

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

**“DISEÑO DEL MÉTODO Y ESTACIÓN DE TRABAJO Y SU  
IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA OPERACIÓN DE  
EMPAQUETADO DE NARANJA HUANDO MIEL DE LA  
EMPRESA EL HUERTO DE DON LUCHO S.A.C. ”**

---

**Línea de Investigación:**

Optimización de la producción

**Autor(es):**

Br. Silvia Giuliana Vega Paredes  
Br. Luis Abraham Chávez Fernández

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Dra. María Isabel Landeras Pilco  
**Secretario:** Mg. Filiberto de la Rosa Anhuaman  
**Vocal:** Ms. Robert Neciosup Guibert

**Asesor:**

Dr. Ing. Urcia Cruz, Manuel

**Código Orcid:** <http://orcid.org/0000000182860597>

**TRUJILLO – PERÚ 2021**

**Fecha de sustentación: 2021/11/20**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL***

---

**“DISEÑO DEL MÉTODO Y ESTACIÓN DE TRABAJO Y SU  
IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA OPERACIÓN DE  
EMPAQUETADO DE NARANJA HUANDO MIEL DE LA  
EMPRESA EL HUERTO DE DON LUCHO S.A.C. ”**

---

**Línea de Investigación:**

Optimización de la producción

**Autor(es):**

Br. Silvia Giuliana Vega Paredes  
Br. Luis Abraham Chávez Fernández

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Dra. María Isabel Landeras Pilco  
**Secretario:** Mg. Filiberto de la Rosa Anhuaman  
**Vocal:** Ms. Robert Neciosup Guibert

**Asesor:**

Dr. Ing. Urcia Cruz, Manuel

**Código Orcid: <http://orcid.org/0000000182860597>**

**TRUJILLO – PERÚ 2021**

**Fecha de sustentación: 2021/11/20**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DEL MÉTODO Y ESTACIÓN DE TRABAJO Y SU  
IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA OPERACIÓN DE  
EMPAQUETADO DE NARANJA HUANDO MIEL DE LA  
EMPRESA EL HUERTO DE DON LUCHO S.A.C.”**

**APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:**

**PRESIDENTE: Dra. María Isabel Landeras Pilco**

**C.I.P.: 44282**

**SECRETARIO: Mg. Filiberto de la Rosa Anhuaman**

**C.I.P.: 90991**

**VOCAL: Ms. Robert Neciosup Guibert**

**C.I.P.: 44864**

**ASESOR: Dr. Ing. Manuel Urcia Cruz**

**C.I.P 2770**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional en cada paso. A mi mami Techy por creer en mí y apoyarme a iniciar este sueño. A mi pequeño Matteo, por ser la luz de mi vida.

¡Este es solo el primer paso!

***Silvia Giuliana Vega Paredes.***

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre Angélica Eloísa, por ser el pilar más importante junto a mi abuela Eloísa Angélica, porque siempre me demuestran su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, Luis Segundo, que a pesar de que no se encuentra en este mundo terrenal, siento que estás conmigo siempre viviendo junto a mí este momento especial. A mi esposa Gladys Castañeda, por su apoyo y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales, y a mi bella hija, María Paz, a quien siempre cuidaré y guiaré para que sea una persona de bien, y sobre todo feliz.

***Luis Abraham Chávez Fernández.***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi universidad y profesores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en donde me encuentro.

Agradezco a Dios por haberme dado una familia maravillosa quienes han creído en mí siempre, brindándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo, y a mi hijo por ser la más grande inspiración para lograr esta meta trazada.

***Silvia Giuliana Vega Paredes.***

Mi agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego, por su formación científica para poder estudiar y convertirme en un gran profesional, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir en este camino.

Mi agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta tesis. Porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis padres, Luis Segundo y Angélica Eloísa, por su ejemplo de lucha y honestidad; a mis hermanos Julio y Víctor por sus ánimos y paciencia.

Finalmente quiero agradecer a mi esposa Gladys y mi hija María Paz, por su alegría, por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias y por el amor brindado cada día.

¡Lo logramos!

***Luis Abraham Chávez Fernández.***

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial, tiene por finalidad aumentar la Productividad de la Operación empaquetado de Naranja Huando Miel en la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C. de la Ciudad de Trujillo, aplicando el diseño del método (diagrama bimanual) y de la estación de trabajo (lista de cotejo). En primera instancia, se evaluó la situación actual de la estación de trabajo del operario controlando el tiempo de operación y se encontró que en había un cuello de botella en la Operación empaquetado donde se decidió trabajar. El Diagrama Bimanual nos indicó que la mano izquierda del operario con el método de trabajo más representativo estaba ociosa por 2,5 segundos realizando el therblig AD o Retraso evitable, mientras que la mano derecha trabajaba todo el ciclo. Eso debido a que según el diseño físico que existía, las frutas estaban colocadas al costado derecho del operario lo cual significaba una mayor ventaja en el movimiento de la mano derecha; además de que no se cumplían algunos de los principios del diseño físico de la estación de trabajo fijo. Según el análisis actual, la productividad de la estación de trabajo es de 225 naranjas Huando Miel empaquetadas en una hora, conociendo que en dicha empresa trabajan 4 personas, pero en la operación empaquetado solo un operario. Se propuso un nuevo método de trabajo en función a un nuevo diseño físico de la estación de trabajo, en la cual ambas manos del operario estaban en trabajo y realizaban la misma tarea de empaquetado. Se concluye que el impacto de las mejoras realizadas ha disminuido su tiempo de ciclo en 3,95 segundos, registrando en el presente 16 segundos y en el propuesto 12,05 segundos, logrando un aumento de la productividad en 74 naranjas empaquetadas por hora-hombre más.

**Palabras claves:** Productividad, método de trabajo, diagrama bimanual.

## ABSTRACT

The present research work to opt for the professional title of Industrial Engineer, aims to increase the Productivity of the Orange Huando Miel packaged Operation in the company El Huerto de Don Lucho S.A.C. of the City of Trujillo, applying the design of the method (bimanual diagram) and of the work station (checklist). In the first instance, the current situation of the operator's work station was evaluated by controlling the operating time and it was found that there was a bottleneck in the packed Operation where it was decided to work. The Bimanual Diagram indicated that the left hand of the operator with the most representative work method was idle for 2.5 seconds performing the AD therblig or Avoidable Delay, while the right hand worked the entire cycle. This is due to the fact that according to the physical design that existed, the fruits were placed on the right side of the operator, which meant a greater advantage in the movement of the right hand; in addition to that some of the principles of the physical design of the fixed workstation were not fulfilled. According to the current analysis, the productivity of the work station is 225 Huando Miel oranges packed in one hour, knowing that 4 people work in said company, but only one operator in the packed operation. A new working method was proposed based on a new physical design of the work station, in which both hands of the operator were at work and performed the same packaging task. It is concluded that the impact of the improvements made has decreased its cycle time by 3.95 seconds, registering at present 16 seconds and at the proposed 12.05 seconds, achieving an increase in productivity in 74 packed oranges per man-hour plus.

**Keywords:** Productivity, work method, bimanual diagram.

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, ponemos a vuestra disposición la presente tesis titulada: “DISEÑO DEL MÉTODO Y ESTACIÓN DE TRABAJO Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA OPERACIÓN DE EMPAQUETADO DE NARANJA HUANDO MIEL DE LA EMPRESA EL HUERTO DE DON LUCHO S.A.C.” para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

---

Br. Silvia Giuliana Vega Paredes

---

Br. Luis Abraham Chávez Fernández

Trujillo, 28 de Setiembre del 2021

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
PRESENTACIÓN .....	v
ÍNDICE .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1. Problema de investigación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2. Objetivos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.3. Justificación del estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
II. MARCO DE REFERENCIA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.1. Antecedentes del estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2. Marco teórico .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.3. Marco conceptual.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.4. Sistema de Hipótesis.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Hipótesis .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Variables e indicadores .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
III. METODOLOGÍA EMPLEADA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2. Población y muestra de estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.3. Diseño de investigación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>definido.</b>	
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CONCLUSIONES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
RECOMENDACIONES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....¡Error! Marcador no definido.  
ANEXOS .....¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Economía de movimientos .....	13
Tabla 2 Therbligs Eficientes .....	15
Tabla 3 Therbligs Ineficientes.....	16
Tabla 4 Operacionalización de la variable.....	27
Tabla 4 Técnicas e instrumentos.....	30
Tabla 5 Toma de muestras.....	36
Tabla 6 Diagrama Bimanual - Antes.....	36
Tabla 7 Lista de Cotejo .....	34
Tabla 8 Diagrama Bimanual - Posterior .....	38
Tabla 9 División elemental .....	40
Tabla 10 Muestras Post mejora.....	41
Tabla 11 Resultados T-Student.....	44
Tabla 12 Estadística de Grupos .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Demanda Anual 2020.....	2
Figura 2 Dimensiones Recomendadas Del Lugar De Trabajo De Pie.....	20
Figura 3 Áreas Normal y Máxima De Trabajo. ....	22
Figura 4 Áreas De Trabajo Normales y Máxima En El Plano Horizontal.....	23
Figura 5 Áreas De Trabajo Normal y Máxima En El Plano Vertical.....	23
Figura 6 Tapete Anti fatiga .....	24
Figura 7 Ejemplos De Medidas De La Productividad .....	25
Figura 8 Diseño Pre Experimental.....	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Operacionalización de la variable .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 2 Datos históricos de productividad .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 3 Tamaño de las muestras proporciones elementales .....	56
Anexo 4 Diagrama de procesos Bimanual .....	57
Anexo 5 Guía de Observación .....	58
Anexo 6 Muestra piloto diagrama bimanual actual.....	60
Anexo 7 Muestra piloto diagrama bimanual propuesto .....	61
Anexo 8 Programa de Capacitación.....	62
Anexo 9 Muestras (Abril - Mayo) .....	63

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1. EL PROBLEMA**

#### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El Huerto de Don Lucho S.A.C., es una empresa que tiene dos años laborando en la Ciudad de Trujillo, específicamente en el distrito de La Esperanza; la cual ha sido fundada por Don Luis Segundo Chávez Ramírez, iniciando sus operaciones en la compra y venta tanto al por mayor y menor de frutas frescas. Hoy en día la empresa se encarga de la venta no solo de frutas sino también de verduras, en distintas variedades, así como de otros productos orgánicos que en su mayoría son de productores locales.

El Huerto de Don Lucho es una de las pocas empresas que ha resistido esta crisis sanitaria mundial del Covid-19, debido a su ardua dedicación y sobre todo la adaptación a estos cambios que hoy en día le han permitido anclarse como una de las empresas de mayor afluencia en delivery de frutas, verduras y demás productos orgánicos. Cabe resaltar que la empresa sigue con sus operaciones en abastecimiento para negocios y de hogares, siendo el primero un punto para iniciar mi estudio.

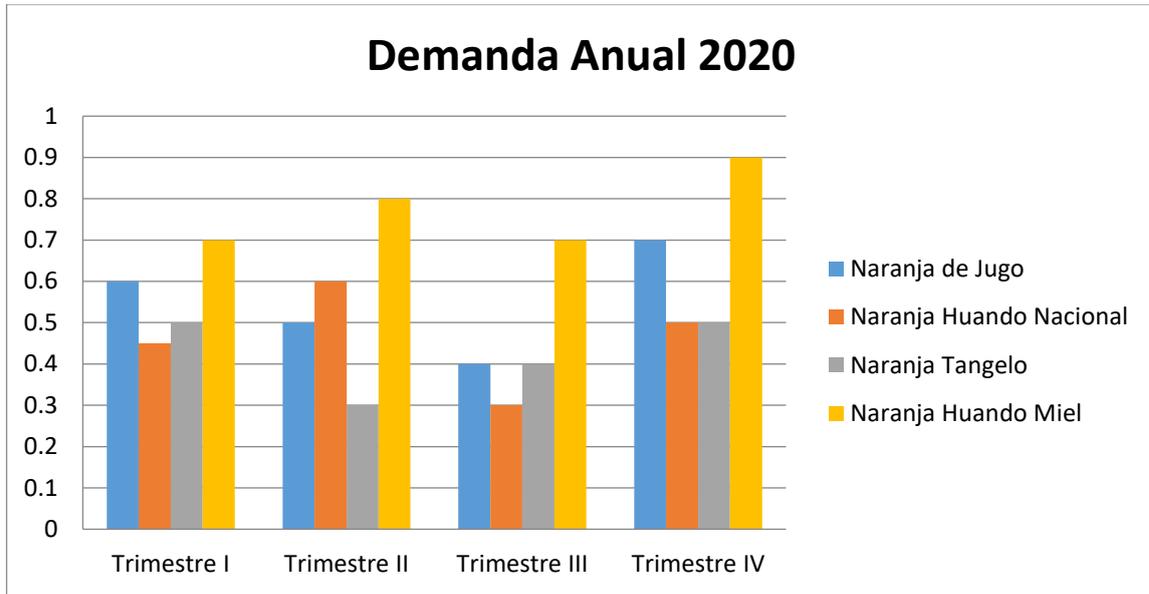
El Huerto de Don Lucho dentro de su delivery para negocios cuenta con 4 tipos de naranja: Naranja para jugo, Naranja Huando Nacional, Naranja Tangelo y Naranja Huando Miel; siendo esta última la de mayor demanda.

Según los datos registrados por la empresa, el año pasado tuvieron incremento importante en las ventas de la naranja Huando miel, la cual se mantuvo por encima de la naranja de jugo y del huando nacional.

A continuación, se muestra el gráfico de la demanda anual del año 2020, elaborado por la misma empresa:

**Figura 1**

*Demanda Anual 2020*



*Nota: Elaborado por la Empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C.*

Para la venta de la naranja Huando Miel hay todo un proceso previo el cual se divide en 5 operaciones que son: Recepción, Limpieza, Empaquetado, Pesaje y Despacho. En esta investigación se determinó escoger la operación Empaquetado que inicia desde la colocación de naranja Huando miel en la mesa de trabajo y finaliza en el sellado de cajón.

Durante el desarrollo de la Operación Empaquetado de naranja Huando Miel, se encuentran cuatro elementos que son: Colocación de la naranja Huando Miel en la mesa de trabajo, secado de la naranja Huando Miel, Llenado de cajón de manera proporcional y Sellado de cajón.

Estos elementos son realizados en la estación de trabajo de la operación Empaquetado, siendo esta realizada en una mesa de trabajo que es ejecutada por un solo operario.

Según el análisis realizado se encontró una baja productividad en la empresa durante este último año, el cual a través del estudio realizado a fondo se señaló que el diseño del método y de la estación de trabajo no es el correcto para el proceso de empaquetado de Naranja Huando Miel. El estudio mostró que el tiempo de ciclo del empaquetado de Naranja Huando Miel es de 16 segundos, teniendo el operario la mano izquierda más ociosa que la derecha con una diferencia en tiempo no efectivo de 2.3 segundos.

La empresa al no contar con un diseño de trabajo y de estación de trabajo no permite al trabajador seguir lineamientos que vuelvan más eficiente su labor como tampoco cuenta con el Diseño de la Estación de Trabajo donde el Operario pueda ejercer sus actividades de una manera adecuada y así evitaría todos los movimientos innecesarios los cuales consumirán energía del trabajador y por consiguiente tendrá fatigas.

Orejuela (2016), explica en su investigación que un estudio de la metodología del trabajo y su estación física de la operación, serán indispensables para la reducción de la fatiga del personal.

Torres (2015), menciona en su estudio la importancia de un estudio de métodos y tiempos para el aumento de la productividad, explicando la ejecución de un diagrama bimanual para el análisis correcto del problema.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente por estos autores, se entiende que los dos problemas son un costo para la empresa por los tiempos de demora ocasionados, disminuyendo así la Productividad de la Empresa que ha variado con respecto al tiempo. Según el análisis actual, la productividad de la estación de trabajo es de 225 naranjas Huando Miel en 4 horas-hombre; manifestando fatiga y dolores por la posición en la que se encuentra laborando el operario, así mismo una disminución en la productividad conforme transcurren los días.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el impacto ocasionado por el diseño del método y de la estación de trabajo en la productividad de la operación Empaquetado de naranja Huando Miel de la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C.?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

### **a. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Esta investigación busca aportar conocimiento sobre el diseño de un método y de la estación de trabajo para el aumento de la productividad de una empresa; mostrando los instrumentos necesarios para el logro de los objetivos y cuyos resultados podrán tomarse como propuesta de mejora en

una empresa, puesto que se estaría demostrando que el diseño del método y de la estación de trabajo aumentan la productividad de los procesos dentro de una empresa.

#### **b. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Mediante la elaboración de esta investigación descriptiva, aplicada; demostrando que el diseño del método y de la estación de trabajo mejorará la productividad de la empresa, servirá como referencia para posteriores estudios que tengan el lineamiento o temática similar al tema investigado.

#### **c. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

El estudio realizado le permitirá a la empresa:

- Minimizar costos innecesarios generados por la demora del proceso de empaquetado de naranja Huando Miel.
- Minimizar problemas de salud ergonómicos en el operario del proceso de empaquetado de naranja Huando Miel.
- Aumentar la productividad en el proceso de empaquetado de naranja Huando Miel.

## **2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **a. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el impacto en la productividad de la operación Empaquetado de naranja Huando Miel en la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C. al aplicar el diseño del método y de la estación de trabajo.

### **b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar un diagnóstico actual del método y estación de trabajo.
- Analizar la operación empaquetado en función a un estudio de movimientos.

- Diseñar un nuevo método y estación física de trabajo para la operación de empaquetado.
- Determinar el impacto de las mejoras en el método y estación física planteados en la productividad de la operación empaquetado.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 1. ANTECEDENTES

#### 1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- (Orejuela Tiaguro, 2016) “Diseño e implementación de un programa de ingeniería de métodos, basado en la medición del trabajo y productividad, en el área de producción de la empresa SERVICIOS INDUSTRIALES METALMECÁNICOS OREJUELA, SEIMCO”. Esta investigación de tipo aplicada, busca brindar una solución a los problemas comunes dentro de la empresa. El diseño de este estudio es de tipo cuasi experimental. Esta investigación tiene como objetivo principal optimizar la mano de obra y conseguir una reducción en la fatiga laboral.

La presente tesis nos ha permitido la mejora en el planteamiento de las actividades que intervienen dentro de la operación empaquetado, de esa manera organizar y minimizar los movimientos innecesarios dentro del proceso.

- (Fonseca Carrion, 2015) “Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en “Muebles Fonseca.” La presente tesis mostrada tiene el principal objetivo la disminución de las actividades y operaciones innecesarias basándose en el estudio de movimientos, con el objetivo de mejorar la productividad del proceso. Esta investigación busca implementar un procedimiento de trabajo a través de distintos diagramas de procesos. Concluye que se pudo reducir al 31% los tiempos de las tareas en la operación y el 43% dentro de las áreas de trabajo.

Esta tesis nos sirvió como una guía para el estudio y diseño de la estación y el método nuevo de trabajo.

- (Zavala, 2015) “Diagnóstico de Ergonomía en Imprenta el Norte”. La tesis propuesta por Zavala, es de Argentina, en la cual muestra una

investigación del tipo descriptivo y en donde desarrolla un estudio ergonómico para una imprenta. El objetivo es poder mejorar el bienestar saludable de los colaboradores, así como mejorar la productividad y eficiencia que necesita la empresa. Como parte de la investigación, aplica un estudio ergonómico a los colaboradores en la cual se observan movimientos innecesarios, para ello aplica las tablas therbligs como apoyo para la propuesta de un estudio adecuado.

Esta tesis aporta para nuestra tesis un precedente en el estudio de movimientos innecesarios, y el facilitar las tablas therbligs.

- (Jaramillo, 2015) “Estudio ergonómico de las prácticas agrícolas durante el crecimiento y trasplante de plantas de café”. Esta investigación de tipo de estudio descriptivo, tiene como objetivo evaluar la situación actual de las prácticas ergonómicas agrícolas en Colombia y como estas impactan en los trabajadores. Por medio de este estudio se permitió rediseñar el método de trabajo y analizar una mejora en las herramientas utilizadas. Este trabajo permitió obtener un análisis más profundo para futuras investigaciones donde remarca la necesidad de un estudio ergonómico actual para las empresas y sus colaboradores.

La presente investigación nos ha permitido analizar mejor las herramientas que utilizaremos para la recolección de datos así también conocer los movimientos ergonómicos y su implementación.

- (Pedro Aburto, 2015) “Estudio de tiempos y movimientos en estaciones de transferencia de residuos sólidos”. Esta investigación tiene como objetivo analizar el proceso de descarga de residuos dentro de la estación utilizando herramientas de tiempos y movimientos. Con un estudio descriptivo y aplicativo, la tesis muestra las ventajas y desventajas de aplicar un estudio de tiempos y movimientos, donde resalta una tabla de registro de tiempos en la cual se apoya a la tabla de therbligs estándar. Como resultado de a conocer la mejora del proceso de descarga gracias al estudio de tiempos y movimientos, permitiendo

que los operarios puedan tener un mejor control del proceso y evitar tiempos muertos produciendo así un proceso más productivo y eficiente. Esta tesis nos ha servido como guía para el uso de las tablas therbligs estándar, el cual será importante para la culminación de esta tesis.

## **1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

- (Dávila Torres , 2015) “Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras”. El presente trabajo de investigación muestra una problemática en los procesos de la empresa, encontrando una disminución de la productividad, debido a no contar con un diseño adecuado de las estaciones de trabajo. Según el análisis que realiza el autor menciona la implementación de una nueva estación de trabajo al utilizar un diagrama bimanual como guía para el mismo. Este trabajo de nivel descriptivo-aplicativo tiene como técnicas para la recolección de datos a una guía de observación, un análisis de registro por toma de tiempos en distintas líneas de producción y un diagrama bimanual para un mejor movimiento por parte del operario. En conclusión, esta tesis nos permitirá apoyarnos con el análisis para la mejora de la productividad, verificar y aplicar los tiempos estandarizando los movimientos del operario.
- (Quispe Arteaga & Roldan Luna, 2018) “Mejora de método de trabajo para incrementar la productividad del proceso de laminación del tren modulador 1 en la empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.” Este estudio marca como objetivo principal mejorar el método de trabajo para poder incrementar la productividad del proceso de laminación; es por ello que se utilizó un diseño pre experimental el cual tiene una preprueba y una posprueba. Para este trabajo se utilizó el análisis documental y la encuesta como técnicas para recolectar datos para la productividad y para la mejora del método de trabajo se utilizaron formatos para el estudio de tiempos y un cuestionario.  
Esta tesis es una guía para nuestro estudio al adjuntar su análisis documental como guía.

- (Elias Chávez, 2017) “Aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad laboral, en el área de acabados en la empresa Perú Fashions S.A.C., Puente Piedra, 2017”. El presente trabajo de investigación se desarrolló en base a un diseño cuasi experimental de tipo aplicada, descriptiva. La técnica que se utilizó en este trabajo fue observación y como instrumentos de recolección: Diagramas bimanuales, DOP y hojas de tiempo.

Esta investigación nos facilitó el diseño de estudio y sus instrumentos como guía para la recolección de datos como el Diagrama Bimanual.

- (Ccapcha Ortiz & Diaz Sanchez, 2019) “Aplicación del Estudio del Trabajo para incrementar la productividad en el área de rectificación de motores, empresa de Rectificaciones H.A S.A.C. Ate, 2019”. En esta tesis se tuvo como objetivo principal el poder determinar el incremento de la productividad en el área de motores luego de aplicar un estudio de trabajo, por ello se determinó que sea un trabajo pre experimental y aplicada; utilizando la técnica de observación, Diagrama bimanuales y control de tiempos.

Esta tesis nos ayudó como guía al utilizar herramientas como una hoja de observación la cual fue de guía para la elaboración de la nuestra.

- (Gaanoza Vilca, 2018) “Aplicación de la Ingeniería de Métodos para incrementar la Productividad en el área de empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú”. En este estudio se buscó implementar una mejora al proceso de empaquetado de palta fuerte mediante ingeniería de métodos; tomando en cuenta que es un estudio de diseño descriptivo – aplicado. Las técnicas para la recolección de datos fue una guía de observación, Hoja de toma de tiempos y diagrama Ishikawa.

Este trabajo ha sido una guía con el instrumento del diagrama de Ishikawa, el cual nos ha permitido hallar la problemática de nuestra investigación.

### **1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

- (Aguilar Preciado, 2015) “Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de cajas reductoras para aumentar la productividad en la Factoría Águila Real.”. El presente trabajo de investigación se desarrolló en base a una búsqueda y análisis de diferentes estudios en los cuales se manifiesta que un estudio de tiempos es positivo para corregir una línea de producción y busca la optimización de los demás procesos. En este trabajo se emplea un diagrama DOP y un diagrama bimanual. Esta investigación nos facilitó el diseño de estudio y sus instrumentos como guía para la recolección de datos como el Diagrama Bimanual.
- (García Juárez, 2016) “Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera”. El presente trabajo de investigación se desarrolló implementar una mejora los procesos y estaciones de trabajo mediante ingeniería de métodos; tomando en cuenta que es un estudio de diseño descriptivo. Las técnicas para la recolección de datos fue una guía de observación, Hoja de tiempos. Esta investigación permitió contrastar la base para el diseño de estudio y sus instrumentos como guía para la recolección de datos como el Diagrama Bimanual.
- (Riofrio Aquino, 2018) “Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el proceso de la línea de producción de trasvasados líquidos en la empresa Farmagro S.A, los olivos 2018”. Este estudio tiene como objetivo principal llegar a la mejora de la productividad basándose en un estudio de métodos, vale indicar que las soluciones se presentan en el proceso de la línea de producción de trasvasados

líquidos en la empresa. Este trabajo implemento un diagrama bimanual para la corrección de la estación y estudio del trabajo.

Esta tesis es una guía para nuestro estudio al adjuntar su análisis documental como guía.

- (Bocanegra Flores, 2018) “Propuesta de mejora en la gestión de producción para incrementar la rentabilidad de una empresa editora”. El presente trabajo de investigación se desarrolló en base a un diseño cuasi experimental de tipo aplicada, descriptiva. La técnica que se utilizó en este trabajo fue observación y como instrumentos de recolección: Diagramas bimanuales, DOP y hojas de tiempo. Este estudio ha permitido que podamos guiarnos para la recolección de datos.

- (Ruiz Abanto, 2016) “Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L.” Se realizó un estudio de tiempos con un cronómetro para desarrollar el tiempo estándar recomendado para mejorar los métodos de trabajo; y una muestra de trabajo de las actividades de limpieza en la última parte del proceso. Dado que se observó que el tiempo destinado a esta actividad puede ser apoyado sin investigación, este movimiento tiene un efecto positivo, por otro lado, las sugerencias realizadas hacen que se reduzca el tiempo dedicado a esta actividad. Esta investigación muestra un diseño para el Diagrama Bimanual, que nos servirá como guía.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. DISEÑO DEL MÉTODO DE TRABAJO**

“El diseño de trabajo se refiere a la forma en que se organiza un conjunto de tareas o un trabajo entero” (Benjamín, 2009)

El diseño del trabajo manual fue introducido por los Gilbreth a través del estudio de movimientos y los principios de la economía de movimientos y, después, de manera científica, por especialistas en factores humanos en aplicaciones militares.

Pero hay que tener en cuenta que hay diversos tipos de trabajo sea trabajo en movimiento, trabajo fijo, entre otros; de los cuales el trabajo fijo se adecua a nuestro objeto de estudio. Se analiza a continuación.

### **2.1.1. TRABAJO FIJO Y PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS**

Cuando el trabajo es de naturaleza manual (por ejemplo, en operaciones de clasificación, inspección o montaje), el objetivo del diseño de trabajo es la simplificación del método de trabajo a adoptar, logrando que los movimientos del operario sean lo más fáciles y en el menor número posible.

Además, hay dos formas básicas de determinar el mejor método de trabajo, para el desarrollo de estas actividades manuales: la primera es identificar al trabajador que mejor desempeña el trabajo en cuestión, entonces se acepta como estándar el método de esa persona y se capacita a las demás para que lo hagan de la misma manera; la segunda forma es observar las actividades de varios trabajadores, analizando en detalle cada uno de los pasos de su trabajo y elegir las características superiores.

A continuación, se presenta a manera de resumen, los principios de la economía de movimientos:

## Tabla 1

### *Economía de movimientos*

- 
1. Usar El Cuerpo Humano En La Manera Que Mejor Funciona.
- 
2. Hay que disponer el trabajo para que ofrezca un ritmo natural que pueda convertirse en algo automático.
  3. Hay que tener en cuenta la naturaleza simétrica del cuerpo:
    - a) Los movimientos de los brazos deben ser simultáneos, iniciando y terminando sus movimientos al mismo tiempo.
    - b) Los movimientos de los brazos deben ser opuestos y simétricos.
  4. El cuerpo humano es una máquina y hay que emplear todas sus capacidades:
    - a) Ninguna de las manos debe permanecer ociosa.
    - b) Hay que distribuir el trabajo a otras partes del cuerpo de acuerdo con su habilidad.
    - c) Hay que observar los límites de seguridad del cuerpo.
    - d) Debe emplearse al máximo el cuerpo humano.
  5. Los brazos y las manos son pesos sujetos a las leyes físicas y hay que conservar la energía:
    - a) El momento debe servir a la persona, no ser una oposición.
    - b) Es más eficiente el arco balístico suave y continuo.
    - c) Hay que minimizar la distancia de movimientos.
  6. Deben simplificarse las tareas:
    - a) Los contactos visuales deben ser pocos y estar agrupados.
    - b) Hay que eliminar acciones, retrasos y tiempos de inactividad innecesarios.
    - c) Se debe reducir el grado requerido de precisión y control.
    - d) Hay que reducir al mínimo el número de movimientos individuales, junto con la cantidad de grupos musculares que participan.
- 
2. Disponer el área de trabajo para que ayude al desempeño.
    1. Los materiales y herramientas deben tener un lugar definido.
    2. Las herramientas, materiales y controles deben localizarse cerca del punto de uso.
    3. Las herramientas, los materiales y los controles deben estar en el lugar que permita la mejor secuencia y ruta de movimientos.
- 

*Nota: Elaboración propia*

## **2.1.2. ESTUDIOS DE MOVIMIENTOS**

Según Niebel, el estudio de movimientos implica el análisis cuidadoso de los movimientos corporales que se emplean para realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes.

Además, a través del estudio de movimientos en conjunto con los principios de la economía de movimientos, el trabajo puede rediseñarse para que incremente su eficacia y genera un elevado índice de producción.

Dentro del Estudio de Movimientos, se encuentran inmersos una serie de movimientos básicos llamados “Therbligs” que se detallan a continuación.

### **a. MOVIMIENTOS BÁSICOS**

Como parte del análisis de movimientos, los Therbligs muestran que todo trabajo, ya sea productivo o no, se realiza mediante el uso de combinaciones de 17 movimientos básicos a los que ellos llamaron therbligs (o Gilbreth pronunciado al revés). Los therbligs pueden ser eficientes o ineficientes. Los primeros directamente estimulan el progreso del trabajo y con frecuencia pueden ser acortados, pero por lo general no pueden eliminarse por completo. Los therbligs ineficientes no representan un avance en el progreso del trabajo y deben eliminarse aplicando los principios de la economía de movimientos. (Niebel, 2009)

A continuación, se presentan los 17 therbligs, junto con sus símbolos y definiciones:

**Tabla 2**  
*Therbligs Eficientes*

Therbligs Eficientes (Avanza el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero es difícil eliminarlo completamente)		
Therbligs	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	"Mover" la mano vacía hacia o desde el objeto, el tiempo depende de la distancia recorrida, por lo general es precedido por "Liberar" y seguido por "Sujetar".
Mover	M	"Mover" la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por "Sujetar" y seguido por "Liberar" o "Posicionar".
Sujetar o tomar	G	"Cerrar" los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por "Alcanzar" y seguido por "Mover".
Liberar	RL	"Soltar" el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
Posicionar	PP	"Posicionar" un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior, por lo general ocurre en conjunto con "mover", como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	"Manipular" una herramienta para el uso para el que fue diseñado; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	"Unir" dos partes que embonan; por lo general es precedido por "Posicionar" o "Mover" y seguido por "Liberar".
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a "Ensamblar", pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por "Sujetar".

*Nota:* Es una adaptación de las tablas presentadas por Niebel en su libro "Métodos, estándares y diseño de trabajo"

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 3**  
*Therbligs Ineficientes*

Therbligs Ineficientes (No avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse)		
Therbligs	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	“Seleccionar” un artículo de varios; por lo general es seguido por “Buscar”.
Posicionar	P	“Orientar” un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por “Mover” y seguido por “Liberar” (en oposición).
Inspeccionar	I	“Comparar” un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	“Pausar” para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a “Mover”.
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

*Nota:* Es una adaptación de las tablas presentadas por Niebel en su libro “Métodos, estándares y diseño de trabajo”

*Fuente:* Elaboración propia

## **b. DIAGRAMA DE PROCESOS BIMANUAL**

Según Niebel una de las herramientas de análisis para el estudio de movimientos es el Diagrama Bimanual o llamado también diagrama de movimientos simultáneos, es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas. El propósito del diagrama de procesos bimanual es identificar los patrones de movimiento inefficientes y observar las violaciones a los principios de la economía de movimientos. Este diagrama facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos, así como un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a niveles mínimos.

Formato de diagrama bimanual se puede apreciar en el *Anexo 3*.

Se deben aplicar algunos corolarios importantes de los principios de la economía de movimientos:

- Establecer las mejores secuencias de los therbligs.
- Investigar cualquier variación sustancial en el tiempo que se requiere para llevar a cabo cierto therbligs y determinar la causa.
- Examinar y analizar los titubeos para determinar y, posteriormente, eliminar sus causas.
- Como un objetivo a lograr, enfocarse en los ciclos y en sus partes terminadas en la menor cantidad de tiempo. Estudie las desviaciones respecto a estos tiempos mínimos para determinar las causas.

## **c. PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DEL MÉTODO**

Así mismo, las etapas para el diseño del método de trabajo, se debe partir de una descripción del método de trabajo actual, buscando mejorarlo; mientras otras veces se trata de diseñar un método

nuevo. Para las dos opciones debe seguirse un protocolo que consta de los siguientes pasos:

- i. Selección del trabajo que se desea mejorar
- ii. Descripción del método actual
- iii. Crítica
- iv. Diseño del nuevo método
- v. Comparación de los dos métodos
- vi. Entrenamiento
- vii. Control

Seleccionada la(s) tarea(s), se procede (para métodos ya existentes) a la descripción de lo mismo. Después, se hace necesario una crítica sistemática del método vigente, apoyada en los conocimientos técnicos y la experiencia. Esta crítica suele tratar de responder a una serie de preguntas: ¿Qué? (Eliminar), ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Quién? (Combinar y reordenar), ¿Cómo? (Simplificar).

Vale recalcar que al medir un diseño del trabajo actual se debe escoger al operario(a) con el método de trabajo más parejo, es decir, quien no cambie de formas para realizar una operación.

En el diseño del nuevo método hay que tener en cuenta la tecnología y los aspectos fisiológicos de los trabajadores.

La etapa de comparación entre el métodos actual y propuesto, no deja de ser un problema de comparación de proyectos o inversiones; pudiendo seguir con el método actual, lo que implica ciertos costes a lo largo del tiempo, o adoptar el propuesto, lo que conlleva efectuar una inversión (en inversión del personal, renovación del utillaje, nueva instalación del puesto de trabajo, etc.), que será rentable si reduce los costes o aumenta la productividad suficientemente (a veces la mejora que supone el nuevo método es tan substancial, o

la inversión tan reducida, o ambas cosas, que la justificación de la rentabilidad puede ser muy somera).

Si el resultado de la etapa anterior concluye en la necesidad de implantar el nuevo método, se pasa a la etapa de entrenamiento. Debe transcurrir un cierto tiempo de aprendizaje, en el que el control sobre la forma de aplicar el método y sobre las posibilidades desviaciones en relación a lo previsto en los estudios anteriores debe ser especialmente riguroso. Naturalmente, en esta etapa debe participar el mismo equipo responsable del diseño del nuevo método y superada satisfactoriamente, se pasa a la etapa de implantación, que da sentido a todas las anteriores. Idealmente, esta etapa de implantación tiene duración ilimitada y comprende el control permanente de las posibles desviaciones (no necesariamente negativas) en la aplicación del método, en relación al diseño, y también de las variaciones en el entorno que pueden llegar a aconsejar una nueva revisión del diseño del método.

## **2.2. DISEÑO FÍSICO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO**

El Diseño Físico de la Estación de Trabajo es la distribución en la planta de hombre-máquinas y elementos de control, de tal manera que se encuentren ubicados en forma apropiada, teniendo en consideración la facilidad de uso de los medios, la velocidad de operación de las máquinas y precisión del trabajo.

Entre los aspectos que deben plantearse figuran: la colocación hombres-máquinas, las necesidades de privacidad y de territorio, las diversas posturas del trabajador, espacios entre equipos y consideración de comunicación que obedezcan a requerimientos antropométricos y biomecánicos.

### **2.2.1. ANTROPOMETRÍA Y DISEÑO**

Así mismo el lineamiento principal es diseñar el lugar de trabajo para proporcionar espacio a más individuos respecto al tamaño y estructura

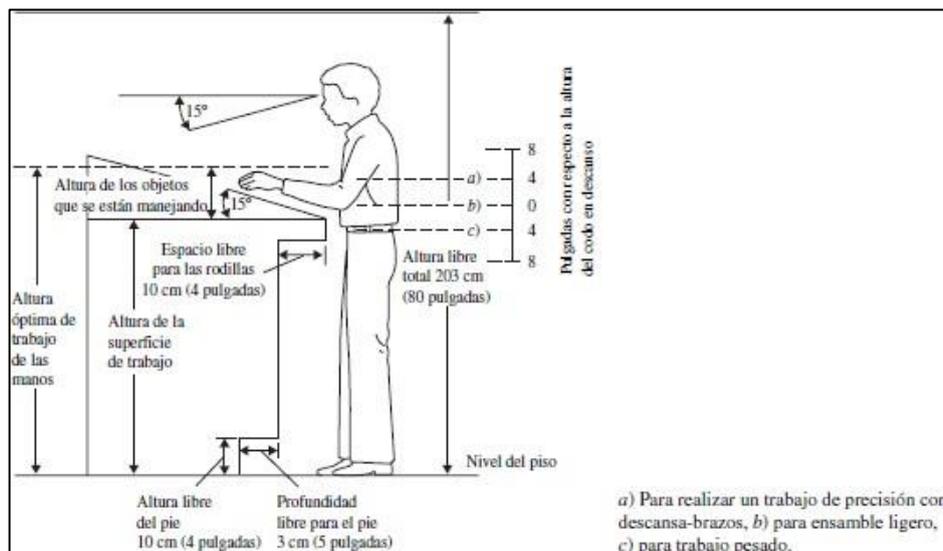
del cuerpo humano. La ciencia de la medición del cuerpo humano se llama *antropometría*, por lo general, usa una gran cantidad de dispositivos parecidos a los calibradores para medir las dimensiones estructurales, por ejemplo: la estatura y la longitud del antebrazo.

Las variables antropométricas estructurales se obtienen relacionando puntos de referencia, entre los cuales se miden distancias, ángulos, perímetros, anchuras y profundidades.

Entre las principales variables antropométricas relacionadas con la postura de pie, destacamos: talla o estatura; altura del ojo respecto al suelo; altura del hombro respecto al suelo; altura del codo respecto al suelo; y altura del puño respecto al suelo.

**Figura 2**

*Dimensiones Recomendadas Del Lugar De Trabajo De Pie*



Nota: Figura obtenida del libro “Métodos, estándares y diseño de trabajo”

Para realizar un estudio de los aspectos físicos de una estación de trabajo, se hace una lista de serie de los principios para el diseño físico de la estación de trabajo, de los cuales solo hemos considerado aquellos que involucran un trabajo fijo-parado. Estos se explican a continuación.

**a. PRINCIPIOS DEL DISEÑO FÍSICO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO**

Diseñar la altura de trabajo en aproximadamente 5 cm bajo el codo.

Según (Konz, 2014) la altura óptima para trabajar (-50 mm) está basada tanto en la productividad (es decir, el costo para la organización que paga al empleado) como el costo fisiológico (ósea lo que cuesta a la persona lograr determinada producción).

Aquí los puntos principales a tomar en cuenta:

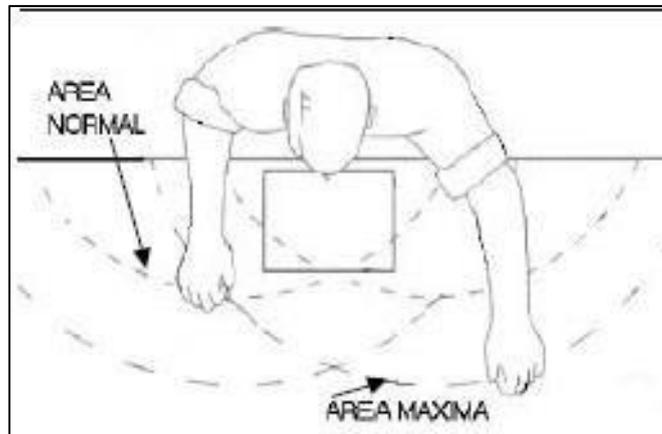
- La altura de trabajo se define en términos de la altura del codo más bien que la distancia desde el piso. Puesto que la estatura de las personas varía, todo diseño con altura fija tiende a ser incorrecto.
- La altura óptima es un poco abajo del codo. Algunos estudios indican que está bastante más abajo, pero el consenso general es que está abajo del codo.

Procurar que la tarea se desarrolle en el área normal de trabajo. El área normal de trabajo es aquella que se puede generar con el brazo pegado al cuerpo y haciendo girar el antebrazo teniendo como centro el codo. (*Ver Figura 3*).

Esta es el área recomendada para centrar el trabajo pues existe control visual, la palanca es corta se cuenta con mejor control de los movimientos es decir mayor rapidez y precisión.

**Figura 3**

*Áreas Normal y Máxima De Trabajo.*



Nota: Figura obtenida del libro “Métodos, estándares y diseño de trabajo”

**b. COLOQUE TODAS LAS HERRAMIENTAS Y MATERIALES DENTRO DEL ÁREA DE TRABAJO NORMAL**

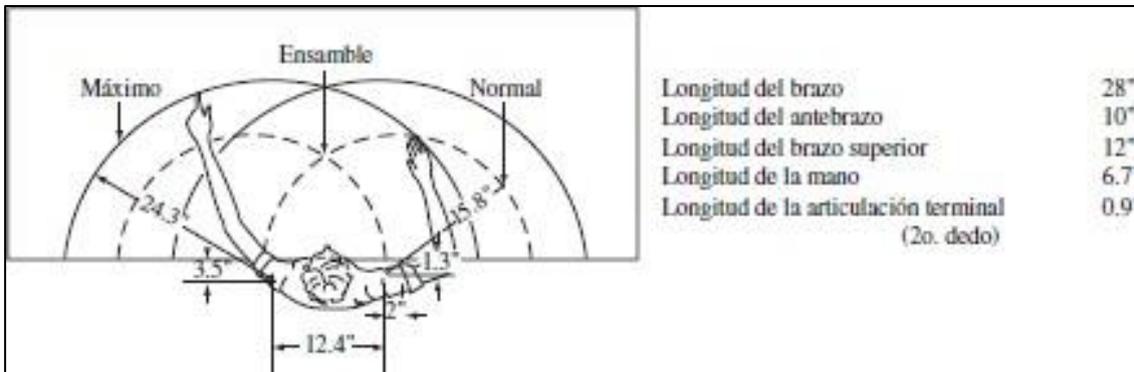
En cada movimiento que se realiza está involucrada una distancia. A medida que dicha distancia es mayor, el esfuerzo muscular, control y tiempo son mayores. Por lo tanto, es importante minimizar las distancias.

El área de trabajo normal en el plano horizontal de la mano derecha incluye el área circunscrita por el brazo bajo el codo cuando se mueve para formar un arco que gira con respecto al codo.

Esta área representa la zona más conveniente dentro de la cual se pueden realizar movimientos con la mano con un consumo normal de energía. El área normal de la mano izquierda se puede establecer de manera similar. Debido a que los movimientos se llevan a cabo en la tercera dimensión, así como en el plano horizontal, el área de trabajo normal también se aplica al plano vertical. El área normal relativa a la altura para la mano derecha incluye el área circunscrita por el brazo inferior en una posición vertical fijada en el codo moviéndose en forma de arco. Existe un área normal similar en el plano vertical.

**Figura 4**

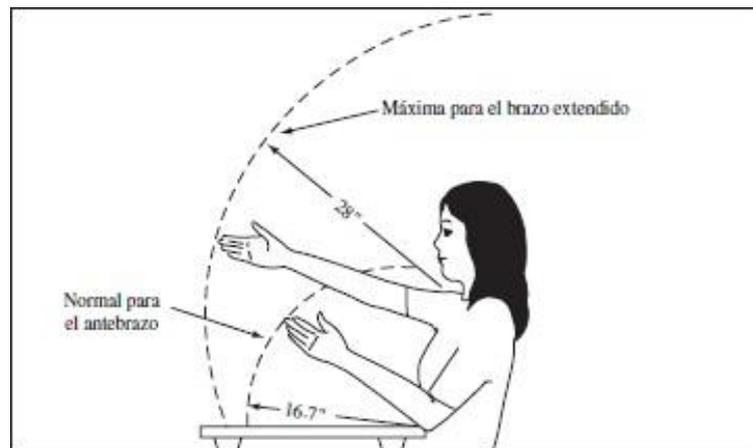
*Áreas De Trabajo Normales y Máxima En El Plano Horizontal*



Nota: Figura obtenida del libro "Métodos, estándares y diseño de trabajo"

**Figura 5**

*Áreas De Trabajo Normal y Máxima En El Plano Vertical*



Nota: Figura obtenida del libro "Métodos, estándares y diseño de trabajo"

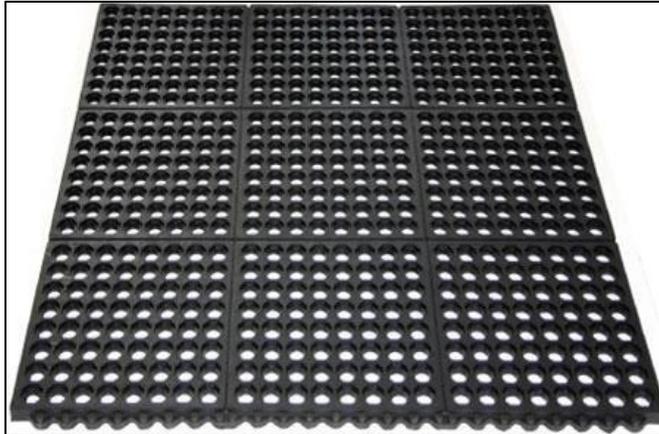
**c. PROPORCIONE TAPETES ANTI FATIGA PARA EL OPERADOR DE PIE**

Según (Niebel, 2009) permanecer parado sobre piso de cemento por largos periodos es muy fatigante. A los operadores se les debe proporcionar tapetes elásticos anti fatiga. Dichos tapetes permiten que se lleven a cabo las pequeñas contracciones musculares en las

piernas que obligan a que la sangre circule y evitan que tienda a estancarse en las extremidades inferiores.

**Figura 6**

*Tapete Anti fatiga*



Nota: Figura obtenida del libro “Métodos, estándares y diseño de trabajo”

Vale añadir que se debe diseñar para una gama determinada de la población en lugar de hacerlo para la media de la población, es decir, el diseño deberá permitir que la mayoría de la población de usuarios pueda utilizarlo. Aquí afirma el autor Konz: “El problema está en definir la mayoría de la población a usuarios”.

## **2.3. PRODUCTIVIDAD**

### **2.3.1. MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.**

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2015), para estos autores la productividad es una medida de la salida (los resultados) dividida entre la entrada (los recursos). Si se habla de la productividad laboral, entonces se está definiendo un número de unidades de producción por hora trabajada.

$$\text{Productividad} = \text{Salidas} / \text{Entradas}$$

Para ver el impacto de la productividad, se debe medir la productividad de una misma operación a lo largo del tiempo, para lo cual se compararía la productividad registrada con la registrada en otro periodo determinado.

**Figura 7**

*Ejemplos de medidas de la productividad*

Medida parcial	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}}$	o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Capital}}$	o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}}$	o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$
Medida multifactorial	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$		o	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$			
Medida total	$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}}$	o	$\frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$				

Nota: Figura obtenida del libro “Métodos, estándares y diseño de trabajo”

### 3. MARCO CONCEPTUAL

- a. **Diseño del Método de Trabajo:** El diseño de trabajo se refiere a la forma en que se organiza un conjunto de lineamientos para el cumplimiento de una actividad.
- b. **Diseño Físico de la Estación de Trabajo:** Ordenamiento físico y ergonómico de la estación de trabajo de tal manera que las herramientas se encuentren ubicadas de forma apropiada.
- c. **Productividad:** Relación que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materia prima, energía, etc.)
- d. **Naranja Huando Miel:** Tipo de naranja que es empaquetada para posteriormente su venta en la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C. Su procedimiento inicia con la Colocación de la naranja Huando Miel en la mesa de trabajo, secado de la naranja Huando Miel, Llenado de cajón de manera proporcional y Sellado de cajón.
- e. **Operación Empaquetado:** Nombre de la operación que contiene cuatro elementos, que son: Colocación de la naranja Huando Miel en la mesa de trabajo, secado de la naranja Huando Miel, Llenado de cajón de manera

proporcional y Sellado de cajón.

- f. **Estación Empaquetado:** Lugar físico donde se realiza la operación de empaquetado de naranja Huando Miel y consta de una mesa de trabajo con capacidad para un trabajador.

#### 4. HIPOTESIS

H1: El diseño del método y de la estación de trabajo incrementan la productividad de la operación Empaquetado de Naranja Huando Miel en la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C.

H0: El diseño del método y de la estación de trabajo disminuyen la productividad de la operación Empaquetado de Naranja Huando Miel en la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C.

#### 5. VARIABLES

- a. **Variable Independiente 1, nominal: Diseño del Método de Trabajo:** Diseño del método propuesto para la ejecución y/o desarrollo del trabajo en la Operación Empaquetado de Naranja Huando Miel.
- Indicador: Diagrama Bimanual (Tiempo efectivo y no efectivo) del método propuesto.
- b. **Variable Independiente 2, nominal: Diseño Físico de la Estación de Trabajo:** Diseño físico de la estación de Empaquetado de Naranja Huando Miel que comprende: altura de mesa de trabajo, área normal de trabajo, tapete anti fatiga.
- Indicador: Guía de Observación y Lista de Cotejo
- c. **Variable Dependiente e indicador: Productividad:** cantidad de Naranja Huando Miel empaquetada durante la jornada y aprobadas como buenas por control de calidad, respecto a la cantidad de horas-hombre empleada en la jornada.
- Indicador:  $P = (\#Fruta\ Empaquetada) / H$

**Tabla 4***Operacionalización de la variable*

TIPO	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	Relación que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materia prima, energía, etc.)	Cantidad de naranja huando miel empaquetada en relación con el tiempo utilizado por el operario.	Productividad en H-H	$P = (\#Naranja\ Huando\ Miel\ empaquetada) / H$	Razón (Numérica/Razón)
VARIABLE INDEPENDIENTE	DISEÑO DE ESTACIÓN DE TRABAJO	Ordenamiento físico y ergonómico de la estación de trabajo de tal manera que las herramientas se encuentren ubicadas de forma apropiada	Diseño físico de la estación de Empaquetado de naranja Huando Miel que comprende: altura de la mesa y área normal de trabajo	Movimientos productivos y movimientos improductivos	Guía de Observación y Lista de Cotejo	Nominal (Presencia/Ausencia)
	DISEÑO DEL METODO DE TRABAJO	El Diseño de trabajo se refiere a la forma en que se organiza un conjunto de tareas o un trabajo entero.	Diseño del método propuesto para la ejecución y/o desarrollo del trabajo en la estación Empaquetado de Naranja Huando Miel.		Diagrama Bimanual (Tiempo efectivo y no efectivo) del método propuesto.	Nominal (Presencia/Ausencia)

### III.METODOLOGÍA

#### 1. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 1.1. MATERIAL

###### 1.1.1. POBLACIÓN

Está representada por el número de veces que se repite la operación de empaquetado de Naranja Huando Miel en un turno de ocho horas

###### 1.1.2. MUESTRA

La muestra es probabilística y está representada por el número de veces que se repite la operación de empaquetado de Naranja Huando Miel obtenido de la formula probabilística siguiente:

$$N = \frac{z^2(1-p)}{P(A^2)}$$

**Dónde:**

N: número de observaciones necesarias.

Z: número de desviaciones estándar requeridas para cada nivel de confianza.

$p$ : porcentaje del tiempo total en que los empleados ejecutan un elemento del trabajo.

P: porcentaje elemental. Un trabajo puede tener varios elementos, pero sólo se considera el más pequeño de la operación.

A: exactitud deseada.

Se determinó el elemento con menor proporción que es de 10.00%, siendo este el porcentaje de muestra de nuestra población obtenida.

## 1.2. MÉTODOS

### 1.2.1. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

#### - TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto por su finalidad es de tipo aplicada por motivo que busca orientar a una solución específica de la realidad, utilizando el conocimiento teórico sobre diseño físico de la estación y método de trabajo de la empresa El Huerto de Don Lucho de la ciudad de Trujillo, en el año 2020.

#### - NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es Descriptivo, porque no se busca manipular de manera deliberada las variables y se realizará una descripción de los hechos en secuencia a lo observado, especificando las variables sin cambiar los datos.

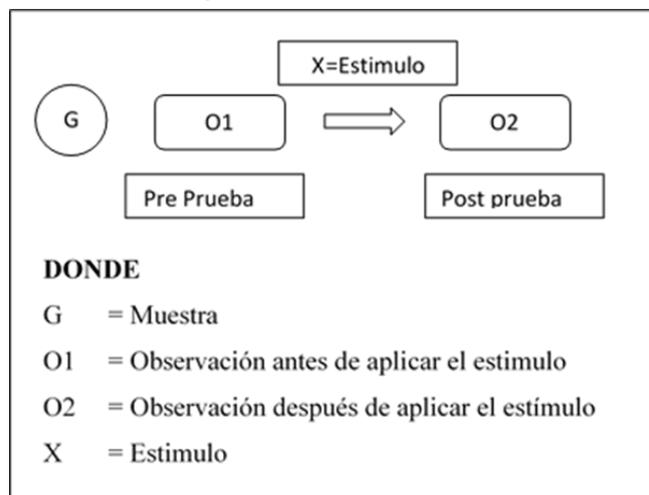
#### - DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Pre experimental, debido a que se trabaja con un solo grupo (G) al cual se le aplica un estímulo (Diseño del Método y de la Estación de Trabajo) para determinar el efecto que causa en la variable dependiente (Productividad), aplicando un pre prueba y luego un post prueba cuando ya se ha aplicado el estímulo sin el uso de una asignación aleatoria (random) y grupo de control.

G O1 X O2:

**Figura 8**

*Diseño Pre Experimental*



Donde:

G: grupo o muestra

O1, O2: observaciones

X: estímulo: diseño físico de la estación y del método de trabajo

### 1.2.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para cumplir con cada uno de los objetivos específicos, se empleará las siguientes técnicas e instrumentos:

**Tabla 5**

*Técnicas e instrumentos*

<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Fuente</b>
Determinar un diagnóstico actual del método y estación de trabajo	Análisis documentario	Hoja registro de datos	Propio investigador
	Observación directa	Guía de observación	
Analizar la operación empaquetado en función a un estudio de Movimientos	Observación de campo	Guía de observación de campo	Propio investigador
Diseñar un nuevo método y estación física de trabajo para la operación empaquetado	Observación de campo	Guía de observación de campo	Propio investigador
Determinar el impacto de las mejoras en el método y estación física planteados en la productividad de la operación empaquetado.	Análisis documentario	Hoja registro de datos	Propio investigador

Nota: Se muestra las técnicas e instrumentos utilizados en cada objetivo a desarrollar.

Fuente: *Elaboración propia*

### **1.2.3. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **- PROCESAMIENTO**

Para el procesamiento de los datos primero se identificó las causas del problema a través de un Diagrama de Ishikawa, el cual mostros las deficiencias del proceso de empaquetado de naranja Huando Miel. Luego de ello se hizo el estudio, donde por medio de la técnica Observación de campo se aplicó un diagrama bimanual que permita tener un diagnostico actual del método de trabajo. También se aplicó una lista de cotejo y una guía de observación para el caso de la estación física de trabajo. Todo ello permitió tener un diagnostico actual de la empresa, así como su productividad que se obtuvo con la técnica de análisis documental, para luego ser analizadas e interpretadas en su forma estadística.

#### **- ANÁLISIS**

Para el análisis de datos se utilizará estadística descriptiva y por tener una distribución normal se empleó una Prueba Z.

El valor Z es un estadístico de prueba, en el cual se mide la diferencia entre un parámetro observado y uno hipotético.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Resultados

#### 1.1. Determinar un diagnóstico actual del método y estación de trabajo

Para determinar la productividad actual, se tomará en cuenta la producción actual de la empresa con respecto al empaquetado de naranja Huando Miel.

**Tabla 5**

*Toma de muestras*

MES	HORA (4 Horas-Hombre)	PRODUCCIÓN TOTAL	PRODUCTIVIDAD
FEBRERO	06:00 a.m.	840	210
FEBRERO	06:00 a.m.	880	220
FEBRERO	06:00 a.m.	1040	260
FEBRERO	06:00 a.m.	780	195
FEBRERO	06:00 a.m.	880	220
FEBRERO	06:00 a.m.	760	190
FEBRERO	06:00 a.m.	880	220
FEBRERO	06:00 a.m.	880	220
FEBRERO	06:00 a.m.	920	230
FEBRERO	06:00 a.m.	1040	260
FEBRERO	06:00 a.m.	860	215
FEBRERO	06:00 a.m.	1000	250
FEBRERO	06:00 a.m.	880	220
FEBRERO	06:00 a.m.	840	210
FEBRERO	06:00 a.m.	840	210
FEBRERO	06:00 a.m.	880	220
FEBRERO	06:00 a.m.	820	205
FEBRERO	06:00 a.m.	900	225
FEBRERO	06:00 a.m.	920	230
FEBRERO	06:00 a.m.	800	200
MARZO	06:00 a.m.	1000	250
MARZO	06:00 a.m.	1000	250
MARZO	06:00 a.m.	800	200
MARZO	06:00 a.m.	1000	250
MARZO	06:00 a.m.	960	240
MARZO	06:00 a.m.	1000	250

MARZO	06:00 a.m.	900	225
MARZO	06:00 a.m.	880	220

MARZO	06:00 a.m.	1000	250
MARZO	06:00 a.m.	1000	250
MARZO	06:00 a.m.	800	200
MARZO	06:00 a.m.	1000	250
MARZO	06:00 a.m.	960	240
MARZO	06:00 a.m.	1000	250
MARZO	06:00 a.m.	900	225
MARZO	06:00 a.m.	880	220
PROMEDIO		900	225

Nota: Se muestra datos tomados con el método y estación de trabajo presentes.

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se calcula la productividad en base a la fórmula propuesta:

$$\text{Producción} = \frac{1 \text{ día}}{\frac{16 \text{ segundos}}{\text{naranja empaquetada}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ jornada}}{4 \text{ horas}}}$$

$$\text{Producción} = 900 \frac{\text{naranjas empaquetadas}}{\text{jornada}}$$

$$\text{Productividad (naranja empaquetada/h - h)} = 900 \frac{\frac{\text{naranjas empaquetadas}}{\text{jornada}}}{\text{operario} \times \frac{4 \text{ hr}}{\text{jornada}}}$$

$$\text{Productividad (naranja empaquetada/h - h)} = \frac{225 \text{ naranjas empaquetadas}}{h-h}$$

La lista de cotejo se muestra a continuación:

**Tabla 5**

*Lista de Cotejo*

<b>Estación:</b> Empaquetado de Naranja Huando Miel	<b>Fecha:</b> 25/01/2021	
<b>Inspector:</b> Luis Chávez Fernández		
<b>ITEM</b>		
<b>MESA DE TRABAJO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Tiene la mesa de trabajo la altura adecuada (50 mm por debajo del codo)?		X
¿La profundidad libre para el pie es mayor a 5 pulgadas?	X	
¿La altura libre para el pie es mayor a 4 pulgadas?	X	
¿El espacio libre para las rodillas es mayor a 4 pulgadas?	X	
¿La superficie tiene una elevación de 15°?		X
¿La altura de la mesa está diseñada para la estatura promedio del trabajador?		X
<b>AREA DE TRABAJO HORIZONTAL Y VERTICAL</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿La distribución de los elementos está en función de importancia y frecuencia de uso?		X
¿Los elementos están agrupados de acuerdo a funcionalidad?	X	
¿El radio de trabajo en el plano horizontal de las manos exceden a 15,8 pulgadas?		X
¿El radio de trabajo en el plano vertical del antebrazo excede a 16,7 pulgadas?		X
¿El radio de trabajo en el plano vertical del brazo extendido excede a 28 pulgadas?		X
<b>PISO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Cuentan con tapetes anti fatiga para los pies?		X
<b>OTRO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Se ofrece un banquillo para pararse/sentarse (con altura ajustable)?		X
¿Se alternan periodos de pie con periodos sentado?	X	
¿La altura del piso hacia el techo es menor a 3 metros?	X	

Nota: Se muestra una lista de cotejo que recoge información necesaria sobre la funcionalidad que existe actualmente en la estación de trabajo.

*Fuente: Elaboración propia*

## **1.2. Analizar la operación empaquetado en función a un estudio de movimientos.**

Para la realización del diagrama bimanual actual, se visitó la Empresa El Huerto de don Lucho el día sábado 24 de marzo y se conversó con el dueño, el Sr. Luis Segundo Chávez Ramírez, para acceder a la medición de los datos necesarios de la operación empaquetado.

Posteriormente se pasó a realizar la muestra piloto del trabajo actual, donde se tomó las medidas antropométricas del Sr. Cristian Pizan López, quien es el único operario empaquetador.

Se tomó el tiempo de 4 horas, siendo el tiempo que dura una jornada de trabajo iniciando a las 2 a.m. hasta las 6 a.m. que es la hora que los clientes llegan. Se apreció la realización de su trabajo de manera normal; esto para realizar una pequeña muestra piloto y determinar el tiempo de ciclo promedio para la operación y poder realizar el análisis del método de trabajo actual.

Con estos datos, se realizó el estudio de los movimientos básicos de los 17 therbligs y los principios de la economía de movimientos, vistos en el capítulo II. En este análisis, se determinaron un total de 13 micro movimientos para la mano izquierda y 16 micro movimientos para la mano derecha.

El tiempo de ciclo para ambas manos fue de 16 segundos lo que equivale a una productividad de 225 naranjas empaquetadas por hora hombre.

Dicho esto, se realizará un diagrama bimanual actual que se viene trabajando en la operación empaquetado de naranja huando miel de la empresa “El Huerto de Don Lucho”.

El diagrama se aprecia a continuación:

**Tabla 7**

*Diagrama Bimanual - Antes*

Operación: <b>Empaquetado de Naranja Huando Miel</b>					<b>Resumen</b>		<b>Mano izquierda</b>	<b>Mano derecha</b>
Nombre y número del operario: <b>Cristian PizanLópez</b>					Tiempo efectivo:		12,77	14,9
Analistas: <b>Luis ChávezFernández</b>			Fecha: <b>25/01/2021</b>		Tiempo no efectivo:		<b>3,23</b>	<b>1,1</b>
Método: <b>Presente</b> Propuesto					Tiempo del ciclo:		16 seg.	
<b>Bosquejo:</b>								
<p><b>Leyenda</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Colocar la fruta en la mesa de trabajo</li> <li>Limpieza de las naranjas</li> <li>Acomodado de naranja en cajones</li> <li>Apilado de cajones</li> </ol>								
<b>Mano Izquierda</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Mov (s)</b>	<b>Mov (s)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Mano Derecha</b>	
Colocar la fruta en la mesa de trabajo	RE	3,73	1,08	1,08	1,08	1,08	RE	Colocar la fruta en la mesa de trabajo
	G		0,8	0,8	0,8	0,8	G	
	M		0,45	0,45	0,45	0,45	M	
	P		1,1	1,1	1,1	1,1	P	
	RL		0,3	0,3	0,3	0,3	RL	
Limpieza de las naranjas	AD	2,5	2,5	2,13	1,12	5,17	RE	Limpieza de las naranjas
					1,1		G	
					1,08		M	
					1,87		RL	
Acomodado de naranja en cajones		4,88			2,01	4,88	RE	Acomodado de naranja en cajones
					1,2		G	
					2,3		M	
					1,67		PP	
Apilado de cajones		5,26			1,26	5,26	RE	Apilado de cajones
					1,2		G	
					2,8		PP	

Nota: Se muestran el tiempo de los movimientos ineficientes y eficientes.

Fuente: *Elaboración propia*

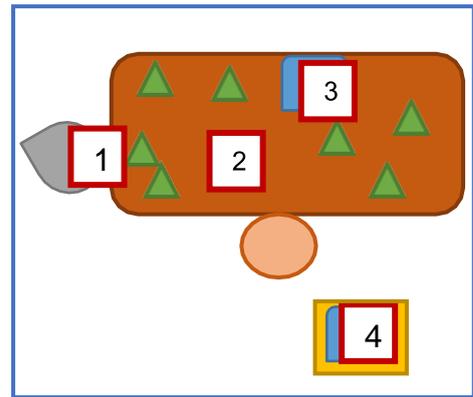
**1.3. Diseñar un nuevo método y estación física de trabajo para la operación de empaquetado.**

**1.3.1. Diseño del nuevo método y estación física de Trabajo.**

**ÁREA DE TRABAJO ACTUAL**

**Leyenda**

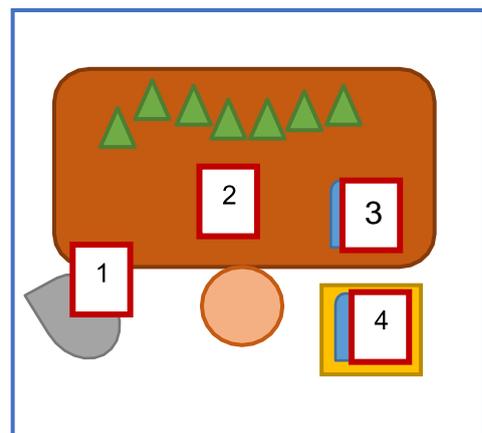
1. Colocar la fruta en la mesa de trabajo
2. Limpieza de las naranjas
3. Acomodo de naranja en cajones
4. Apilado de cajones



**ÁREA DE TRABAJO PROPUESTO**

**Leyenda**

1. Limpieza y secado de las naranjas
2. Colocar la naranja en la mesa
3. Acomodo de naranjas en el cajón
4. Apilado de cajones



### 1.3.2. Capacitación al operario.

Como indica Quesada (1996), al diseñar el nuevo método de trabajo se debe capacitar a los operarios para comprobar que lo que se va a medir cambie según lo esperado.

Dicha capacitación se realizó el día 02/04/2021 y consistió en explicar al operario que trabaje según el método de trabajo propuesto y las especificaciones dadas en el diseño físico de la estación propuestos. Dicha charla duró más de 40 minutos y hubo apoyo del dueño el Sr. Luis Segundo Chávez Ramírez, conteniendo temas relacionados al presente estudio.

### 1.3.3. Diagrama Bimanual Propuesto.

Al realizar el análisis de micro movimientos y haciendo uso de los principios de la economía de movimientos visto en el capítulo II, se procedió al diseño del método de trabajo propuesto.

El nuevo tiempo de ciclo para ambas manos fue de 12,05 segundos lo que equivale a una productividad de:

**Tabla 8**

*Diagrama Bimanual - Posterior*

Operación: Empaquetado de Naranja Huando Miel				Resumen		Mano izquierda	Mano derecha
Nombre y número del operario: <b>Cristian PizanLópez</b>				Tiempo efectivo:		11,25	11,25
Analista: <b>Silvia Vega Paredes</b>		Fecha: <b>01/04/2021</b>		Tiempo no efectivo:		0,8	0,8
Método: Presente <b>Propuesto</b>				Tiempo del ciclo:		12,05	
<b>Bosquejo:</b> <b>Leyenda</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpieza y secado de las naranjas</li> <li>2. Colocar la naranja en la mesa</li> <li>3. Acomodo de naranjas en el cajón</li> <li>4. Apilado de cajones</li> </ol>							
Mano Izquierda	Símbolo	Tiempo(s)	Por Mov (s)	Por Mov (s)	Tiempo(s)	Símbolo	Mano Derecha

Limpieza y secado de las naranjas	RE	1,95	0,19	0,19	0,19	0,19	1,95	RE	Limpieza y secado de las naranjas
	G		0,17	0,17	0,17	0,17			
	M		0,45	0,45	0,45	0,45			
	P		0,8	0,8	0,8	0,8			
	RL		0,34	0,34	0,34	0,34			
Colocar la naranja en la mesa	RE	1,96	0,38	0,38	0,38	0,38	1,96	RE	Colocar la naranja en la mesa
	G		0,38	0,38	0,38	0,38			
	M		0,12	0,12	0,12	0,12			
	RL		1,08	1,08	1,08	1,08			
Acomodo de naranjas en el cajón	RE	2,83	0,23	0,23	0,23	0,23	2,83	RE	Acomodo de naranjas en el cajón
	G		1,2	1,2	1,2	1,2			
	M		2,3	2,3	2,3	2,3			
	PP		1,4	1,4	1,4	1,4			
Apilado de cajones	RE	5,31	1,26	1,26	1,26	1,26	5,31	RE	Apilado de cajones
	G		1,2	1,2	1,2	1,2			
	PP		2,85	2,85	2,85	2,85			

*Nota: Elaboración propia*

#### **1.4. Determinar el impacto de las mejoras en el método y estación física planteados en la productividad de la operación empaquetado.**

##### **1.4.1. Identificar el tamaño de muestra en base al estudio de razones elementales.**

Al haberse aplicado el diseño del método de trabajo propuesto eliminando movimientos ineficientes y optimizando los eficientes; así mismo, haber realizado el diseño físico de la estación de trabajo, se determinó el elemento con menor proporción es de 10.00%:

**Tabla 9**  
*División elemental*

<b>DIVISIÓN ELEMENTAL</b>			
<b>NÚMERO DE ELEMENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO</b>	<b>RAZÓN DEL ELEMENTO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>1</b>	Limpieza y secado de las naranjas	PRODUCTIVO	<b>27.00%</b>
<b>2</b>	Colocar la naranja en la mesa	PRODUCTIVO	<b>40.00%</b>
<b>3</b>	Acomodo de naranjas en el cajón	PRODUCTIVO	<b>23.00%</b>
<b>4</b>	Apilado de cajones	PRODUCTIVO	<b>10.00%</b>
<b>TOTAL</b>			<b>100.00%</b>

Nota: Se muestra el porcentaje productivo de cada tarea en base a la división elemental.

*Fuente: Elaboración propia.*

Para esta investigación se tomó la muestra basándonos en el estudio de razones elementales, siendo el elemento de menor proporción el apilado de cajones con un 10%.

Por lo tanto, tomando en cuenta que la producción es de 1195.02 cajones por hora hombre, la muestra será el 10% del total, siendo:

$$N = 1195.02 \times 10\%$$

$$N = 119.502 \text{ muestras}$$

#### 1.4.2. Programa de Toma de datos.

Las muestras se programaron a realizar en 2 meses (o 48 días de trabajo), lo que equivale a 120 muestras en total. Dichos muestreos se iniciaron desde el día 03/04/2021 por los analistas encargados, Silvia Vega Paredes y Luis Chávez Fernández, quienes tenían a cargo medir el tiempo que se demora el operario en empaquetar un cajón de naranja huando miel. Este muestreo se realizó aleatoriamente, es decir, se seleccionaban diferentes muestras al azar para medir dicho tiempo.

#### 1.4.3. Medir la productividad en base al número de naranjas empaquetadas por hora hombre

**Tabla 10**

*Muestras Post mejora*

<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>PRODUCTIVIDAD</b>
ABRIL	1240	4 horas	290
ABRIL	1080	4 horas	220
ABRIL	1040	4 horas	260
ABRIL	1060	4 horas	190
ABRIL	1080	4 horas	220
ABRIL	1080	4 horas	260
ABRIL	1020	4 horas	280
ABRIL	1040	4 horas	260
ABRIL	1160	4 horas	280
ABRIL	1000	4 horas	250
ABRIL	840	4 horas	290
ABRIL	1140	4 horas	290
ABRIL	900	4 horas	225
ABRIL	920	4 horas	230
ABRIL	800	4 horas	200
ABRIL	1000	4 horas	250

ABRIL	1000	4 horas	250
ABRIL	1200	4 horas	295
ABRIL	1000	4 horas	250
ABRIL	1000	4 horas	250
ABRIL	900	4 horas	225
MAYO	911	4 horas	234
MAYO	906	4 horas	235
MAYO	900	4 horas	236
MAYO	1094	4 horas	237
MAYO	1089	4 horas	238
MAYO	971	4 horas	300
MAYO	8966	4 horas	242
MAYO	1160	4 horas	243
MAYO	849	4 horas	245
MAYO	943	4 horas	246
MAYO	937	4 horas	295
MAYO	1131	4 horas	310
PROMEDIO	1195.02	4 horas	298.76

Nota: Se muestran las primeras 30 muestras las cuales fueron significativas para ver el cambio según la aplicación realizada.

Fuente: *Elaboración propia.*

#### 1.4.4. Determinar la Productividad después del proceso de mejora y medir el impacto en base a la productividad anterior.

- Primero se determinará la productividad después del proceso de mejora, tomando en cuenta la medición realizada por los analistas según la producción proyectada.

La productividad se muestra a continuación:

$$\begin{aligned}
 & \text{Producción} = \frac{1 \text{ día}}{\frac{12.05 \text{ segundos}}{\text{naranja empaquetada}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ jornada}}{4 \text{ horas}}} \\
 & \text{Producción} = 1195.02 \frac{\text{naranjas empaquetadas}}{\text{jornada}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Productividad (naranja empaquetada/h - h)} = 1195.02 \frac{\frac{\text{naranjas empaquetadas}}{\text{jornada}}}{\text{operario} \times \frac{4\text{hr}}{\text{jornada}}}$$

$$\text{Productividad (naranja empaquetada/h - h)} = 299 \frac{\text{naranjas empaquetadas}}{\text{h-h}}$$

- Se puede observar que antes del proceso de mejora había una producción de 900 naranjas empaquetadas por jornada, siendo una productividad efectiva de 225 naranjas empaquetadas por hora-hombre. Posteriormente al aplicar el proceso de mejora, la producción aumento en un total de 1195 naranjas empaquetadas por jornada, siendo una productividad efectiva de 299 naranjas empaquetadas por hora-hombre.
- Se toma en cuenta que con el proceso de mejora hay un aumento de la productividad de 74 naranjas empaquetadas por hora-hombre.

## 1.5. Prueba de hipótesis

### Contrastación de la hipótesis

Se hizo la contrastación de la hipótesis en esta tesis, considerando la naturaleza de los datos expuestos y que son expresados numéricamente como naranja empaquetada/hora-hombre, en la cual tomaron 60 muestras, las cuales son dos medidas (antes y después de aplicar la propuesta de mejora), siendo estas muestras relacionadas por ser tomadas al mismo proceso de empaquetado de naranja huando miel y por el mismo operario.

Por lo cual se busca comparar las dos medidas, por ello se optó por tomar la Prueba T-Student para las muestras relacionadas.

Se utilizó el programa SPSS V. 25, arrojando los siguientes resultados:

**Tabla 6**  
*Resultados T-Student*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Naranjas Empaquetadas	Se asumen varianzas iguales	17,131	,000	-6,450	58	,000	-41,567	6,445	-54,466	-28,666
	No se asumen varianzas iguales			-6,450	40,985	,000	-41,567	6,445	-54,581	-28,558

*Nota: Se visualiza los resultados de la T-Student.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Formulación de hipótesis**

H1: El diseño del método y de la estación de trabajo incrementan la productividad de la operación Empaquetado de Naranja Huando Miel en la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C.

H0: El diseño del método y de la estación de trabajo disminuyen la productividad de la operación Empaquetado de Naranja Huando Miel en la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C.

**Nivel de significancia:** 5%

**Elección de la prueba estadística:** Se optó por tomar la Prueba T-Student para comparar el antes y el después de aplicar la mejora en la operación empaquetado de naranja Huando Miel.

**Estimación del valor “p”:**

$p = 0.000$ , tomado de la Tabla 10 (Sig. (bilateral))

**Toma de decisión, según regla estadística:**

Si  $p \leq 0.05$  se rechaza la hipótesis nula

Si  $p > 0.05$  se acepta la hipótesis nula

En nuestra investigación se observó que ( $p = 0.000$ )  $< 0.05$ , por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alterna.

Por conclusión, el aporte de la ingeniería de métodos en su aplicación con el diagrama bimanual y el diseño de la estación de trabajo, permiten el aumento de la productividad en el empaquetado de naranja Huando Miel de la empresa El Huerto de Don Lucho S.A.C.

**Tabla 7**

*Estadística de Grupos*

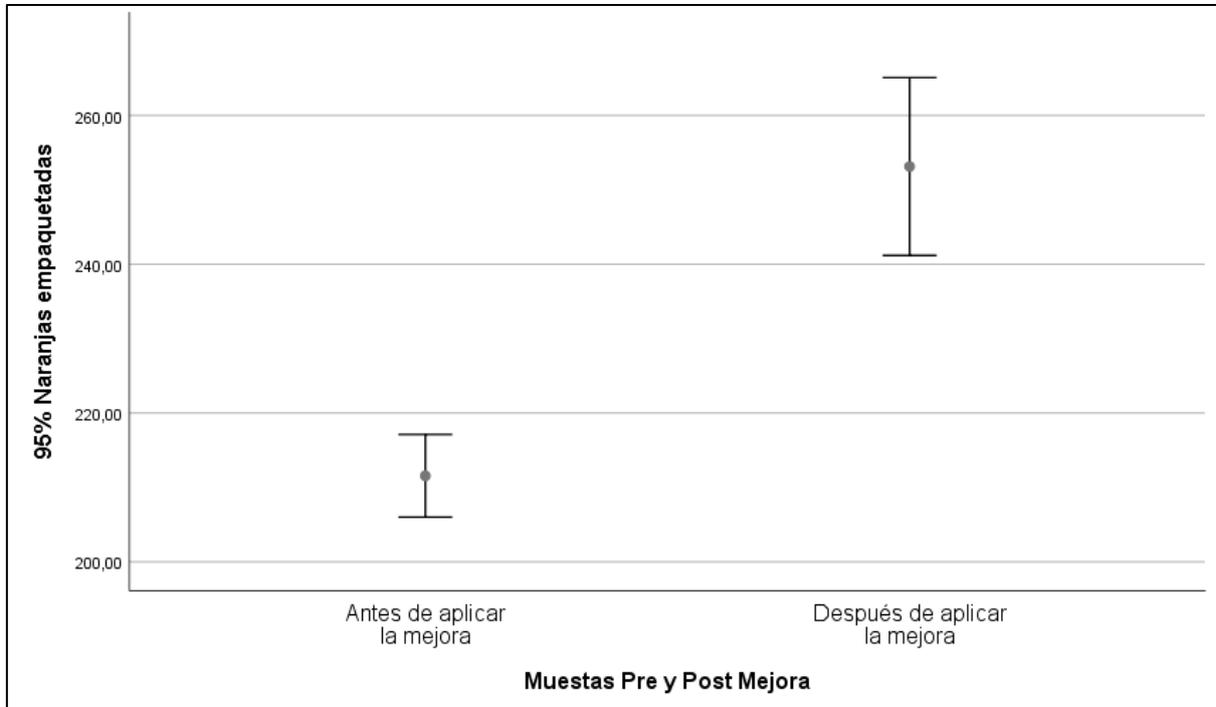
	Prueba	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Naranjas	Antes mejora	30	211,56	14,885	2,717
Empaquetadas	Después mejora	30	253,13	32,005	5,843

Nota: *Se Visualiza Estadística de grupos.*

Fuente: *Elaboración propia.*

**Figura 9**

*Gráfico de muestras pre y post mejora*



*Nota: Se Visualiza el promedio de naranjas empaquetadas antes y después de aplicar la mejora.*

*Fuente: Elaboración propia.*

## **2. Análisis y Discusión**

- Al elaborar el diagrama bimanual Presente de la empresa al inicio del estudio se identificaron mediante los principios de la economía de movimientos que la mano izquierda se mantenía ociosa durante 2,5 segundos realizando un therblig ineficiente (Retraso Inevitable), a comparación de la mano derecha que se encargaba de realizar gran parte de la operación empaquetado de naranja con un tiempo de 5,17 segundos.
- Respecto al diagrama bimanual Propuesto, se elaboró en función a los principios de la economía de movimientos y la identificación de movimientos ineficientes y la mejora de movimientos eficientes. En este caso, se realizó un esfuerzo por diseñar un método de trabajo que permita que ambas manos trabajen en simultáneo, reduciendo el tiempo de Empaquetado de naranja

debido a que anteriormente la mano derecha realizaba todo el trabajo.

- El diseño físico se realizó haciendo uso de la lista de cotejo de Niebel (2009), adaptada para nuestro estudio, conteniendo los principios que cita Konz (1993) para realizar el diseño físico de una estación de trabajo.
- Los resultados obtenidos luego de realizar la implementación del diseño del método y de la estación de trabajo, ha disminuido su tiempo de ciclo en 3,95 segundos, registrando en el presente 16 segundos y en el propuesto 12,05 segundos.
- En el tiempo efectivo se registra una considerable reducción:
  - o Tiempo Efectivo de la mano izquierda se ha reducido en 1,52 segundos, registrando en el presente 12,77 segundos y en el propuesto 11,25 segundos.
  - o Tiempo efectivo de la mano derecha se ha reducido en 3,65 segundos, registrando en el presente 14,9 segundos y el propuesto 11,25 segundos.
- En el tiempo No efectivo se registra una considerable reducción:
  - o Tiempo No Efectivo de la mano izquierda se ha reducido en 2,43 segundos, registrando en el presente 3,23 segundos y en el propuesto 0,8 segundos.
  - o Tiempo No efectivo de la mano derecha se ha reducido en 0,3 segundos, registrando en el presente 1,1 segundos y en el propuesto 0,8 segundos.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Se concluye que al aplicar el diseño del método y de la estación física de trabajo, existe un impacto positivo en el aumento de la productividad; el cual se incrementó de 225 a 299 naranjas empaquetadas por hora-hombre.
2. Se concluye según el diagnóstico que se realizó a la empresa que no existe una mesa de trabajo apropiada por no tener la altura promedio para el operario, los elementos de trabajo se encuentran mal distribuidos, no se cuenta con piso anti fatigas y su productividad actual es de 225 naranjas empaquetadas por hora-hombre.
3. Se concluye que existe un total de 13 micro movimientos para la mano izquierda y 16 micro movimientos para la mano derecha; con un tiempo ocioso de 2,5 segundos realizando el therblig AD o Retraso evitable para la mano izquierda; produciendo un tiempo de ciclo de 16 segundos con una productividad efectiva de 225 naranjas empaquetadas hora-hombre
4. Se concluye que al realizar un nuevo diseño del método y estación física de trabajo el nuevo tiempo de ciclo para ambas manos es de 12,05 segundos, reduciendo el tiempo de ocio para la mano izquierda, reduciendo la fatiga del operario y eliminando movimientos innecesarios.
5. Se concluye que el impacto de las mejoras realizadas ha disminuido su tiempo de ciclo en 3,95 segundos, registrando en el presente 16 segundos y en el propuesto 12,05 segundos, logrando un aumento de la productividad en 74 naranjas empaquetadas por hora-hombre más.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar estudios de métodos de cada estación de trabajo de la empresa “El Huerto de Don Lucho SAC”, no solo para su línea de empaquetado de naranja sino también en las demás.
2. Se recomienda analizar y determinar el tiempo estándar de cada estación de trabajo para poder ser balanceada y redistribuir las operaciones, buscando tener una productividad efectiva en todas las líneas de la empresa.
3. Se recomienda investigar y determinar nuevos métodos de trabajo, teniendo en cuenta costos de mano de obra y la reducción de los tiempos muertos generados por la fatiga de los operarios en las demás líneas de producción.
4. Se recomienda a la empresa tener documentado cada línea de producción remarcando los puntos de producción y productividad de la misma.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

I.

Aguilar Preciado, F. (2015). Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de cajas reductoras para aumentar la productividad en la Factoría Águila Real. Obtenido de [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2062/aguilarpreciado\\_freddy.pdf?Sequence=1&isallowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2062/aguilarpreciado_freddy.pdf?Sequence=1&isallowed=y)

Benjamín, A. (2009). Ingeniería Industrial: Métodos y Estándares y diseño del Trabajo, 12ª Edición. Mexico: mcgraw Hill Interamericana Editores.

Bocanegra Flores, A. (2018). Propuesta de mejora en la gestión de producción para incrementar la rentabilidad de una empresa editora. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/155772355.pdf>

Carrasco Martinez, A. (2010). Estudio ergonomico de la estación de trabajo PT0780 de la empresa S-MEX, S.A. de C.V. Obtenido de <https://docs.google.com/viewer?A=v&pid=sites&srcid=zgvmyxvsdgrvbwfpbnwymde0awljagf2zxpyyw1pcmv6amvzdxn8z3g6ndmwmtvlztnlzmgnxngwng>

Ccapcha Ortiz, J. A., & Diaz Sanchez, C. (2019). Aplicación del estudio del Trabajo para incrementar la productividad en el área de rectificación de motores, empresa de Rectificaciones H.A.S.A.C. Ate, 2019. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40945/Ccapcha\\_OJA-Diaz\\_SCO.pdf?Sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40945/Ccapcha_OJA-Diaz_SCO.pdf?Sequence=1&isallowed=y)

Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2015). Administración de operaciones - Producción y cadena de suministros. Mc. Graw Hill.

Dávila Torres , A. (2015). Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6079/DAVILA%20\\_ALEJANDRO\\_ANALISIS\\_PROPUESTA\\_MEJORA\\_PROCESOS.pdf?Sequence=1&isallowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6079/DAVILA%20_ALEJANDRO_ANALISIS_PROPUESTA_MEJORA_PROCESOS.pdf?Sequence=1&isallowed=y)

Elias Chávez, A. (2017). Aplicación del estudio de trabajo para la mejora de la productividad laboral, el área de acabados en la empresa Perú Fashions S.A.C., Puente Piedra, 2017. Obtenido de [file:///C:/Users/TOSHIBA%7D/Downloads/Elias\\_CAF.pdf](file:///C:/Users/TOSHIBA%7D/Downloads/Elias_CAF.pdf)

Fonseca Carrion, I. (2015). Optimizacion de los procesos productivos en la fabricacion de puertas de madera en Muebles Fonseca. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/486/1/UNACH-EC-IINDUST-2015-0022.pdf>

Ganoza Vilca, R. (2018). Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14846/Ganoza%20Vilca%20Rodrigo%20Alonso.pdf?Sequence=1&isallowed=y>

García Juarez, H. (2016). Aplicación de mejora de metodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el area de recepcion de la empresa esparraguera. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3587/TESIS%20MAESTRIA%20HUGO%20DANIEL%20GARCIA%20JUAREZ.pdf?Sequence=1&isallowed=y>

Jaramillo, J. (2015). Estudio ergonómico de las practicas agricolas durante el crecimiento y transplantes de plantas de cafe. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/17202/1/Juan%20David%20Jaramillo%20Giraldo.pdf>

Konz. (2014). Diseño de sistemas de trabajo. Obtenido de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6\\_n1/pdf/dise%C3%B1o.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6_n1/pdf/dise%C3%B1o.pdf)

Meyers, F. (2009). Estuio de tiempos y movimientos para la manufactura agil. Prentice Hall.

Niebel, B. (2009). Métodos, estandares y diseño del trabajo. Obtenido de [file:///C:/Users/TOSHIBA%7D/Downloads/Ingenieria\\_Industrial\\_12ma\\_Niebel\\_y\\_Frei.pdf](file:///C:/Users/TOSHIBA%7D/Downloads/Ingenieria_Industrial_12ma_Niebel_y_Frei.pdf)

Novoa Rojas, R., & Terrones Lara, M. (2012). Diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos de la planta de producción de embotelladora Trisa E.I.R.L. en Cajamarca para incrementar la productividad. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/92/Novoa%20Rojas%20croc%3%ado.pdf?Sequence=7&isallowed=y>

Orejuela Tiaguro, M. (2016). Diseño e implementación de un programa de ingeniería de métodos, basado en la medicion del trabajo y productividad, en el area de produccion de la empresa Servicios industriales Metalmechanicos Orejuela, Seimco. Obtenido de <file:///C:/Users/SGD-CIVIL/Downloads/CD-7356.pdf>

Pedro Aburto, M. (2015). Estudio de tiempo y movimientos en estaciones de transferencia de residuos sólidos. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7628/Estudio%20de%20%20tiempos%20y%20movimientos%20en%20Estaciones%20de%20Transferencia%20de%20Residuos%20S%C3%b3lidos.pdf?Sequence=1>

Pineda, J. A. (2005). ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISOS DE GRANITO EN LA FÁBRICA CASA BLANCA S.A. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1410\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1410_IN.pdf)

Plaza, M., Oliveros , L., Rodriguez, A., Rosas, J., & Vargas, M. (2011). Estudio de métodos al Proceso de Produccion del pan frances en la panaderia y partelería Don Mimo C.A. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estudio-ingenieria-metodos-pan-frances-don-mimmo/estudio-ingenieria-metodos-pan-frances-don-mimo.pdf>

Quispe Arteaga, E., & Roldan Luna, S. (2018). Mejora de método de trabajo para incrementar la productividad del proceso de laminación del tren modulador 1 en la empresa Siderurgica del Perú S.A.A. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28512/Quispe\\_OEJ-Roldan\\_LSS.pdf?Sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28512/Quispe_OEJ-Roldan_LSS.pdf?Sequence=1&isallowed=y)

Riofrio Aquino, J. H. (2018). Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el proceso de la línea de producción de trasvasado líquidos en la empresa farmagro s.a, los olivos 2018. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22990/Riofrio\\_AJH.pdf?Sequence=1&isallowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22990/Riofrio_AJH.pdf?Sequence=1&isallowed=y)

Ruiz Abanto, H. (2016). Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L. . Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2069/RUIZ%20ABANTO,%20HEBER%20FORTUNATO.pdf?Sequence=1&isallowed=y>

Zavala, M. (2015). Diagnostico de ergonomía en imprenta del Norte. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/05/82/Zavala-Mariana.pdf>

# ANEXOS

## ANEXO 1

## Tamaño de las muestras proporciones elementales

¿CUÁNTAS MUESTRAS SE REQUIEREN? <sup>a</sup>											
90% DE CONFIANZA Z = 1.645				95% DE CONFIANZA Z = 1.960				99% DE CONFIANZA Z = 2.575			
NIVEL DE EXACTITUD				NIVEL DE EXACTITUD				NIVEL DE EXACTITUD			
P	1%	5%	10%	P <sup>b</sup>	1%	5%	10%	P	1%	5%	10%
1	2,678,965	107,159	26,790	1	3,803,184	152,127	38,032	1	6,564,319	262,573	65,643
2	1,325,952	53,038	13,260	2	1,882,384	75,295	18,824	2	3,249,006	129,960	32,490
3	874,948	34,998	8,749	3	1,242,117	49,685	12,421	3	2,143,902	85,756	21,439
4	649,446	25,978	6,494	4	921,984	36,897	9,220	4	1,591,350	63,654	15,914
5	514,145	20,566	5,141	5	729,904	29,196	7,299	5	1,259,819	50,393	12,598
6	423,944	16,958	4,239	6	601,851	24,074	6,019	6	1,038,798	41,552	10,388
7	359,515	14,381	3,595	7	510,384	20,415	5,104	7	880,926	35,237	8,809
8	311,193	12,448	3,112	8	441,784	17,671	4,418	8	762,522	30,501	7,625
9	273,609	10,944	2,736	9	388,428	15,537	3,884	9	670,430	26,817	6,704
10	243,542	9,742	2,435	10	345,744	13,830	3,457	10	596,756	23,870	5,968
15	153,341	6,134	1,533	15	217,691	8,708	2,177	15	375,735	15,029	3,757
20	108,241	4,330	1,082	20	153,664	6,147	1,537	20	265,225	10,609	2,652
25	81,181	3,247	812	25	115,248	4,610	1,152	25	198,919	7,957	1,989
30	63,141	2,526	631	30	89,637	3,585	896	30	154,715	6,189	1,547
35	50,255	2,010	503	35	71,344	2,854	713	35	123,140	4,926	1,231
40	40,590	1,624	406	40	57,624	2,305	576	40	99,459	3,978	995
45	33,074	1,323	331	45	46,953	1,878	470	45	81,041	3,242	810
50	27,060	1,082	271	50	38,416	1,537	384	50	66,306	2,652	663
55	22,140	886	221	55	31,431	1,257	314	55	54,251	2,170	543
60	18,040	722	180	60	25,611	1,024	256	60	44,204	1,768	442
65	14,571	583	146	65	20,686	827	207	65	35,703	1,428	357
70	11,597	464	116	70	16,464	659	165	70	28,417	1,137	284
75	9,020	361	90	75	12,805	512	128	75	22,102	884	221
80	6,765	271	68	80	9,604	384	96	80	16,577	663	166
85	4,775	191	48	85	6,779	271	68	85	11,701	468	117
90	3,007	120	30	90	4,268	171	43	90	7,367	295	74
95	1,424	57	14	95	2,022	81	20	95	3,490	140	35
99	273	11	3	99	388	16	4	99	670	27	7



ANEXO 3

*Guía de Observación*

<b>GUIA DE OBSERVACIÓN</b>
MESA DE TRABAJO: altura, profundidad, espacio libre, ángulo de inclinación.
ÁREA DE TRABAJO: horizontal y vertical

*Elaboración: Propia*

ANEXO 4

Formato de lista de cotejo o checklist

<b>Estación:</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Inspector:</b>		
<b>ITEM</b>		
<b>MESA DE TRABAJO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Tiene la mesa de trabajo la altura adecuada (50 mm por debajo del codo)?		
¿La profundidad libre para el pie es mayor a 5 pulgadas?		
¿La altura libre para el pie es mayor a 4 pulgadas?		
¿El espacio libre para las rodillas es mayor a 4 pulgadas?		
¿La superficie tiene una elevación de 15°?		
¿La altura de la mesa está diseñada para la estatura promedio del trabajador?		
<b>AREA DE TRABAJO HORIZONTAL Y VERTICAL</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿La distribución de los elementos está en función de importancia y frecuencia de uso?		
¿Los elementos están agrupados de acuerdo a funcionalidad?		
¿El radio de trabajo en el plano horizontal de las manos exceden a 15,8 pulgadas?		
¿El radio de trabajo en el plano vertical del antebrazo excede a 16,7 pulgadas?		
¿El radio de trabajo en el plazo vertical del brazo extendido excede a 28 pulgadas?		
<b>PISO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Cuentan con tapetes anti fatiga para los pies?		
<b>OTRO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Se ofrece un banquillo para pararse/sentarse (con altura ajustable)?		
¿Se alternan periodos de pie con periodos sentado?		
¿La altura del piso hacia el techo es menor a 3 metros?		

Fuente adecuada: Niebel (2009) Elaboración: Propia

ANEXO 5

Muestra piloto diagrama bimanual actual

Simbolo	1ª TOMA	2ª TOMA	3ª TOMA	4ª TOMA	5ª TOMA	6ª TOMA	7ª TOMA	8ª TOMA	9ª TOMA	10ª TOMA	TIEMPO PROMEDIO
RE	11	108	178	145	11	108	2,3	11	108	105	1,08
G	18	0,8	0,8	0,8	18	0,8	0,8	18	0,8	0,8	0,8
M	145	0,45	0,45	0,45	145	0,45	0,45	145	0,45	0,45	0,45
P	16	2	11	2	16	11	2	16	11	2	11
RL	12	0,3	0,3	0,3	12	0,3	0,3	12	0,3	0,3	0,3
AD	2,4	2,5	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5
RE	2,8	2,01	2,01	2,01	2,8	2,01	2,01	2,8	2,01	2,01	2,01
G	19	1,2	1,2	1,2	2	1,2	1,2	19	1,2	1,2	1,2
M	2,3	1	2,3	2,3	14	2,3	2,3	2,3	2	2,3	2,3
PP	19	167	167	167	19	167	167	19	167	167	167
RE	13	126	126	126	13	126	126	13	126	126	126
G	15	1,2	1,2	1,2	15	1,2	2	15	1,2	1,2	1,2
PP	19	2,8	2,8	2,8	19	2,8	1,4	19	2,8	1,7	2,8
Simbolo	1ª TOMA	2ª TOMA	3ª TOMA	4ª TOMA	5ª TOMA	6ª TOMA	7ª TOMA	8ª TOMA	9ª TOMA	10ª TOMA	TIEMPO PROMEDIO
RE	11	108	178	145	11	108	1	2	0,25	2	1,08
G	18	0,8	0,8	0,8	18	0,8	1,3	14	15	16	0,8
M	145	0,45	0,45	0,45	145	0,45	0,96	105	115	125	0,45
P	16	2	11	2	16	11	1,35	131	127	123	1,1
RL	12	0,3	0,3	0,3	12	0,3	0,75	0,84	0,93	102	0,3
RE	12	1,2	2	1,2	12	1,2	0,3	0,75	0,84	0,93	1,12
G	2,3	2,3	1,4	2,3	2,8	2,8	1,9	2,8	2,8	0,93	1,1
M	167	167	1,9	167	2,8	2,8	2,8	1,9	2,8	2,8	1,08
RL	126	126	1,3	126	12	1,2	1,2	2	1,2	2,755	1,87
RE	12	1,2	1,5	1,2	2,3	2,3	2,3	14	2,3	3,289	2,01
G	2,8	2,8	1,9	2,8	167	167	167	1,9	167	3,823	1,2
M	12	1,2	2	1,2	142	1,26	1,26	1,3	1,26	4,357	2,3
PP	2,3	2,3	1,4	2,3	1,91	1,2	1,2	1,5	1,2	4,891	1,67
RE	167	167	1,9	167	0,962	2,8	2,8	1,9	2,8	2,95	1,26
G	126	126	1,3	126	0,733	2,8	2,8	1,9	2,8	2,95	1,2
PP	12	1,2	1,5	1,2	0,504	2,8	2,8	1,9	2,8	2,95	2,8

ANEXO 61

Muestra piloto diagrama bimanual propuesto

Simbolo	1ª TOMA	2ª TOMA	3ª TOMA	4ª TOMA	5ª TOMA	6ª TOMA	7ª TOMA	8ª TOMA	9ª TOMA	10ª TOMA	TIEMPO PROMEDIO
RE	11	0,19	0,19	1,45	1,1	0,19	2,3	1,1	0,19	1,05	0,19
G	18	0,17	0,17	0,8	1,8	0,17	0,8	1,8	0,17	0,8	0,17
M	1,45	0,45	0,45	0,45	1,45	0,45	0,45	1,8	0,45	0,45	0,45
P	16	0,8	0,8	2	1,6	0,8	2	1,45	0,8	2	0,8
RL	12	0,34	0,34	0,3	1,8	0,34	0,3	1,6	0,34	0,3	0,34
RE	2,4	0,38	0,38	2,5	2,3	0,38	2,5	1,2	0,38	2,5	0,38
G	2	0,38	0,38	2,425	1,2	0,38	2,1	2,4	0,38	2,3	0,38
M	13	0,12	0,12	2,87	0,38	0,12	2,35	2,275	0,12	1,67	0,12
RL	123	1,08	1,08	1,4	0,38	1,08	2,6	2,52	1,08	1,05	1,08
RE	2,8	0,23	0,23	2,01	2,8	0,23	2,01	2,8	0,23	2,01	0,23
G	19	1,2	1,2	1,2	2	1,2	1,2	1,9	1,2	1,2	1,2
M	2,3	2,3	2,3	2,3	1,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
PP	19	1,4	1,4	1,67	1,9	1,4	1,67	1,9	1,4	1,67	1,4
RE	13	1,26	1,26	1,26	1,3	1,26	1,26	1,3	1,26	1,26	1,26
G	15	1,2	1,2	1,2	1,5	1,2	2	1,5	1,2	1,2	1,2
PP	19	2,85	2,85	2,8	1,9	2,85	1,4	1,9	2,85	1,7	2,85
Simbolo	1ª TOMA	2ª TOMA	3ª TOMA	4ª TOMA	5ª TOMA	6ª TOMA	7ª TOMA	8ª TOMA	9ª TOMA	10ª TOMA	TIEMPO PROMEDIO
RE	11	1,08	0,19	1,45	1,1	0,19	1	0,19	0,25	2	0,19
G	18	0,8	0,17	0,8	1,8	0,17	1,3	0,17	1,5	1,6	0,17
M	1,45	0,45	0,45	0,45	1,45	0,45	0,95	0,45	1,15	1,25	0,45
P	16	2	0,8	2	1,6	0,8	1,35	0,8	1,27	1,23	0,8
RL	12	0,3	0,34	0,3	1,2	0,34	0,75	0,34	0,93	1,02	0,34
RE	12	1,2	0,38	1,2	1,2	0,38	0,3	0,38	0,84	0,93	0,38
G	2,3	2,3	0,38	2,3	2,8	0,38	1,9	0,38	2,8	0,93	0,38
M	1,67	1,67	0,12	1,67	2,8	0,12	2,8	0,12	2,8	2,8	0,12
RL	1,26	1,26	1,08	1,26	1,2	1,08	1,2	1,08	1,2	2,755	1,08
RE	12	1,2	0,23	1,2	2,3	0,23	2,3	0,23	2,3	3,289	0,23
G	2,8	2,8	1,2	2,8	1,67	1,2	1,67	1,2	1,67	3,823	1,2
M	1,2	1,2	2,3	1,2	1,42	2,3	1,26	2,3	1,26	4,357	2,3
PP	2,3	2,3	1,4	2,3	1,91	1,4	1,2	1,4	1,2	4,891	1,4
RE	1,67	1,67	1,26	1,67	0,962	1,26	2,8	1,26	2,8	2,35	1,26
G	1,26	1,26	1,2	1,26	0,733	1,2	2,8	1,2	2,8	2,35	1,2
PP	1,2	1,2	2,85	1,2	0,504	2,85	2,8	2,85	2,8	2,35	2,85

## ANEXO 7

## Programa de Capacitación

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA EL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO						
N°	TEMAS	SUBTEMAS	DURACIÓN	ENCARGADO	FINALIDAD	FECHA (6:00 AM)
1	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	*DISEÑO DEL METODO DE TRABAJO *DISEÑO DE LA ESTACION DE TRABAJO	25 MIN	*LUIS CHÁVEZ *SILVIA VEGA	DAR A CONOCER LOS ALCANCES DEL ESTUDIO EN SU ESTACIÓN DE TRABAJO	X
2	PRINCIPIO DE ECONOMIA DE MOVIMIENTOS	*MOVIMIENTOS NEFICIENTES *MOVIMIENTOS INEFICIENTES	20 MIN	*LUIS CHÁVEZ *SILVIA VEGA	CONOCER Y DIFERENCIAR LOS MOVIMIENTOS EFICIENTES E INEFICIENTES	X
3	NUEVO MÉTODO DE TRABAJO	*MOVIMIENTOS NECESARIO DE LA OPERACIÓN *NUEVO ORDENAMIENTO FÍSICO	30 MIN	*LUIS CHÁVEZ *SILVIA VEGA	APLICAR DE FORMA EFICIENTE LOS NUEVOS MÉTODOS DE TRABAJO	X
4	APLICACIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO	*EJERCICIO FÍSICO DE LOS NUEVOS MOVIMIENTOS DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO	30 MIN	*LUIS CHÁVEZ *SILVIA VEGA	ADAPTARSE AL NUEVO CAMBIO MEDIANTE LA PRÁCTICA DE LOS NUEVOS MOVIMIENTOS	X

ANEXO 8

Muestras (abril - mayo)

<b>N° MUESTRA</b>	<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>
1	ABRIL	40
2	ABRIL	39
3	ABRIL	39
4	ABRIL	42
5	ABRIL	38
6	ABRIL	35
7	ABRIL	39
8	ABRIL	40
9	ABRIL	30
10	ABRIL	40
11	ABRIL	38
12	ABRIL	40
13	ABRIL	39
14	ABRIL	40
15	ABRIL	42
16	ABRIL	40
17	ABRIL	42
18	ABRIL	40
19	ABRIL	40
20	ABRIL	40
21	ABRIL	38
22	ABRIL	40
23	ABRIL	38
24	ABRIL	35
25	ABRIL	39
26	ABRIL	40
27	ABRIL	32
28	ABRIL	40
29	ABRIL	38
30	ABRIL	40
<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>1163</b>
<b>PRODUCTIVIDAD</b>		<b>290,75</b>

<b>N° MUESTRA</b>	<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>
31	ABRIL	38
32	ABRIL	35
33	ABRIL	39
34	ABRIL	40
35	ABRIL	30
36	ABRIL	40
37	ABRIL	38
38	ABRIL	40
39	ABRIL	39
40	ABRIL	40
41	ABRIL	42
42	ABRIL	40
43	ABRIL	42
44	ABRIL	40
45	ABRIL	40
46	ABRIL	40
47	ABRIL	38
48	ABRIL	40
49	ABRIL	38
50	ABRIL	40
51	ABRIL	38
52	ABRIL	40
53	ABRIL	38
54	ABRIL	35
55	ABRIL	39
56	ABRIL	40
57	ABRIL	32
58	ABRIL	40
59	ABRIL	38
60	ABRIL	40
<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>1159</b>
<b>PRODUCTIVIDAD</b>		<b>289,75</b>

<b>N° MUESTRA</b>	<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>
60	ABRIL	40
61	ABRIL	35
62	ABRIL	38
63	ABRIL	40
64	ABRIL	38
65	ABRIL	40
66	ABRIL	38
67	ABRIL	35
68	ABRIL	39
69	ABRIL	40
70	ABRIL	32
71	ABRIL	40
72	ABRIL	38
73	ABRIL	40
74	ABRIL	40
75	ABRIL	40
76	ABRIL	38
77	ABRIL	40
78	ABRIL	38
79	ABRIL	40
80	ABRIL	38
81	ABRIL	40
82	ABRIL	38
83	ABRIL	35
84	ABRIL	39
85	ABRIL	40
86	ABRIL	32
87	ABRIL	40
88	ABRIL	38
89	ABRIL	37
<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>1146</b>
<b>PRODUCTIVIDAD</b>		<b>286,5</b>

<b>N° MUESTRA</b>	<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>
90	ABRIL	35
91	ABRIL	39
92	ABRIL	40
93	ABRIL	32
94	ABRIL	40
95	ABRIL	38
96	ABRIL	40
97	ABRIL	40
98	ABRIL	40
99	ABRIL	38
100	ABRIL	40
101	ABRIL	38
102	ABRIL	40
103	ABRIL	38
104	ABRIL	40
105	ABRIL	40
106	ABRIL	38
107	ABRIL	40
108	ABRIL	38
109	ABRIL	40
110	ABRIL	38
111	ABRIL	40
112	ABRIL	38
113	ABRIL	35
114	ABRIL	39
115	ABRIL	40
116	ABRIL	40
117	ABRIL	40
118	ABRIL	38
119	ABRIL	40
<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>1162</b>
<b>PRODUCTIVIDAD</b>		<b>290,5</b>