HH son diferentes.

## 6.8. Diferencia de medias del costo HM antes y después de la implementación

$$PH \begin{cases} H_0: \text{data } u_0 = u_1 \\ H_1: \text{data } u_0 \neq u_1 \end{cases}$$

$\alpha = \text{Nivel de significancia} = 5\%$

Los resultados de la diferencia de medias del costo HM se muestran en la figura N°35.

### Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	419.4	19.4	4.3
2	20	287.01	4.94	1.1

```
Difference =  $\mu$  (1) -  $\mu$  (2)
Estimate for difference: 132.39
95% CI for difference: (123.06; 141.72)
T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = 29.52 P-Value = 0.000 DF = 21
```

Figura N°35: Resultados de diferencia de medias costo HM antes y después de la implementación

Fuente: Minitab.

P valor  $< 0.05$ ,  $RH_0$ , se acepta que las medias del costo HM son diferentes.

## 6.9. Correlación de los resultados HH y HM con la implementación del nuevo método

$$PH \begin{cases} H_0: R = 0 \text{ (no existe correlación)} \\ H_1: R \neq 0 \text{ (existe correlación)} \end{cases}$$

$\alpha = \text{Nivel de significancia} = 5\%$

Los resultados de la correlación pueden verse en a la figura N°36.

### **Correlation: HH; antes/despues**

Pearson correlation of HH and antes/despues = -0.992  
P-Value = 0.000

### **Correlation: HM; antes/despues**

Pearson correlation of HM and antes/despues = -0.979  
P-Value = 0.000

Figura N°36: Resultados de correlación HH y HM antes y después de la implementación.

Fuente: Minitab

P valor = 0.00 < 0.05, →  $RH_0$ , Existe correlación.

El valor de R para las HH es de -0.992 y para las HM es de -0.979, por lo que existe una fuerte correlación negativa, indica que cuando se implementa la estrategia de mejora existe una reducción en HH y HM.

Al realizar la prueba de inferencia para las horas hombre y horas maquina después de la implementación de la estrategia de mejora, el P valor es menor que 0.05, por lo que se puede generalizar e indicar que esto se presentará en los demás lotes a producir en el proceso de envasado N°3.

Las hipótesis planteadas son correctas, ya que se puede afirmar que, al implementar el estudio de métodos y planeamiento de la mano de obra directa, se pudo lograr un mejor método de trabajo y reducir las horas hombre y horas maquinas utilizadas en este proceso de forma significativa, trayendo consigo beneficios económicos para la planta farmacéutica.

## CONCLUSIONES

1. Con el estudio de métodos en el envase N°3 se pudo realizar mejoras en dicho proceso, tales como implementar un mejor método de trabajo que facilitó la labor y redujo los tiempos de las actividades manuales, incrementando su capacidad de frascos por minutos.
2. Con el estudio de métodos se pudo identificar aquellas actividades que eran cuello de botella dentro de este proceso, y poder trabajar en ellas.
3. Con el estudio de métodos se pudo reducir de 7 a 5 operarios y de más de 20 de proceso a 14 horas estándar en el proceso de envasado N°3
4. Se logró reducir en 6 horas máquina y 70 horas hombre por cada lote envasado en el área de envase N°3
5. A nivel de sección se logró reducir las horas hombre en 9.24% y las horas máquina en 23.2%.
6. Se logró demostrar estadísticamente la diferencia de medias en el uso de recursos horas hombre y horas máquina antes y después de la implementación, con un nivel de confianza del 95%, comprobando la afirmación de las hipótesis planteadas.
7. Se ahorra 3360 horas hombre al año y 288 horas máquina por cada lote envasado, con el método propuesto.
8. Con el planeamiento de la mano de obra, se determinó la cantidad de operarios necesarios para poder realizar la producción programada en los diferentes periodos, teniendo en cuenta factores como la eficiencia, labor directa, indirecta y actividades no productivas.

9. Se ahorra un 38.92% en costo unitario, logrando incrementar su margen de ganancia.
  
10. El estudio de tiempos y el planeamiento de la mano de obra es algo que no consume muchos recursos, y los beneficios son muy grandes, tales como mejor fluidez del proceso y reducción de costos.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir con el estudio de métodos en las demás áreas de la empresa de estudio, tales como en fabricación y en acondicionado y en las otras secciones de producción.
2. Se recomienda que, una vez mejorado el método de trabajo de las diferentes áreas, realizar un nuevo estudio, y encontrar nuevos métodos que faciliten el trabajo de los operarios, ya que un analista debe estar con el pensamiento de “siempre hay un método mejor”.
3. Se puede aprovechar que la producción es fija y estable, para poder determinar tiempos estándar de todas sus actividades, y poder realizar este mismo estudio en las diferentes plantas dentro y fuera del país.
4. Se debe de estandarizar y documentar todos los procesos de la empresa, sean o no los más eficientes, y en base a estos datos realizar un estudio de métodos y poder evaluar los resultados, para poder identificar oportunidades de mejora.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- García, R. (2000). Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Puebla. México.
- OTI (1996), Introducción al estudio del trabajo. Ginebra
- UNIT (2009), Herramientas para la mejora de la calidad. Uruguay
- Melgar, Christian (2012), Propuesta para el mejoramiento de los procesos de producción en una empresa de corte y confección. UPC. Lima
- Hernández, Roberto (2010), Metodología de la investigación. México
- Guillermo, Luis (2010), Análisis y propuesta de mejoras en el proceso de compactado en una empresa de manufactura de cosméticos. PUCP. Lima
- Quispe, Gustavo (2013), Utilización del plan agregado de producción para mejorar el planeamiento y control de la producción en la empresa laboratorio farmacéuticos S.A. URP. Lima
- Álzate, Nathalia y Sánchez, Julián (2013), Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación. Pereira
- Ustate, Javier (2007), Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y derivados S.A. Medellín. Colombia
- Cajamarca, Diego (2015), Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia bordados. Bogotá. Colombia.

Jijón, Bautista (2013), Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel. Abato. Ecuador.

Gonzales, Eliana (2004), Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa servioptical LTDA. Bogotá. Colombia.

Jara, Marco (2012), Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la sección metal mecánica, fabrica Induglob. Cuenca

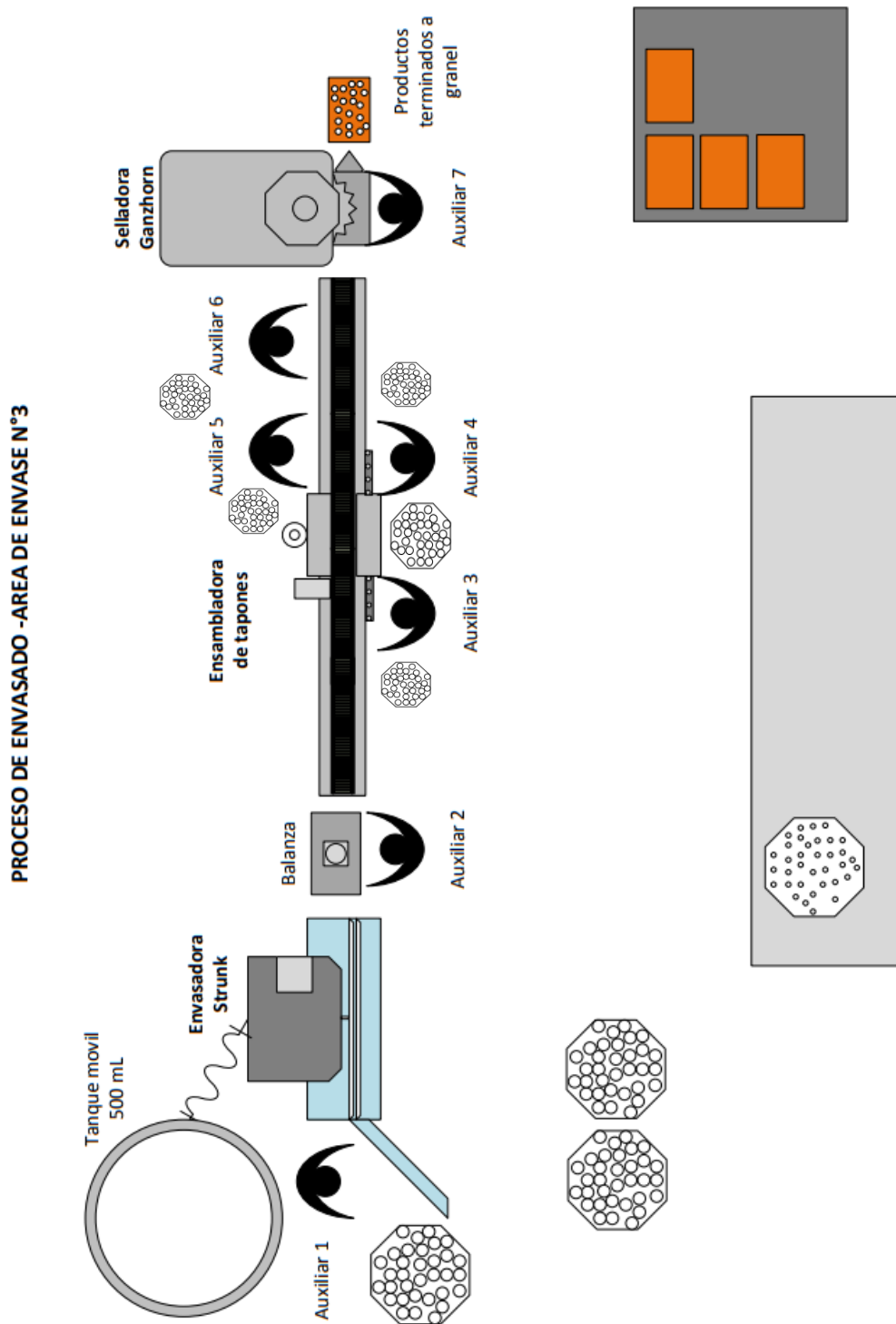
## **ANEXOS**

Problemas	Objetivos	Hipotesis	VARIABLES	Indicadores
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es el impacto de implementar una estrategia de mejora para lograr el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N° 3 de la planta farmacéutica?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Implementar una estrategia de mejora para el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N° 3 de la planta farmacéutica</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>La implementación de una estrategia de mejora logra el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.</p>	<p>Estrategia de mejora</p>	<p>-Productividad actual -Eficiencia</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿De qué manera el estudio de métodos logrará un mejor método y tiempo en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>Desarrollar un estudio de métodos que permita un mejor método y tiempo en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>El estudio de métodos logra un mejor tiempo y método de trabajo en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.</p>	<p>El estudio de métodos</p>	<p>-Horas hombre estandar -Horas máquina -Eficiencia de mano de obra directa -Eficiencia de máquina</p>
<p>¿De qué manera el planeamiento de la mano de obra directa logrará el buen uso de horas hombre y horas máquina en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica?</p>	<p>Desarrollar un planeamiento de la mano de obra directa que permita el buen uso de horas hombre y horas máquina en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.</p>	<p>El planeamiento de la mano de obra directa logra el buen uso de horas hombre y horas máquina en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.</p>	<p>El planeamiento de la mano de obra directa</p>	<p>-Número de personas -Cantidad de horas hombre -Cantidad de horas maquina</p>
<p>¿Cómo influirá económicamente la aplicación de la estrategia de mejora para lograr el buen uso de los recursos del proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica?</p>	<p>Determinar la influencia económicamente de la implementación de la estrategia de mejora para lograr el buen uso de los recursos en el proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.</p>	<p>La implementación de una estrategia de mejora influye económicamente en los resultados del buen uso de los recursos del proceso de envasado N°3 de la planta farmacéutica.</p>	<p>Costo de producción</p>	<p>Ahorro monetario</p>

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Elaboración propia

## ANEXO 2: PROCESO ACTUAL DEL ENVASE N°3



Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

### ANEXO 3: DIAGRAMA DE RECORRIDO

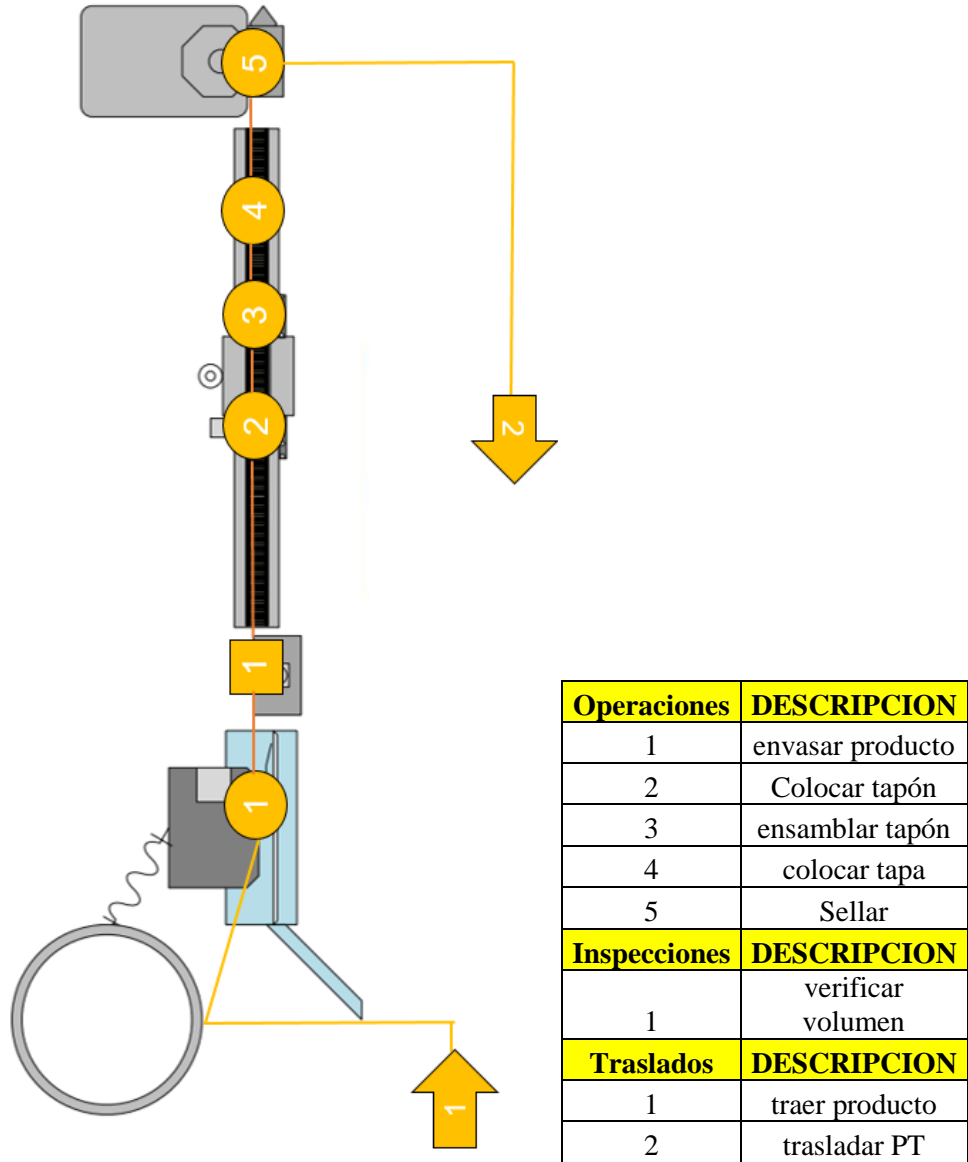


Figura: Diagrama de recorrido- envase N°3

Fuente: Elaboración Propia

#### ANEXO 4: ELEMENTOS DE LOS PRODUCTOS DEL ENVASE N°3



Tapa

Capilar /o tapón

Frasco

Fuente: La empresa de estudio



Fuente: la empresa de estudio

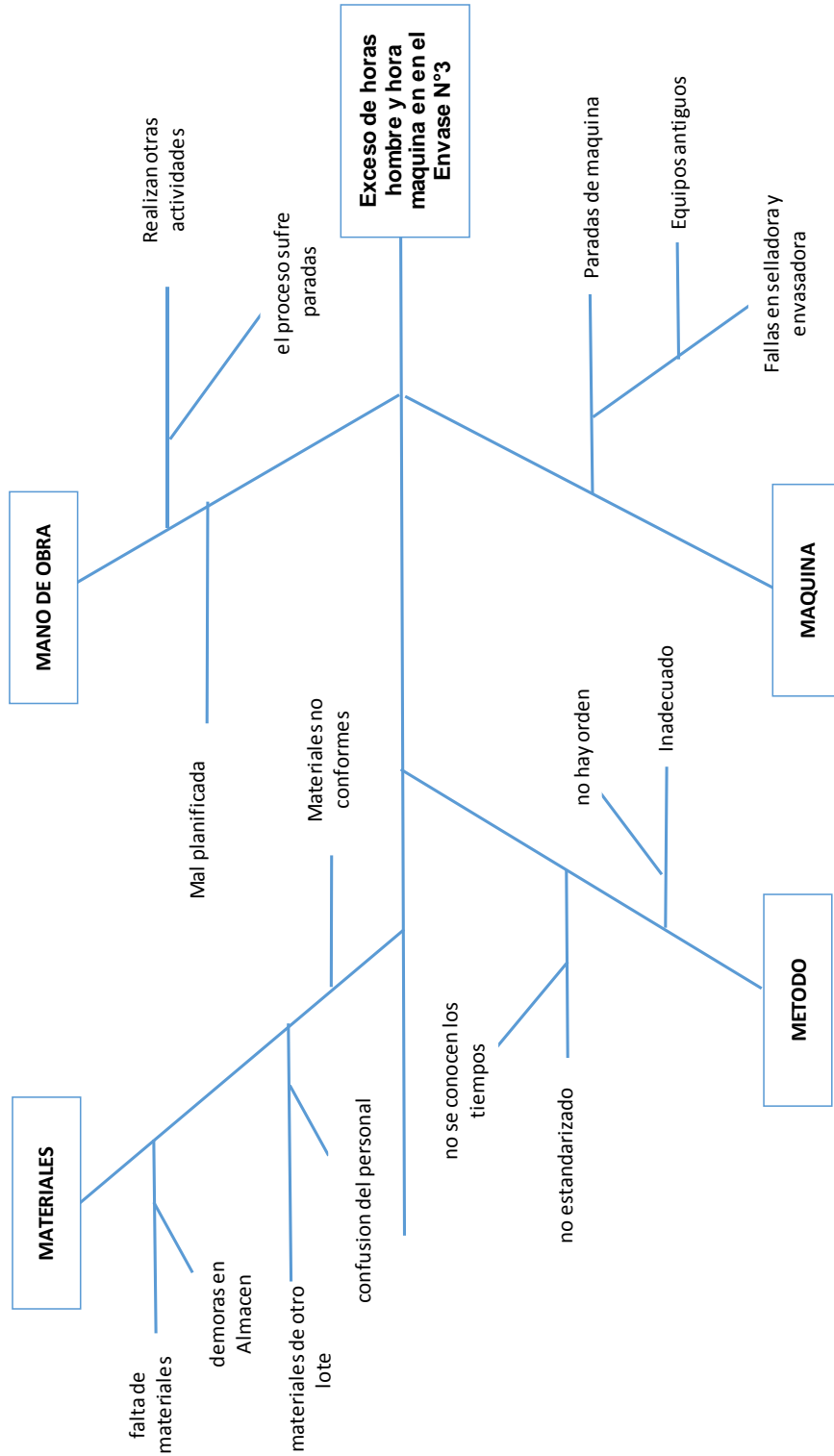
## ANEXO 5: DIFERENTES PRESENTACIONES DE PRODUCTOS



Fuente: la empresa de estudio



**ANEXO 6: DIAGRAMA ISHIKAWA DEL ENVASE N°3**



Fuente: La empresa de estudio, elaboración propia.

**ANEXO 7: FORMATO UTILIZADO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS**

FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS											
Departamento						Proceso					
sección						Observado por:					
Estudio N°						Fecha:					
Ficha N°						Hora de Inicio:					
Hoja N°			de:			Hora de Terminó:					
Descripción del elemento		Numero de observaciones									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elemento A	TO										
	V										
Elemento B	TO										
	V										
Elemento C	TO										
	V										
Elemento D	TO										
	V										
Elemento E	TO										
	V										
Elemento F	TO										
	V										
Elemento G	TO										
	V										

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 8: FORMATO PARA EL DIAGRAMA BIMANUAL

DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N°:		Hoja N°		De:					
Actividad:									
Lugar:									
Registrado por:									
Metodo:									
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➔	▼	D	●	➔	▼	D	DESCRIPCION MANO DERECHA

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 9: TABLA DE SUPLEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE MÉTODOS

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos<sup>1</sup>

### 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4

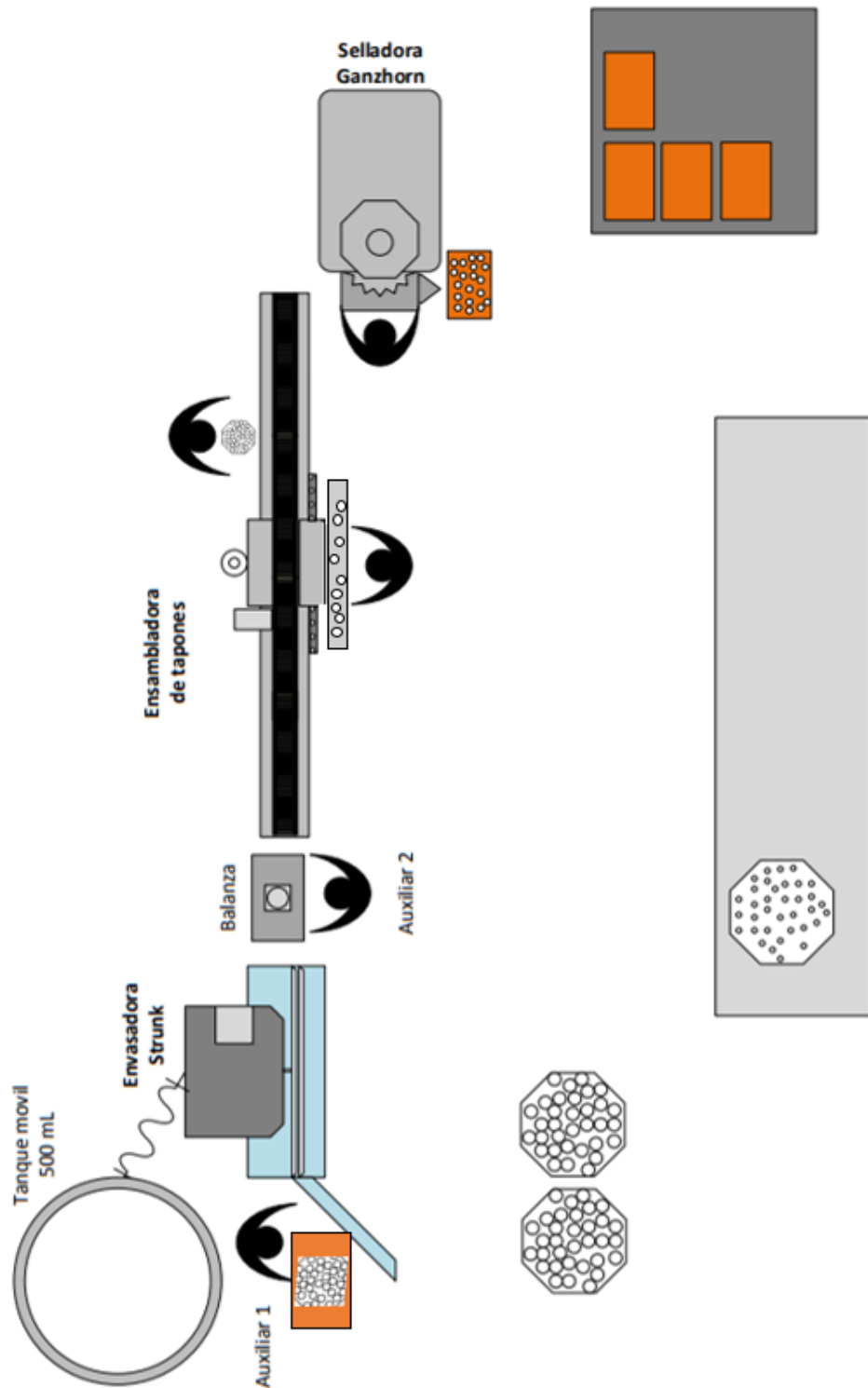
### 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4	4	45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35,5	22	máx		
<b>D. Mala iluminación</b>				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>				
Índice de enfriamiento Kata				
16		0		
8		10		
<b>F. Concentración intensa</b>				
Trabajos de cierta precisión	0	0		
Trabajos precisos o fatigosos	2	2		
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5		
<b>G. Ruido</b>				
Continuo	0	0		
Intermitente y fuerte	2	2		
Intermitente y muy fuerte	5	5		
Estridente y fuerte				
<b>H. Tensión mental</b>				
Proceso bastante complejo	1	1		
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4		
Muy complejo	8	8		
<b>I. Monotonía</b>				
Trabajo algo monótono	0	0		
Trabajo bastante monótono	1	1		
Trabajo muy monótono	4	4		
<b>J. Tedio</b>				
Trabajo algo aburrido	0	0		
Trabajo bastante aburrido	2	1		
Trabajo muy aburrido	5	2		

Fuente: OIT (1996)

Elaboración: OT (1996)

## ANEXO 10: MÉTODO PROPUESTO DEL PROCESO DE ENVASADO N°3



Fuente: La empresa de estudio

Elaboración propia

**ANEXO 11: CALCULO DEL TIEMPO NORMAL DE LOS ELEMENTOS DEL PROCESO DE ENVASADO N°3**

A		
	105	100
	3.45	3.64
	3.46	3.7
		3.66
		3.6
		3.71
		3.64
		3.65
		3.66
$\Sigma T_o$	6.91	29.26
$\Sigma T_o \times V$	725.55	2926
		3651.55
TN		3.65

C			
	105	100	95
	2.45	2.78	2.97
		2.81	
		2.75	
		2.74	
		2.75	
		2.71	
		2.74	
		2.75	
$\Sigma T_o$	2.45	22.03	2.97
$\Sigma T_o \times V$	257.25	2203	282.15
			2742.4
TN		2.74	

D		
	100	95
	3.21	4.36
	4.21	3.36
	4.2	3.36
	4.18	3.39
	4.2	3.34
	4.21	3.4
	4.17	3.37
	4.19	3.35
	4.18	3.35
$\Sigma T_o$	37.71	30.27
$\Sigma T_o \times V$	337.05	3027
	3771	4142
		3364.05
TN		4.185.2
TN		4.19

G		
	100	95
	3.18	3.57
	3.2	
	3.22	
	3.18	
	3.19	
	3.21	
	3.19	
	3.21	
	3.17	
$\Sigma T_o$	28.75	3.57
$\Sigma T_o \times V$	2875	339.15
		3214.15
TN		3.21

## ANEXO 12: ESTUDIO DE TIEMPOS CON LOS MÉTODOS PROPUESTOS

FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS											
Departamento		Produccion				Proceso			Envasado línea N°3		
seccion		Liquidos				Observado por:			Jose Calderon Carrillo		
Estudio N°		1 Propuesto				Fecha :			Set-17		
Unidades:		4 fcos /segundo				H.Inicio:			18:16		
Hoja N°	1	de:	1			H.Final:			18:45		
Descripcion del elemento		Numero de observaciones									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elemento A	TO	2.88	2.91	2.66	2.89	2.91	3.21	2.88	3.21	2.89	2.89
	V	100	100	105	100	100	105	100	95	100	100
Elemento B	TO										
	V										
Elemento C	TO										
	V										
Elemento D	TO	2.89	2.76	2.85	2.89	2.86	2.88	2.85	2.88	2.87	2.97
	V	100	105	100	100	100	100	100	100	100	95
Elemento E	TO										
	V										
Elemento F	TO	2.89	2.89	2.95	2.94	2.89	2.91	2.88	3.02	2.89	2.9
	V	100	100	95	95	100	100	100	95	100	100
Elemento G	TO	2.91	2.92	2.93	2.9	2.85	2.89	2.89	2.89	3.15	2.91
	V	100	105	100	100	100	100	100	100	95	100
Elemento H	TO										
	V										

Fuente: La empresa de estudio

Elaboración propia

**ANEXO 13: DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES DE LOS ELEMENTOS DEL PROCESO CON EL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO.**

Elemento A		Elemento D	
1	2.88	1	2.89
2	2.91	2	2.76
3	2.66	3	2.85
4	2.89	4	2.89
5	2.91	5	2.86
6	2.92	6	2.88
7	2.88	7	2.85
8	3.21	8	2.88
9	2.89	9	2.87
10	2.89	10	2.97
Max	3.21	Max	2.97
Min	2.66	Min	2.76
R	0.55	R	0.21
Tm	2.904	Tm	2.87
Coc.	0.19	Coc.	0.07
N Obs	7	N Obs	1

Elemento F		Elemento G	
1	2.89	1	2.91
2	2.89	2	2.92
3	2.95	3	2.93
4	2.94	4	2.9
5	2.89	5	2.85
6	2.91	6	2.89
7	2.88	7	2.89
8	3.02	8	2.89
9	2.89	9	3.15
10	2.9	10	2.91
Max	3.02	Max	3.15
Min	2.88	Min	2.85
R	0.14	R	0.3
Tm	2.916	Tm	2.924
Coc.	0.05	Coc.	0.10
N Obs	1	N Obs	2

Fuente: La empresa de estudio

Elaboración propia



## ANEXO 14: DETERMINACIÓN DE TIEMPO NORMAL DE LOS ELEMENTOS DEL PROCESO CON EL MÉTODO PROPUESTO

A		
105	100	95
2.66	2.88	3.21
	2.91	
	2.89	
	2.91	
	2.88	
	2.89	
	2.89	
	2.87	
$\Sigma T_o$	23.12	3.21
$\Sigma T_o \times V$	2312	304.95
		2896.25
	TN	2.90

D		
105	100	95
2.76	2.89	2.97
	2.85	
	2.89	
	2.86	
	2.88	
	2.85	
	2.88	
	2.87	
$\Sigma T_o$	22.97	2.97
$\Sigma T_o \times V$	2297	282.15
		2868.95
	TN	2.87

F		
100	95	
2.89	2.95	
2.89	3.02	
2.89	2.94	
2.91		
2.88		
2.89		
2.9		
$\Sigma T_o$	8.91	
$\Sigma T_o \times V$	846.45	
	2871.45	
	TN	2.87

G		
100	95	
2.91	3.15	
2.92		
2.93		
2.9		
2.85		
2.89		
2.89		
2.89		
2.91		
$\Sigma T_o$	3.15	
$\Sigma T_o \times V$	299.25	
	2908.25	
	TN	2.91

Fuente: La empresa de estudio

Elaboración propia

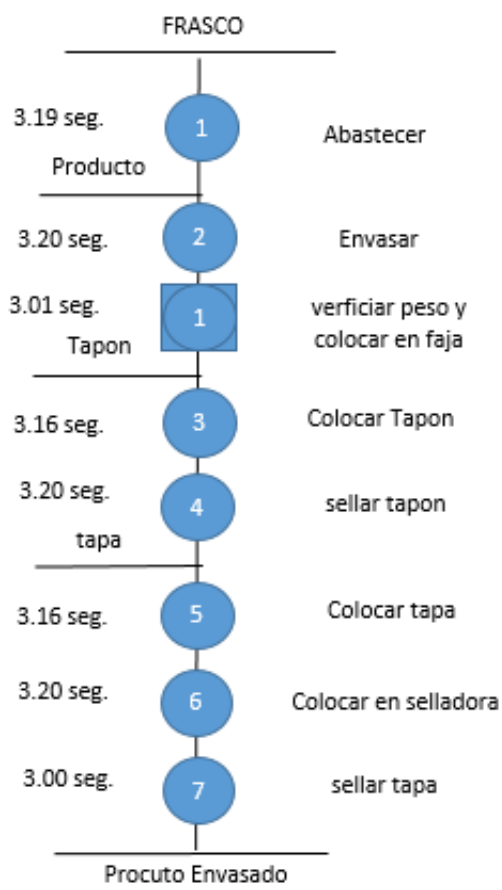
**ANEXO 15: DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LOS ELEMENTOS DEL PROCESO CON EL MÉTODO PROPUESTO**

ELEMENTO	TN	SUPLEMENTO	TS	Fcs/seg	Fco/min
Elemento A	2.9	10%	3.19	1.25	75.24
Elemento D	2.87	10%	3.16	1.27	76.02
Elemento F	2.87	10%	3.16	1.27	76.02
Elemento G	2.91	10%	3.20	1.25	75.02

Fuente: La empresa de estudio

Elaboración propia

**ANEXO 16: DOP DEL ENVASADO N°3 CON LOS NUEVOS TIEMPOS ESTÁNDAR.**



**ANEXO 17: HORAS HOMBRE Y HORAS MÁQUINA DE 20 LOTES ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO.**

lotes	ANTES		DESPUES	
	HH	HM	HH	HM
1	168	24	80	16
2	165.9	23.7	78.5	15.7
3	175	25	80	16
4	164.5	23.5	81	16.2
5	158.2	22.6	79	15.8
6	161	23	81.5	16.3
7	168	24	80	16
8	147	21	81	16.2
9	161	23	79	15.8
10	165.2	23.6	80	16
11	175	25	82	16.4
12	168	24	78.5	15.7
13	164.5	23.5	80	16
14	168	24	77.5	15.5
15	163.8	23.4	79	15.8
16	154	22	78	15.6
17	168	24	82.5	16.5
18	147	21	79	15.8
19	162.4	23.2	78	15.6
20	157.5	22.5	80	16

Fuente: La empresa de estudio

Elaboración propia

## ANEXO 18: COSTOS HORAS HOMBRE Y HORAS MAQUINA ANTES Y

Costo HH antes	Costo HM antes	Coto después	HH	Costo después	HM
1680	432	800		288	
1659	426.6	785		282.6	
1750	450	800		288	
1645	423	810		291.6	
1582	406.8	790		284.4	
1610	414	815		293.4	
1680	432	800		288	
1470	378	810		291.6	
1610	414	790		284.4	
1652	424.8	800		288	
1750	450	820		295.2	
1680	432	785		282.6	
1645	423	800		288	
1680	432	775		279	
1638	421.2	790		284.4	
1540	396	780		280.8	

**DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.**

1680	432	825	297
1470	378	790	284.4
1624	417.6	780	280.8
1575	405	800	288

Fuente: La empresa de estudio

Elaboración propia