

# **INFORME CONSULTORIA “ESTUDIO DE TIEMPOS”**



**Presentado por:  
Ángel Vega Rodríguez  
German de Armas Castaño**



Universidad Tecnológica de Bolívar

## **ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONOMETRAJE:**

**Caso de estudio de Gerco laboratorios**

**NRC: 2102**

**Autores:**

**Angel Vega Rodríguez - T00068186**

**German de Armas Castaño - T00068765**

**Docente:**

**Fabian Alfonso Gazabon Arrieta**

**Universidad Tecnológica de Bolívar**

**Programa de ingeniería Industrial**

**Cartagena de Indias, Bolívar**

**Noviembre de 2024**

## Tabla de contenido

1.	Introducción.....	4
2.	Resumen .....	5
3.	Objetivos.....	6
	General: .....	6
	Específicos: .....	6
4.	Antes del análisis .....	7
	Contextualización: .....	7
	Implementos.....	7
	Selección del trabajo .....	9
	Selección del operario .....	9
	Comprobar el método .....	10
	Identificar el ciclo de Trabajo .....	10
	Identificar los elementos.....	11
	Cronometraje.....	11
	Valoración.....	13
	Tamaño de la muestra .....	14
5.	Durante el análisis.....	15
	Cronometraje de cada elemento.....	15
	Valoración del ritmo .....	16
	Registro de tiempos.....	16
6.	Después.....	18
	Resumen del estudio .....	18
	Cálculo del tiempo básico.....	19
	Suplementos.....	19
	Tiempo de ciclo tipo .....	26
7.	Cálculo de la capacidad de producción estimada (diaria) .....	27
	1. Duración de las Jornadas de Trabajo:.....	27
	2. Tiempo de Ciclo Tipo: .....	27
	3. Diferencia de Rendimiento entre Turnos: .....	27
	4. Cálculo de la Producción por Turno:.....	28
	5. Capacidad de Producción Total en un Día: .....	28



6.	Importancia de los Descansos y la Diferencia de Capacidades: .....	28
8.	Mejoras .....	28
	Ergonomía.....	29
	Mejoras Operativas y económicas .....	29
9.	Bibliografía .....	31
10.	Anexos .....	32

## **1. Introducción**

En el caso del maquilado de envases y embalaje de comprimidos, recientemente incursionado por Gerco laboratorios, se presentan desafíos particulares debido a la variabilidad en los tipos de productos y lotes manejados. Estas operaciones implican la necesidad de ajustar procesos previamente diseñados para la comercialización de medicamentos, lo que genera una mayor carga de análisis y planificación.

La incorporación de esta nueva línea de negocio requiere calcular y aplicar tiempos estándar de manera precisa, enfrentándose al riesgo de errores por la falta de experiencia previa en estas actividades específicas. Tales imprecisiones pueden afectar negativamente la planificación, el control de recursos y el cumplimiento de los plazos, especialmente cuando se presentan pedidos simultáneos o combinados con requerimientos diversos.

Por lo anterior, se justifica la implementación de un estudio de tiempos que permita optimizar los procesos involucrados, minimizando errores y mejorando la estimación de tiempos normales. Este informe aborda, como introducción, los aspectos clave de las metodologías comúnmente empleadas para el análisis de tiempos mediante cronometraje, adaptadas al contexto de Gerco laboratorios.

## 2. Resumen

Este informe describe un estudio sobre la toma de tiempos en las operaciones de producción de **Gerco laboratorios**, un laboratorio naturista con tradición familiar, comprometido con la calidad y la seguridad de sus productos. El objetivo del estudio fue determinar los tiempos normales de las operaciones mediante el uso de cronómetro, con el fin de optimizar los procesos de fabricación e incursión de maquilado del proceso de envase y embalado de comprimidos. Para ello, se tomaron 9 muestras durante las fases de preproducción y producción en condiciones representativas, considerando niveles de ejercitación bajos y procesos con detalles específicos o poco comunes.

Gerco laboratorios, reconocido por sus certificaciones en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) y la capacidad para almacenar y acondicionar dispositivos médicos, utiliza esta metodología para garantizar la calidad de sus productos, optimizar sus operaciones y alinearse con sus valores de excelencia y compromiso con la comunidad.

**Descriptores:** Estudio de tiempos, cronometraje, tiempos normales.

### **3. Objetivos**

**General:** Realizar un estudio de tiempos en las operaciones de maquilado de envase y embalaje de comprimidos en Ger colaboratorios, con el fin de optimizar los procesos, mejorar la estimación de tiempos estándar y garantizar la eficiencia en la planificación.

**Específicos:**

1. **Evaluar los factores de desempeño y ergonomía** que puedan influir en la productividad y el tiempo de ejecución de las tareas.
2. **Proponer mejoras** en los procesos operativos para reducir errores, omisiones y desperdicios, incrementando la eficiencia en el manejo de recursos.
3. **Documentar y estandarizar los procedimientos** asociados al maquilado, facilitando su replicabilidad y garantizando la consistencia en futuras operaciones.
4. **Determinar los tiempos estándar** mediante la aplicación de metodologías de cronometraje y análisis estadístico, asegurando un cálculo objetivo y confiable.

## Procedimiento de la investigación

### 4. Antes del análisis

**Consultores:** Angel Vega Rodriguez, Germán De Armas Castaño

**Contextualización:** Al iniciar la consultoría, se nos proporcionó una descripción detallada de la empresa, su actividad principal y los objetivos que buscaba alcanzar con nuestra intervención. Durante esta etapa inicial, recibimos información clave sobre los procesos de producción del producto, las jornadas laborales establecidas y las medidas de seguridad implementadas en la planta de producción. Entre estas, se destacaron los requisitos de bioseguridad, como el uso obligatorio de gorros y tapabocas para ingresar a las áreas de trabajo, así como otras indicaciones relacionadas con la seguridad en el entorno laboral.

#### Implementos

Para la realización del presente estudio, se utilizaron diversas herramientas que facilitaron tanto el registro de tiempos como la evaluación de las condiciones de trabajo. A continuación, se describen los implementos empleados:

- **Cronómetro:** Para la toma de tiempos, se utilizó la aplicación de cronómetro preinstalada en dispositivos móviles Apple. En esta ocasión, se emplearon dos dispositivos: iPhone 11 Pro Max y iPhone 14 Pro Max, ambos con la versión de iOS 18.1.1. Estos equipos, fabricados bajo altos estándares de calidad en software y hardware, ofrecieron un respaldo confiable para el registro preciso de los tiempos.
- **Calculadora:** Para realizar cálculos relacionados con el tamaño de muestra y las escalas de valoración, se empleó una calculadora CASIO modelo fx-570ES PLUS. Esta fue configurada previamente para garantizar precisión en los resultados.
- **Tablas de cronometraje para la muestra y premuestra:** Estas tablas, diseñadas previamente por los consultores con base en las proporcionadas durante el curso de Ingeniería de Productividad del docente Fabián Alfonso Gazabón Arrieta, contaban con el tamaño y los espacios necesarios para documentar los tiempos del estudio.



- **Tabla sujeta papeles:** Esta herramienta brindó mayor comodidad y firmeza a los consultores al momento de realizar los registros y cálculos asociados al estudio.
- **Formato de cronometraje (OIT):** Este formato es una tabla estructurada específicamente para la toma de tiempos, valoración y cálculo de los tiempos básicos, por lo que facilitó el registro y valoración de los datos calculados. Fue proporcionada por el docente del curso de Ingeniería de Productividad Fabián Alfonso Gazabón Arrieta.
- **Tabla t-Student:** Se utilizó la tabla estadística t-Student proporcionada por el docente del curso, la cual fue indispensable para el cálculo del tamaño de muestra.
- **Tablas de suplementos:** Estas tablas permiten añadir el suplemento correspondiente a cada elemento según las condiciones observadas durante el estudio. Este paso es esencial para calcular finalmente el tiempo tipo de cada elemento. Proporcionadas por el docente del curso.
- **Material de papelería:** Se emplearon elementos básicos de papelería para facilitar el registro manual de datos y anotaciones durante el estudio. Estos incluyeron lápices, borradores, lapiceros y hojas en blanco. Estos materiales permitieron realizar correcciones rápidas, tomar notas adicionales y complementar los registros en las tablas de cronometraje, asegurando un respaldo físico de la información recopilada.
- **Aplicaciones:** Durante el estudio, se evaluaron las condiciones de trabajo mediante diversas aplicaciones instaladas en un iPhone 11 Pro Max con iOS 18.1.1. Las aplicaciones empleadas fueron:
  - **LightMeter:** Para medir niveles de iluminación.
  - **Sonómetro (Sound Meter):** Para registrar niveles de ruido.
  - **Clima (preinstalada):** Para evaluar las condiciones atmosféricas.

Adicionalmente, para ciertos cálculos estadísticos como medias y desviaciones estándar, se utilizó la página web [Calcuvio](#).

### **Selección del trabajo**

Gerco Laboratorios, una empresa dedicada a la distribución de medicamentos, está en proceso de expansión y modernización de sus operaciones. A partir de enero de 2025, la empresa planea implementar un nuevo proceso de maquilado de envases y embalaje de comprimidos, con el objetivo de diversificar su línea de producción y optimizar sus tiempos operativos. Esta nueva línea de negocio, que será incorporada en su planta piloto a partir de julio de 2024, involucrará la fabricación de medicamentos nacionales bajo las normativas de BPL y BPM, las cuales son esenciales para asegurar la calidad y la trazabilidad de los productos.

La consultoría solicitada se enfoca en el cálculo de tiempos estándar para el proceso de maquilado, lo que es crucial para establecer un flujo de trabajo eficiente, evitar errores y mejorar la planificación operativa. Las tareas para evaluar incluyen el proceso de abastecimiento, envasado, embalaje, termo encogido, registro de productos y entrega, cada uno de los cuales requiere una medición precisa para garantizar la correcta gestión del tiempo y los recursos.

Este estudio de tiempos permitirá optimizar y volver más productivos los procesos dentro de la planta, mejorar la estimación de los tiempos estándar y garantizar la eficiencia en la planificación, contribuyendo al éxito de la nueva línea de negocio de Gerco Laboratorios.

### **Selección del operario**

La empresa cuenta con dos operarios, uno en cada jornada, encargados de llevar a cabo las tareas relacionadas con todo el proceso de envase y embalado de comprimidos. Para este estudio, se ha seleccionado al operario Orley Peña, quien trabaja en el turno de la tarde/noche, de 4:00 pm a 12:30 am. Durante este horario, tiene un descanso de 9:00 a 9:30 pm.

Orley tiene 35 años y es el encargado de realizar todas las actividades del proceso de fabricación, desde el abastecimiento hasta la entrega del producto; Al no tener información con respecto al operario/a del turno de la mañana, lo convierte en el operario representativo y calificado para la toma de tiempos en este estudio.

### **Comprobar el método**

Debido a la cantidad de procesos manuales involucrados en el envase y embalaje de los comprimidos, el proceso aún no cuenta con una estandarización formal. Aunque se han llevado a cabo prácticas previas y la empresa cuenta con un paso a paso del proceso, no existe documentación que respalde el levantamiento del método ni un procedimiento completamente estandarizado.

### **Identificar el ciclo de Trabajo**

El ciclo de trabajo en el proceso de envasado y embalaje de los comprimidos comienza con el abastecimiento de materiales y se extiende hasta la entrega final de los productos. Para este análisis tomamos como resultado final la unidad de producto maquillado, que consta de 2 frascos previamente envasados, embalados y termoencogidos. A continuación, se detallan las etapas clave que conforman el ciclo de trabajo:

1. **Abastecimiento de materiales:** El operario inicia el ciclo preparando el área de trabajo, asegurando que los materiales necesarios, como los envases, estén disponibles para el proceso de envasado.
2. **Envasado de los comprimidos:** En esta fase, el operario toma los comprimidos previamente fabricados y los coloca en los envases correspondientes. Este proceso es manual y requiere precisión para asegurar que no se presenten errores.
3. **Embalaje de los comprimidos:** Después de que los comprimidos están envasados, el operario procede a embalar los productos, asegurándose de que los envases estén correctamente sellados y listos para el siguiente paso en el proceso.
4. **Termoencogido:** Una vez los productos están embalados, pasan por una máquina de termoencogido, que se encarga de aplicar calor para que el material de embalaje se ajuste perfectamente al envase. Este proceso proporciona una capa adicional de protección al producto y mejora su presentación.
5. **Registro de los productos:** Tras la operación de termoencogido, el operario realiza el escaneo de los productos utilizando un lector óptico para registrar la información correspondiente, asegurando la trazabilidad del producto conforme a los estándares de calidad y normativas.

6. **Entrega:** Finalmente, el operario realiza la entrega de los productos envasados, embalados y termoencogidos al área de distribución o almacenamiento, completando así el ciclo de trabajo.

### Identificar los elementos

ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	ACTIVIDADES INCORPORADAS	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD DE APERTURA	ACTIVIDAD DE CIERRE
E1	Elemento repetitivo – manual	Envasado y Embalaje	Este elemento abarca los procesos de envasado y embalaje. Se inicia cuando el operario toma el primer frasco para iniciar el proceso de envasado, y finaliza cuando el operario regresa a su puesto de trabajo después de colocar el producto en la máquina de termoencogido.	Tomar el primer frasco para envasado.	El operario regresa a su puesto de trabajo después de colocar el producto en la máquina de termoencogido o continúa con el registro o abastecimiento.
E2	Elemento repetitivo – mecánico	Colocación del Producto en la Máquina de Termoencogido	Este elemento se inicia cuando el operario coloca el producto en la máquina de termoencogido y finaliza cuando el producto cae en la bandeja receptora de la máquina.	Colocar el producto en la máquina de termoencogido.	El producto cae en la bandeja receptora de la máquina.
A	Elemento casual – manual	Abastecimiento de Envases	Este elemento se realiza al principio del proceso y se repite cada 5 ciclos, cuando el operario necesita abastecer los envases. El operario sale del área de envasado, se dirige a la zona de abastecimiento y regresa con los envases.	Salida del área de envasado para ir a abastecer.	El operario regresa al área de envasado, se sienta y acomoda los envases en su puesto de trabajo.
B	Elemento casual – mecánico	Registro y Entrega	Este elemento se repite cada 4 ciclos, cuando se completa la cantidad de productos envasados, embalados y termoencogidos. El operario sale del área de envasado, se dirige a buscar los productos en la máquina de termoencogido y regresa al área de envasado o se dirige a abastecer si es necesario.	Salida del área de envasado hacia la máquina de termoencogido para recoger los productos.	El operario regresa al área de envasado o se dirige al abastecimiento según sea necesario.

**Tabla 1. Elementos**

La identificación de los elementos, así como las actividades de apertura y cierre asociadas a cada uno, se llevaron a cabo durante el estudio de tiempos realizado por los consultores, asegurando que todas las actividades realizadas se encontraran en alguno de los elementos observados.

### Cronometraje

El tipo de cronometraje utilizado en este estudio fue el **cronometraje vuelto a cero**. Este método permite registrar los tiempos de cada elemento del proceso de manera

independiente, reiniciando el cronómetro al inicio de cada nueva actividad. De este modo, se asegura una medición precisa de cada etapa del ciclo sin que los tiempos de una actividad se vean influenciados por las etapas previas.

Para la realización de la premuestra, se tomaron 9 ciclos, y los datos obtenidos fueron registrados inicialmente en las tablas de la premuestra, siguiendo el formato establecido por la OIT. Este enfoque facilitó la recolección de los datos durante el proceso.

Una vez identificado el ciclo y cada uno de sus elementos, se procedió a realizar el primer cronometraje de tiempos para obtener la premuestra. Con esta premuestra, se pudo calcular la escala de valoración y determinar el tamaño de la muestra necesario para obtener datos representativos y confiables para el análisis.

A continuación, se adjuntarán las tablas con los tiempos de cada elemento de la premuestra:

PREMUESTRA			
CICLO	Elementos	Tiempo(seg)	Tiempo Ciclo
1	A	110,05	60,04
	E1	39,04	
	E2	21	
2	E1	45,94	66,94
	E2	21	
3	E1	39,87	60,87
	E2	21	
4			64,16
	E1	43,16	
	E2	21	
	B	85,52	

5	E1	38,03	59,03
	E2	21	
6	A	85,4	89,33
	E1	68,33	
	E2	21	
7	E1	37,68	58,68
	E2	21	
8	E1	37,18	58,18
	E2	21	
	B	110,9	
9	E1	38	59
	E2	21	

*Tabla 2. Tiempos de la premuestra*

## Valoración

A partir de los datos obtenidos de la premuestra, se realizó el cálculo de la media de cada elemento y su desviación estándar, lo que permitió establecer la escala de valoración por elemento. Es importante considerar que los elementos mecánicos tienen un valor constante en todos los ciclos, lo que no requiere su valoración. En este estudio, el elemento mecánico es **E2**, por lo que no se le realiza una escala de valoración.

Estas escalas de valoración son fundamentales para determinar si los tiempos de algún elemento en la muestra no son aceptados. En caso de que un tiempo no sea aceptable, se debe tomar otro ciclo para mantener el tamaño de la muestra de ese elemento. Además, las escalas de valoración son esenciales para realizar la posterior normalización de los tiempos, asegurando la consistencia en el análisis de los datos. A continuación, se adjuntan las escalas de valoración para cada elemento de la premuestra:

ESCALAS DE VALORACIÓN					
Media E1 =	43,0	120%	110%	100%	90%
DesV E1 =	9,9	X-2S	X-1S	X	X+1S
		23,2	33,1	43,0	52,9
		(23,2-33)	(33,1-42,9)	43	(43,1-52,9)
					(53-62,9)
Media E2 =	21	120%	110%	100%	90%
DesV E2 =	0,0	X-2S	X-1S	X	X+1S
ELEMENTO MECÁNICO					
Media A =	97,7	120%	110%	100%	90%
Desv A =	17,4	X-2S	X-1S	X	X+1S
		62,9	80,3	97,7	115,2
		(62,9-80,2)	(80,3-97,6)	97,7	(97,8-115,2)
					(115,3-132,6)
Media B =	98,2	120%	110%	100%	90%
DesV B =	17,9	X-2S	X-1S	X	X+1S
		62,3	80,3	98,2	116,2
		(62,3-80,2)	(80,3-98,1)	98,2	(98,3-116,2)
					(116,3-134,1)

### Tamaño de la muestra

Con base en los datos obtenidos durante la premuestra, se procedió al cálculo del tamaño de la muestra para cada elemento del ciclo de trabajo. Este cálculo se realizó aplicando la fórmula estándar para determinar el tamaño de muestra en estudios de tiempo, la ecuación descrita es la siguiente:

$$n = \left( \frac{t \times s}{k \times \bar{X}} \right)^2$$

Donde:

- $t$  es el valor de la distribución t-Student para 8 grados de libertad ( $t=1.86t$ ) y un nivel de confianza del 95%.
- $s$  es la desviación estándar muestral de los tiempos de ciclo (excluyendo los elementos casuales) observados en la premuestra.
- $k$  es el margen de error deseado ( $k=0.05k = 0.05k=0.05$ ).
- $\bar{x}$  es el tiempo promedio por ciclo, excluyendo los elementos casuales.

Para el cálculo, fue necesario determinar el tiempo de cada ciclo excluyendo los elementos casuales. Luego, se calculó la media y la desviación estándar ( $s$ ) muestral de los tiempos obtenidos. Aplicando la fórmula, el cálculo arrojó un tamaño de muestra de  $n=33.2$   $n = 33,2$ ; Dado que ya se habían tomado 9 ciclos durante la premuestra, el tamaño de muestra adicional necesario fue de 24 ciclos. Este tamaño garantiza que los datos recolectados sean representativos y cumplan con el nivel de precisión establecido para el estudio.

Media	Desv	Tamaño n	
64,0	9,9		
t	Error	33,2	24,2
1,86	0,05		

## 5. Durante el análisis

### Cronometraje de cada elemento

Durante el cronometraje de cada elemento, se registraron los tiempos de manera individual utilizando el método de vuelta a cero. Los tiempos observados eran evaluados de manera inmediata para verificar si se encontraban dentro de los rangos de aceptación previamente establecidos.



En el ciclo 8, el elemento E1 presentó un valor fuera de los rangos de aceptación, lo que obligó a tomar un ciclo adicional (ciclo 25) para garantizar la representatividad de los datos. Asimismo, se verificó que los elementos casuales aparecieran un mínimo de tres veces en la muestra, cumpliendo con este criterio en el análisis realizado.

La tabla donde se encuentra la evidencia de los tiempos de la muestra se encuentra en la *carpeta general del estudio, documento Excel Tablas Informe de Tiempos, Hoja 3, tabla 3*.

### **Valoración del ritmo**

Durante la observación de los ciclos, se identificó que el operario presentaba variaciones significativas en su ritmo de trabajo. En ocasiones, realizaba las tareas más rápido o lento, y a menudo mostraba signos de agotamiento, deteniéndose por unos segundos para descansar. Este comportamiento fue evidente en las variaciones observadas en los tiempos de cada elemento. Además, en algunas ocasiones, el operario derramaba comprimidos y necesitaba recogerlos antes de continuar, lo cual reflejaba que la fluctuación en su ritmo de trabajo estaba directamente asociada al cansancio acumulado.

Es importante señalar que, debido a las actividades de identificación de elementos y otras tareas previas al inicio del análisis, no fue posible tomar medición de los primeros ciclos realizados por el operario. Esto llevó a que la toma de tiempos comenzara una vez que el operario ya llevaba un tiempo considerable en operación. De esta forma, los datos recopilados reflejan las condiciones reales bajo las cuales se desarrolla la mayor parte del proceso.

### **Registro de tiempos**

Los tiempos observados durante el estudio fueron trasladados al formato de cronometraje establecido por la OIT. En este formato, se documentaron los registros de cada elemento, lo que permitió llevar un control detallado y ordenado de las mediciones.

Posteriormente, se asignaron las valoraciones correspondientes a cada elemento, considerando las escalas establecidas durante el análisis. Con estos datos, se procedió al

cálculo del tiempo básico, base fundamental para determinar los tiempos estándar del proceso.

ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO											
Departamento:						Estudio núm.:					
Operación:						Hoja núm.: 1 de: 1					
						Hora Inicio:					
						Hora Final:					
Instalación/Máquina:						Tiempo transc:					
						Operario:					
Herramientas:						Fecha núm.:					
						Realizado por:					
Producto/pieza:											
Plano núm.:		Material:				Fecha:					
Calidad:						Revisado por:					
PARTE 1						PARTE 2					
Ciclo	Elemento	Valoración	Cronometraje (seg)	T.Restado	T.Básico	Ciclo	Elemento	Valoración	Cronometraje (seg)	T.Restado	T.Básico
1	A	110%	84,03		92,4	15	E1	90%	46,17		41,6
	E1	90%	47,67		42,9		E2	100%	21		21,0
	E2	100%	21		21,0		A	110%	86		94,6
2	E1	90%	44,65		40,2	16	B	110%	87		95,7
	E2	100%	21		21,0		E1	110%	40,5		44,6
3	E1	110%	39,65		43,6		17	E2	100%	21	
	E2	100%	21		21,0	E1		110%	42,89		47,2
4	B	110%	97,53		107,3	18		E2	100%	21	
	E1	110%	37,7		41,5		E1	110%	38,9		42,8
	E2	100%	21		21,0		E2	100%	21		21,0
5	E1	110%	38,56		42,4	19	E1	110%	38,71		42,6
	E2	100%	21		21,0		E2	100%	21		21,0
6	A	110%	96,9		106,6		20	B	110%	83,2	
	E1	110%	36,26		39,9	E1		80%	61,8		49,4
	E2	100%	21		21,0	E2		100%	21		21,0
7	E1	110%	34,69		38,2	21	A	110%	90,3		99,3

	E2	100%	21		21,0		E1	110%	40,6		44,7
	B	90%	100,25		90,2		E2	100%	21		21,0
8	E1	x	82		#¡VALOR!	22	E1	80%	54,7		43,8
	E2	100%	21		21,0		E2	100%	21		21,0
9	E1	110%	40,05		44,1	23	E1	110%	41,05		45,2
	E2	100%	21		21,0		E2	100%	21		21,0
10	E1	110%	39,51		43,5	24	B	110%	92,6		101,9
	E2	100%	21		21,0		E1	110%	35,3		38,8
	A	120%	79,5		95,4		E2	100%	21		21,0
11	E1	90%	43,49		39,1	25	E1	120%	30,62		36,7
	E2	100%	21		21,0		E2	100%	21		21,0
	B	110%	87,29		96,0						
12	E1	110%	33,47		36,8						
	E2	100%	21		21,0						
13	E1	110%	40,72		44,8						
	E2	100%	21		21,0						
14	E1	110%	38,78		42,7						
	E2	100%	21		21,0						

Tabla 4. Formato de cronometraje OIT

## 6. Después

### Resumen del estudio

Para este estudio, se decidieron tomar 25 ciclos de medición, un número superior al mínimo recomendado por la fórmula (24 ciclos). Este enfoque de tomar un número mayor de ciclos asegura una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos, ya que, al aumentar la cantidad de observaciones, se reduce el margen de error y se obtiene una estimación más precisa del tiempo normal de las operaciones. Así, se asegura que las variaciones que podrían existir entre los ciclos no afecten significativamente los resultados finales, proporcionando datos más robustos y representativos del proceso de producción. Cabe resaltar que la necesidad de registrar 25 ciclos de medición se debió a que el Elemento Repetitivo 1 (E1) presentó un valor atípico que casi alteró la confiabilidad del estudio. Al tomar más ciclos, se logró suavizar el impacto de este valor atípico y proseguir con el estudio sin ninguna anomalía.

**Cálculo del tiempo básico**

Para calcular el tiempo básico de cada elemento, se utilizaron los registros trasladados al formato de cronometraje OIT. El cálculo se realizó multiplicado el tiempo cronometrado por la valoración correspondiente, luego tomamos el total de datos aceptados para dejar como evidencia la confiabilidad de la muestra y finalmente calculamos el tiempo básico promedio, en el que solo son tomados en cuenta la cantidad de ciclos aceptados para cada elemento.

ACEPTACIÓN DE DATOS MUESTRALES			Total de datos aceptados
CICLO	ELEMENTO	TIEMPO (s)	
8	E1	82	24
	E2 - Termoencogido		25
	A - Abastecimiento		5
	B - Finalización		6

*Tabla 5. Aceptación de datos*

**Nota:** Para elementos repetitivos el tamaño de aceptación de la muestra es de mínimo 24; para el caso de los elementos casuales (A y B) el tamaño de aceptación es de mínimo 3.

TIEMPO BÁSICO PROMEDIO	
ELEMENTO	T.B.Promedio
E1	42,4
E2	21,0
A	97,7
B	97,1

*Tabla 6. Tiempo básico promedio***Suplementos**

Para calcular los tiempos tipo de cada elemento, es necesario determinar primero los suplementos adicionales. Para ello, se consideraron las mediciones de las condiciones de trabajo tomadas en la planta durante la visita, estableciendo los niveles aceptables de exposición al ruido, iluminación y temperatura.

Los elementos E1, E2, y B se desarrollan dentro del lugar de trabajo (instalaciones cerradas) de Gerco Laboratorios, el elemento A presenta exposición a condiciones atmosféricas.

- Aire acondicionado: El lugar de trabajo presentaba una temperatura de 28°C (este dato es basándose en la temperatura del aire acondicionado con base a que estamos en un espacio cerrado)



*Imagen #1. Foto del aire acondicionado*

- Ruido: La medición se realizó a través de la aplicación Sonómetro que midió el ruido que se producía en el lugar de trabajo de Gerco Laboratorios. Se tomaron las medidas de ruido en los siguientes espacios del lugar de trabajo:
  - Puesto de trabajo (ruido general del laboratorio)



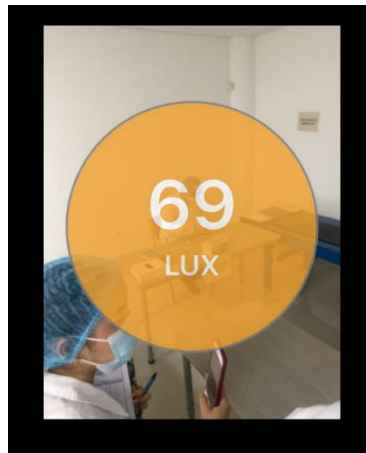
*Imagen #2. Captura de pantalla del nivel de ruido (aplicación: sonómetro).*

- Área de Termo encogido (zona de mayor intensidad o de mayor ruido)



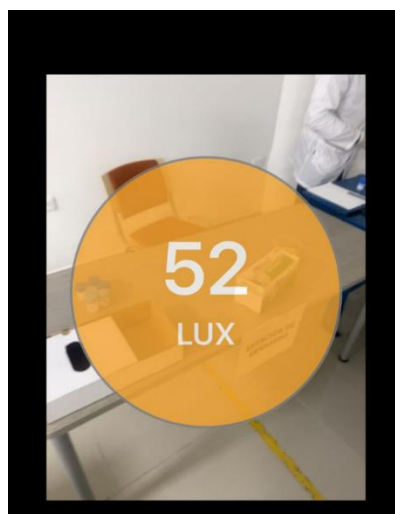
*Imagen #3. Captura de pantalla del nivel de ruido (aplicación: sonómetro).*

- Iluminación: Esta medición se realizó con la app LightMeter que permitió medir la luminosidad en los distintos espacios:
  - Centro del laboratorio (esta iluminación corresponde a la iluminación general del lugar de trabajo)



*Imagen #4. Iluminación general.*

- Iluminación del puesto de trabajo (corresponde también con uno de los puntos con peor iluminación dentro del lugar de trabajo)



*Imagen #5. Punto con la peor iluminación.*

- Iluminación de la bodega interna o área de entrega (corresponde al punto con mejor iluminación dentro del lugar de trabajo)



*Imagen #6. Punto con mejor iluminación.*

Para el elemento casual A, por momentos el trabajador salía de las instalaciones, por lo que consideramos relevante incluir las condiciones climáticas externas, ya que estas podrían haber influido en el tiempo de la operación.





Imagen #7. Captura de pantalla del clima de la ciudad de Cartagena a las 5 PM el

20-11-24.



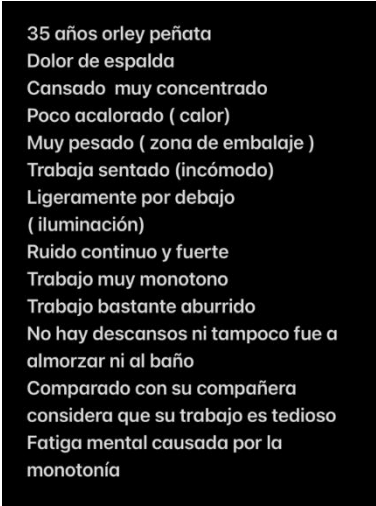
Imagen #8. Captura de pantalla del clima de la ciudad de Cartagena a las 5 PM el

20-11-24.



*Imagen #9. Captura de pantalla del clima de la ciudad de Cartagena a las 5 PM el 20-11-24.*

Para terminar, se deben de agregar los suplementos al tiempo básico por oposición a los tiempos improductivos que pueden darse. Para esto se tuvo en cuenta las respuestas del operario (Orley Peñata) sobre las condiciones de trabajo.



35 años orley peñata  
Dolor de espalda  
Cansado muy concentrado  
Poco acalorado ( calor)  
Muy pesado ( zona de embalaje )  
Trabaja sentado (incómodo)  
Ligeramente por debajo  
( iluminación)  
Ruido continuo y fuerte  
Trabajo muy monotonó  
Trabajo bastante aburrido  
No hay descansos ni tampoco fue a  
almorzar ni al baño  
Comparado con su compañera  
considera que su trabajo es tedioso  
Fatiga mental causada por la  
monotonía

*Imagen #10. Respuestas obtenidas en la entrevista al operario (Orley Peñata)*

Quedando los suplementos organizados de la siguiente manera:

1. Suplementos por necesidades personales.
2. Suplemento base por fatiga.
3. Suplemento por trabajar de pie.
4. Suplemento por postura anormal.
5. Uso de fuerza/energía muscular.
6. Mala iluminación.
7. Condiciones atmosféricas.
8. Concentración intensa.
9. Ruido.
10. Tensión mental.
11. Monotonía.
12. Tedio

Cada porcentaje seleccionado en los suplementos estuvo basado en la información recibida por el operario y por las evidencias de las condiciones del lugar de trabajo.

TABLA DE ASIGNACIÓN DE SUPLEMENTOS														
SUPLEMEN TOS CONSTANT ES		SUMPELEMENTOS VARIABLES												FACTOR TOTAL
%	%	%	%	%	%	FACT OR	%	%	%	%	%	%		
NP	F	PIE	PA	F	MI	CA	CI	R	TM	MCN	T	SP.SC .		
5%	4%	2%	2%	0%	0%	0	5%	2,5 %	4%	4%	2%	0%	1,305	
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	
5%	4%	2%	2%	0%	0%	1,15	0%	2,5 %	4%	4%	2%	0%	1,41	
5%	4%	2%	2%	3%	0%	0	0%	2,5 %	4%	4%	2%	0%	1,285	

Tabla 7. Cálculo de los suplementos

### Tiempo de ciclo tipo

El cálculo del tiempo de ciclo tipo se realizó considerando el tiempo básico promedio (TBP) de cada elemento ajustado por su factor total correspondiente. Para los elementos casuales, se incluyó la frecuencia ( $f$ ) con la que aparecen en el ciclo, utilizando las fórmulas específicas para cada caso. A continuación, se detallan los resultados obtenidos:

TIEMPO DE CICLO TIPO		
ELEMENTO	FORMULA	TIEMPO (seg)
E1	TBP E1 * FACTOR TOTAL	55,3
E2	TBP E2 * FACTOR TOTAL	21,0
A	(TBP A * FACTOR TOTAL) /f	27,5
B	(TBP B * FACTOR TOTAL)/f	31,2
TIEMPO DE CICLO TIPO		135,0

Tabla 8. Cálculo del tiempo tipo

Obtenido el **tiempo tipo** podemos fijar el tiempo estándar por unidad de producto maquilado para la empresa, y este sería de **135 segundos**.

## 7. Cálculo de la capacidad de producción estimada (diaria)

Para calcular la capacidad de producción diaria de la empresa, se deben considerar los siguientes elementos clave:

### 1. Duración de las Jornadas de Trabajo:

La empresa Gerco Laboratorios opera con dos jornadas:

- **Jornada de la mañana:** De 8:00 am a 4:30 pm, con un descanso de 12:00 pm a 12:30 pm. Esto da un tiempo efectivo de trabajo de **8 horas (480 minutos)**.
- **Jornada de la tarde/noche:** De 4:00 pm a 12:30 am, con un descanso de 9:00 pm a 9:30 pm. Esto también resulta en **8 horas (480 minutos)** de tiempo efectivo de trabajo.

### 2. Tiempo de Ciclo Tipo:

El tiempo de ciclo tipo calculado para el proceso es de **135 segundos por unidad de producto maquilado**. Esto representa el tiempo promedio necesario para completar un ciclo de trabajo.

### 3. Diferencia de Rendimiento entre Turnos:

Aunque ambas jornadas tienen el mismo tiempo efectivo de trabajo, se ha observado por testimonio del operario del turno de la tarde/noche que:

- **Turno de la mañana:** Los operarios tienen un desempeño más constante debido a factores como menos agotamiento y mayor energía al iniciar el día. Por ello, se les asigna un **100% de capacidad estimada**.
- **Turno de la tarde/noche:** Los trabajadores suelen mostrar un ritmo más variable, probablemente debido al cansancio acumulado y a las condiciones menos favorables (como menor luz natural). Por esta razón, se les asigna un **90% de capacidad estimada** para reflejar una ligera reducción en la productividad.

#### 4. Cálculo de la Producción por Turno:

Para estimar la capacidad de producción en cada jornada, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Producción por turno} = \frac{\text{Tiempo efetivo de trabajo (seg)}}{\text{Tiempo de ciclo tipo (seg)}} \times \text{capacidad del turno(\%)}$$

- **Turno de la mañana:**

$$\text{Producción} = \frac{480 \times 60}{135} \times 100\% = 213 \text{ unidades}$$

- **Turno de la tarde:**

$$\text{Producción} = \frac{480 \times 60}{135} \times 90\% = 192 \text{ unidades}$$

#### 5. Capacidad de Producción Total en un Día:

Sumando la producción de ambos turnos, se obtiene la capacidad diaria estimada:

$$\text{Producción total diaria} = 213 U + 192 U = 405 \text{ Unidades/día}$$

#### 6. Importancia de los Descansos y la Diferencia de Capacidades:

Los descansos son esenciales para garantizar que los trabajadores puedan mantener un ritmo de trabajo adecuado y prevenir agotamiento extremo, especialmente en jornadas largas y monótonas como las mencionadas. La asignación de un **100% de capacidad al turno de la mañana** refleja su mayor consistencia y frescura al iniciar el día. En contraste, la **reducción al 90% en el turno de la tarde/noche** captura la realidad operativa, donde el rendimiento tiende a disminuir debido al cansancio acumulado y otros factores externos como menor iluminación o mayor tedio.

### 8. Mejoras

Tras una recopilación y análisis del proceso maquilado de la empresa **Gercos laboratorios**, y con la valiosa información obtenida de la entrevista con el operario, estamos en condiciones de presentar nuestra propuesta de mejora. El objetivo principal de esta propuesta es optimizar el proceso de producción, tanto en términos económicos como ergonómicos.

### **Ergonomía**

- Se debe mejorar la iluminación del puesto de trabajo del operario y la iluminación general del lugar de trabajo. Según estudios en ergonomía laboral, una adecuada iluminación contribuye significativamente a reducir la fatiga y el estrés visual, mejorando la productividad y reduciendo el riesgo de accidentes (Fuente: *International Journal of Industrial Ergonomics*). Una iluminación insuficiente o deficiente puede aumentar la carga visual, dificultando la realización de tareas que requieren precisión y concentración, lo cual podría afectar negativamente la salud del trabajador y la calidad del trabajo realizado.
- Se debe cambiar la silla del puesto de trabajo para permitir mayor comodidad y adaptabilidad al operario. Se recomienda optar por sillas de altura regulable y con un diseño más ergonómico, ya que este tipo de sillas contribuye a mantener una postura adecuada, reduce la presión en áreas específicas del cuerpo y previene problemas musculoesqueléticos. Según la *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*, el uso de sillas ergonómicas ayuda a prevenir dolores de espalda, cuello y piernas, mejorando la productividad y el bienestar general del trabajador. Estas sillas ajustables permiten que el operario adapte el asiento a sus necesidades, lo cual es esencial para evitar la fatiga y promover un ambiente de trabajo más saludable y eficiente.

### **Mejoras Operativas y económicas**

Actualmente, el tiempo de ciclo tipo calculado para el proceso es de 135 segundos, lo cual es superior al tiempo estándar manejado en el sector, estimado en 100 segundos. Esto genera una desventaja tanto en la capacidad de producción como en la parte económica, ya que limita la cantidad de unidades que se pueden producir por jornada y aumenta los costos asociados a la mano de obra y el uso de recursos.

Una propuesta para abordar esta situación sería implementar un modelo operativo con dos operarios por turno. En este esquema, un operario se dedicaría exclusivamente a las actividades de envasado y embalaje (elementos E1 y E2), mientras que el segundo operario

se encargaría de las actividades de abastecimiento (elemento A) y registro/entrega (elemento B).

Al observar los datos registrados en la tabla 4, se evidencia que los elementos A y B, aunque son casuales, registran tiempos altos. Esto implica que el operario actualmente debe salir del área de envasado y embalaje para realizar estas tareas, lo cual interrumpe su flujo de trabajo y afecta directamente los tiempos de ciclo. Con un segundo operario dedicado a estas actividades, el operario principal no tendría que abandonar su estación, lo que permitiría:

- Focalizarse exclusivamente en las actividades de envasado y embalaje, reduciendo significativamente los tiempos de ciclo.
- Disminuir el cansancio, tedio y agotamiento generado por la realización de múltiples actividades.
- Mejorar la concentración y eficiencia del operario principal al simplificar sus responsabilidades.

Este cambio no solo aceleraría la producción al reducir los tiempos por ciclo, sino que también mejoraría las condiciones de trabajo, incrementando la sostenibilidad del proceso y la motivación del personal.

## **9. Bibliografía**

1. *URGOGerco - Inicio.* (s/f). Gerco.co. Recuperado el 25 de noviembre de 2024, de <https://gerco.co/>
2. *(S/f). Edu.co.* Recuperado el 25 de noviembre de 2024, de [https://savio.utb.edu.co/pluginfile.php/5876313/mod\\_resource/content/0/MEMORIAS%20ESTUDIO%20DE%20TIEMPOS%20-%20P%202024%20%28Parte%201%29.pdf](https://savio.utb.edu.co/pluginfile.php/5876313/mod_resource/content/0/MEMORIAS%20ESTUDIO%20DE%20TIEMPOS%20-%20P%202024%20%28Parte%201%29.pdf)
3. *(S/f-b). Sciencedirect.com.* Recuperado el 25 de noviembre de 2024, de <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-industrial-ergonomics>



## **10. Anexos**

**Carpeta general Estudio de Tiempos**

**Tablas de informe de tiempos**