

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. JUÁREZ**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



**ESTUDIO DEL TRABAJO APLICADO A OPERACIONES DE UN ALMACÉN**  
**INDUSTRIAL**

**TESIS**

**QUE PRESENTA**

**JACQUELINE ADRIANA ROSALES JUÁREZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Cd. JUÁREZ, CHIH.**

**11 DE NOVIEMBRE DE 2019**

PAGINA PARA OFICIO

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre Sanjuana Rosales Juárez, con su apoyo moral, buenos consejos y todo su esfuerzo que hace día con día para estar a mi lado en los buenos y malos momentos mostrando fortaleza y el coraje con el que espera que yo defienda mis ideales.

También quiero de manera especial dedicar este trabajo a mi compañera y amiga Ilse Anilu Silva López ya que con su apoyo y disciplina me acompañó en este recorrido tan satisfactorio de aprendizaje y crecimiento.

Por otra parte, dedico este trabajo a mi esposo Aris Adrián Moreno Rodríguez que con su amor y apoyo moral me motivó en los momentos de mayor dificultad a lo largo de la implementación y desarrollo de éste proyecto.

Por último la conclusión de este proyecto se lo dedico a mi bebe, que es la motivación más fuerte para continuar a pesar de su partida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco sinceramente a las siguientes personas por el apoyo en cada una de las diferentes etapas en que se desarrolló el proyecto y por las sugerencias que ayudaron a que concluyera exitosamente:

Dr. Arturo Woocay Prieto por la asesoría y el apoyo en el desarrollo y buena estructura de la investigación.

Dr. Ulises Martínez por su apoyo en la selección del tema y definición de los objetivos de investigación.

Dr. Jaime Sánchez Leal por sus aportaciones importantes en el contenido y coherencia del objetivo de investigación y el desarrollo desde el inicio del proyecto.

M.I Ana García por sus recomendaciones para la mejor organización del contenido y desarrollo del Marco Teórico de la presente investigación.

## **RESUMEN**

Una empresa de logística industrial presentó pérdidas económicas considerables durante una temporada larga, es decir, comenzó a observar una baja en la demanda del cliente y un alza en los costos que le generaba darle el servicio. Con el propósito de reducir los costos, se requiere calcular de manera certera el número mínimo de almacenistas y capturistas necesarios para cubrir el servicio del cliente, siendo éste el propósito del presente proyecto de tesis.

A lo largo de este documento se explica de manera detallada cómo mediante las herramientas de estudio del trabajo (estudio de tiempos, diagramas de proceso, definición de puestos de trabajo y evaluación de desempeño) se midió la capacidad del servicio y se planteó una nueva estructura de la plantilla laboral para cubrir eficientemente la demanda del cliente sin tener pérdidas económicas.

La metodología utilizada es la de estudio del trabajo en el cual se definen el área y la operación a estudiar de acuerdo a su importancia, se miden aspectos entre los que se puede destacar un estudio de tiempos y se realiza un análisis de los datos mediante gráficas de ofertas contra demanda. Finalmente, tras la aplicación de las recomendaciones, se puede observar el incremento de la productividad en mano de obra.

Este estudio es el primero realizado según el dueño del almacén industrial con la finalidad de medir su productividad, haciendo el impacto que tiene la inclusión de los métodos de la rama de estudio del trabajo. Se creó un antecedente del manejo de la información a través del diseño de un formato de estudio de tiempos, que permite el cálculo de la mano de obra en almacén basándose en la demanda de cualquier cliente.

# CONTENIDO

CONTENIDO.....	VI
LISTA DE TABLAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS .....	X
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.2. Definición del Problema .....	3
2.3. Objetivos .....	4
2.3.1. Objetivo General.....	4
2.3.2. Objetivo Específico .....	4
2.4. Preguntas de Investigación.....	5
2.5. Hipótesis.....	5
3. MARCO TEÓRICO .....	6
3.1. Estudio del Trabajo .....	6
3.1.1. Estándares de Trabajo.....	6
3.1.2. Necesidades para Simplificar el Trabajo .....	7
3.1.3. Métodos de Trabajo .....	7
3.1.4. Procedimiento de un Estudio de Método.....	8
3.1.5. Distribución de la Planta.....	10
3.1.6. Diagramas Ishikawa .....	10
3.1.7. Diagrama de Flujo de Proceso.....	11
3.1.8. Manejo Adecuado de los Materiales .....	13
3.2. Productividad .....	14
3.3. Estudio de Tiempos.....	16
3.3.1. Tiempo Estándar.....	17
3.3.2. Operador Estándar .....	18
3.3.3. Holgura para el Estudio de Tiempos .....	21
3.3.4. El Número de Observaciones .....	22

3.3.5.	La Distribución Normal.....	22
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1.	Materiales.....	24
4.1.1.	El Cronómetro.....	24
4.1.2.	Excel.....	25
4.1.3.	Odómetro.....	25
4.1.4.	Minitab.....	26
4.2.	Métodos.....	26
4.2.1.	Selección de la Operación bajo Estudio.....	27
4.2.2.	Registro.....	27
4.2.3.	Análisis.....	28
4.2.4.	Desarrollo del Estudio de Tiempos.....	29
4.2.1.	Definición de Holgura para Determinar Tiempo Estándar.....	31
4.2.2.	Análisis del Estudio de Tiempo.....	31
4.2.3.	Tablas, Gráficas y Comparativos.....	33
4.2.4.	Interpretación de la Demanda.....	33
4.2.5.	Presentación de los Resultados del Estudio.....	34
5.	RESULTADOS.....	35
5.1.1.	Selección de la Operación.....	35
5.1.2.	El Registro de los Datos del Área.....	36
5.2.	Análisis del Problema.....	37
5.3.	Estudio de Tiempos.....	38
5.4.	Desahogo de Tiempos.....	40
5.5.	Registro de Frecuencia de Actividades.....	44
5.6.	Validación de los Datos del Estudio de Tiempos.....	46
5.7.	Comparación de Medias.....	60
5.8.	Interpretación de la Demanda.....	66
5.9.	Resultados de Estudio de Tiempos Comparado con la Demanda.....	68
5.9.1.	Requerimiento Crítico.....	69
5.9.2.	Requerimiento Normal.....	71

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	74
6.1. Conclusiones .....	74
6.2. Recomendaciones.....	76
REFERENCIAS .....	78
ANEXO A DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DEL MONTACARGUISTA .....	79
ANEXO B DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA CAPTURISTA .....	80
ANEXO C TABLA CON LOS DATOS RECOLECTADOS DEL PRIMER OPERADOR.....	81
ANEXO D TABLA CON LOS DATOS RECOLECTADOS DEL SEGUNDO OPERADOR .....	82
ANEXO E TABLA CON LOS DATOS RECOLECTADOS DEL TERCER OPERADOR.....	83
ANEXO F TABLA DE HOLGURAS.....	84
ANEXO G TABLA DE DESCANSO Y NECESIDADES PERSONALES .....	85
ANEXO H DATOS PARA CALCULO DE DEMANDA .....	86
ANEXO I FORMATO PARA MUESTREO DE TRABAJO EN ALMACÉN.....	87

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1 Simbología del Diagrama de Flujo .....	13
Tabla 3-2 Ponderación para Calificar Habilidades .....	18
Tabla 3-3 Ponderación para Calificar el Desempeño.....	20
Tabla 3-4 Ponderación para Evaluar las Condiciones de Trabajo .....	20
Tabla 3-5 Ponderación para Evaluar la Consistencia del Trabajador .....	21
Tabla 5-1 Desviación Estándar y Promedios del Operador 1 .....	49
Tabla 5-2 Desviación Estándar del Operador 2 .....	53
Tabla 5-3 Desviación Estándar y Promedios Operador 3 .....	58
Tabla 5-4 Demanda del Cliente 2018.....	66
Tabla 5-5 Resumen y Comparación de los Requerimientos .....	68
Tabla 5-6 Elementos para Cálculo del Tiempo Estándar 1 .....	69
Tabla 5-7 Tiempo Estándar Requerimiento de Crítico .....	70
Tabla 5-8 Elementos para Cálculo del Tiempo Estándar 2.....	72
Tabla 5-9 Tiempo Estándar de Operador Estándar .....	73

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Ejemplo de Diagrama de Flujo de Proceso, Pág. 29 Niebel 2009.....	12
Figura 4.1 Cronómetro Utilizado en la Toma de Tiempos .....	24
Figura 4.2 Odómetro Utilizado para Medir el Área Física del Almacén .....	25
Figura 4.3 Logotipo del Programa Minitab.....	26
Figura 4.4 Formato para el Registro de las Operaciones. ....	27
Figura 4.5 Medición del Área con Odómetro .....	28
Figura 4.6 Hoja de Registro para la Toma de Tiempos .....	30
Figura 4.7 Cómo Encontrar la Prueba de Normalidad.....	32
Figura 5.1 Organigrama del Equipo de Trabajo.....	35
Figura 5.2 Lay-Out de la planta en 3D.....	37
Figura 5.3 Causa y Efecto para Análisis de Tiempo Muerto del Montacarguista. ....	38
Figura 5.4 Tiempos del Operador 1 .....	41
Figura 5.5 Tiempos del Operador 2 .....	42
Figura 5.6 Tiempos del Operador 3 .....	43
Figura 5.7 Gráfica de Frecuencias de Operaciones del Montacarguista 1 .....	44
Figura 5.8 Gráfica de Frecuencias de Operaciones Montacarguista 2.....	45
Figura 5.9 Gráfica de Frecuencia de Operaciones del Montacarguista 3. ....	45
Figura 5.10 Prueba de Normalidad de la Operación Buscar del Operador 1.....	46
Figura 5.11 Prueba de Normalidad de la Operación Conseguir del Operador 1.....	47
Figura 5.12 Prueba de Normalidad de la Operación Entregar del Operador 1. ....	47
Figura 5.13 Prueba de Normalidad de la Operación Regresar del Operador 1.....	48
Figura 5.14 Prueba de Normalidad de la Operación Surtir del Operador 1.....	48
Figura 5.15 Gráfica de Consumo de Tiempo del Operador 1.....	50
Figura 5.16 Prueba de Normalidad de la Operación Conseguir del Operador 2.....	51
Figura 5.17 Prueba de Normalidad de la Operación Entregar del Operador 2. ....	51
Figura 5.18 Prueba de Normalidad de la Operación Localizar del Operador 2.....	52
Figura 5.19 Prueba de Normalidad de la Operación Regresar del Operador 2.....	52
Figura 5.20 Prueba de Normalidad de la Operación Surtir del Operador 2.....	53
Figura 5.21 Gráfica del Consumo de Tiempos del Operador 2 .....	54
Figura 5.22 Prueba de Normalidad de la Operación Buscar del Operador 3.....	55
Figura 5.23 Prueba de Normalidad de la Operación Cargar del Operador 3. ....	55
Figura 5.24 Prueba de Normalidad de la Operación Conseguir del Operador 3.....	56
Figura 5.25 Prueba de Normalidad de la Operación Entregar del Operador 3. ....	56

Figura 5.26 Prueba de Normalidad de la Operación Regresar del Operador 3.....	57
Figura 5.27 Prueba de Normalidad de la Operación Surtir del Operador 3.....	57
Figura 5.28 Prueba de Normalidad de la Operación Buscar del Operador 3.....	58
Figura 5.29 Gráfica del Consumo de Tiempos del Operador 3 .....	59
Figura 5.30 Gráfica Comparativa de los Tres Montacarguistas.....	60
Figura 5.31 Prueba T para la Actividad de conseguir entre Montacarguista 1 y 2.....	61
Figura 5.32 Prueba de T para la Actividad de conseguir entre Montacarguista 2 y 3 .....	61
Figura 5.33 Prueba de T para la Actividad de Entregar para los Montacarguista 1 y 2 ...	62
Figura 5.34 Prueba de T para la Actividad de Entregar para los Montacarguista 2 y 3 ...	63
Figura 5.35 Prueba de T para la Actividad de Regresar para los Montacarguista 1 y 2 ...	63
Figura 5.36 Prueba de T para la Actividad de Regresar de los Montacarguista 2 y 3 .....	64
Figura 5.37 Prueba de T para la Actividad de Surtir de los Montacarguista 1 y 2 .....	65
Figura 5.38 Prueba de T para la Actividad de Surtir de los Montacarguista 2 y 3 .....	65
Figura 5.39 Demanda del Cliente a lo Largo de un Año. ....	67
Figura 5.40 Surtido de Requerimiento Crítico.....	71
Figura 5.41 Surtido de Requerimiento Normal.....	72
Figura 6.1 Organigrama Sugerido.....	75
Figura 6.2 Muestreo de Trabajo Antes.....	77
Figura 6.3 Muestreo de trabajo después.....	77

## **1. INTRODUCCIÓN**

Cd. Juárez a nivel internacional sigue siendo una de las fronteras con mayor número de empresas maquiladoras, ya que cuenta con alrededor de 321 establecimientos industriales en los cuales, según datos recolectados por el Instituto Nacional de Estadística y Geología, en los cuáles laboran en promedio 781 personas por planta, estos datos fueron arrojados en 2016.

El sector maquilador tiene como objetivo manufacturar productos que satisfagan las necesidades de los mercados, los cuáles pueden ser nacionales o internacionales y para poder lograrlo es necesario hacer uso de la logística.

La logística tiene origen en la segunda guerra mundial ya que es un concepto utilizado para calcular y administrar de manera inteligente los recursos en esas épocas: de tropas y armamento; es aquí donde, debido al éxito obtenido, se relaciona este concepto con la manufactura.

Hoy en día existen empresas de logística industrial que han tomado en cuenta conceptos como: mejora continua, atención al cliente, reducción de costos y minimización de los inventarios en la cadena de distribución; ya que representan la mejor manera de aumentar la efectividad de sus procesos y mejorar la calidad de sus servicios.

El sistema operativo de las empresas de logística tiene entre sus funciones: recibir el material, almacenarlo dentro de una bodega y surtir al cliente de manera eficiente y con tiempos de entrega que consigan la aceptación y aprobación de los usuarios. En la actualidad muchas de las empresas foráneas no desean establecerse en esta ciudad por el costo de las restricciones y regulaciones arancelarias que generaría, lo cual da pie a tomar como opción contratar los servicios de las empresas de logística de la localidad, que son

aquellas dedicadas a dar soporte a la cadena de suministro de las plantas industriales transportando el material en el tiempo adecuado.

Debido a la ubicación geográfica de Ciudad Juárez, se destaca la participación de las empresas prestadoras del servicio de almacén, en donde la principal función recae en la asesoría para poder administrar, almacenar y distribuir materia prima con asesoría legal aduanera, con un control que se adecue al cliente y con la mejor disposición por lograr relaciones laborales que impulsen el desarrollo económico tanto de empresas locales como extranjeras.

Todo aquello que aporta eficiencia a la economía a nivel nacional e internacional en cuanto a la industria, puede ser medido y mejorado. En esta investigación se plantea el análisis de los tiempos y actividades realizadas en un área de almacén que pertenece al ramo logístico, considerando la voz del cliente como punto de partida para el estudio. Seguido de ello se incursiona en el establecimiento de factores medibles como capacidad de oferta de servicio.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. Antecedentes**

Una empresa local que se dedica al almacenamiento, la logística y distribución del material, necesita saber cómo medir el trabajo de sus operadores para establecer el tiempo estándar de operación, y saber el número exacto de almacenistas que requiere para cubrir la demanda de un cliente en particular que ha disminuido su nivel de requerimiento diario en el último semestre del año.

En este proyecto se presenta la oportunidad de medir el servicio, basado en tiempos de entrega, dentro de una empresa con el propósito de cubrir la necesidad de la administración de los recursos tanto de personal como de maquinaria, lo anterior debido a que se considera que se genera alto costo de servicios médicos e impuestos al tener exceso de personal en la planta.

### **2.2. Definición del Problema**

El área administrativa del almacén ha identificado tiempos muertos en sus trabajadores con lapsos de hasta dos horas, lo cual le hace pensar que requiere menos personal para cubrir con el servicio del cliente, al mismo tiempo identifica que el pago de impuestos rebaza ya la cantidad de ingresos por parte de ese cliente en específico. Este cliente se reúsa a disminuir la mano de obra a menos que se le compruebe mediante algún estudio que realmente tiene mano de obra en exceso.

La empresa de logística estudiada tiene tres principales operaciones de donde basa su ganancia, estas son: la entrada, el almacenaje y la salida del material. Conociendo esto y observando que uno de los principales clientes, que ocupa el 35% del área de la bodega, ha disminuido la entrada de su material, solo ha dejado en la bodega el material que

menos costo genera almacenar y surte de manera espaciada su material, la operación ha disminuido, pero no así el personal operativo por cláusulas de contrato, para lo cual se gestionó este proyecto.

El cliente desea saber cuánto personal requiere para que se le surta su material, ya que no haría modificaciones en su contrato en relación a la plantilla del personal que requiere en el área rentada ni en los equipos, ya que quiere estar seguro de que su material seguirá siendo surtido en tiempo y forma correcta sin desabastecer sus líneas productivas.

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1. Objetivo General**

Aumentar la productividad de un almacén industrial en un 15% mediante la metodología del Estudio del Trabajo y el uso de la herramienta del Estudio de Tiempos.

### **2.3.2. Objetivo Específico**

Conocer cuántos almacenistas se requieren para poder cubrir la demanda del cliente.

Generar los estándares para medir productividad y eficiencia del servicio.

## **2.4. Preguntas de Investigación**

Las preguntas de investigación que se planteó para esta investigación es la siguiente:

1. ¿Cómo se puede determinar el número de almacenistas para cubrir la demanda de determinado cliente en un almacén industrial?
2. ¿Mediante la aplicación del estudio de métodos de trabajo es posible medir la productividad de la mano de obra y el desempeño?

## **2.5. Hipótesis**

Mediante el estudio de tiempos se determinara la mano de obra requerida para cubrir la demanda.

Mediante la metodología de Estudio del Trabajo, se determinara la productividad, y el desempeño de las actividades de los montacarguistas.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Estudio del Trabajo**

Según Niebel y Freivalds (2014) uno de los factores con mayor impacto en la administración de los recursos es la productividad. Todas las empresas buscan tener mayores beneficios invirtiendo lo menos posible sus recursos, es decir, que se haga más con menos; reto que significa mucha organización y trabajo en equipo efectivo. Es por esta razón que los elementos considerados como pilares en ésta investigación están relacionados con el estudio del trabajo.

Por otra parte (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998) Menciona que es posible llevar a cabo un estudio en el cuál se puedan adaptar elementos como: económicos, de materia prima o con el recurso humano de la manera más adecuada posible con respecto a las necesidades de sus procesos.

Según (García Criollo , 2005) habla de los propósitos más relevantes del Estudio del Trabajo que son: la búsqueda de mejorar los procesos, economizar el esfuerzo humano, reducir la fatiga innecesaria, mejorar las condiciones laborales de los operarios, aumentar la seguridad de las operaciones, crear un ambiente más favorable y rápido de hacer las cosas.

#### **3.1.1. Estándares de Trabajo**

Para poder cumplir con metas laborales es importante medir el antes, el durante y el después en todas las operaciones que conforman cualquier proyecto dígase de productos o servicio. Las empresas necesitan medir el trabajo, para en base a la información que obtengan, tengan un parámetro de medición, como ejemplo está el Tiempo Estándar.

### **3.1.2. Necesidades para Simplificar el Trabajo**

Para poder simplificar las tareas de una persona de manera general, es imprescindible como lo menciona (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998) Cuestionar todo sobre el proceso para a su vez poderle dar solución a los inconvenientes que se presenten durante el estudio. Como investigador deberá mantener la visión puesta en el proceso y el objetivo de mejorar, ya que será duramente criticado y uno de sus principales problemas a enfrentar será el cambio de cultura.

### **3.1.3. Métodos de Trabajo**

La efectividad de las operaciones depende en gran manera de los métodos de trabajo. Por ello cada una de las operaciones llevadas a cabo para la prestación de un servicio o para la producción de algún bien, debe de ser lo más sencilla posible para elaborar, con el propósito de mejorar continuamente, provocando así mayor productividad.

La aplicación de un estudio sobre los métodos de trabajo tiene relevancia en la mejora del proceso productivo y en la buena administración de los recursos materiales de la empresa. El impacto económico de éste análisis reduce costos en el uso de materia prima, la maquinaria y la mano de obra esto es mencionado también por (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998).

Analizar con atención los métodos y estándares de trabajo logra que un operador pueda desarrollar sus labores con mayor efectividad y seguridad. Cuando se diseñan herramientas para facilitar una operación no sólo se reduce el tiempo de proceso sino también se mejoran las condiciones con impacto a la salud a corto o mediano plazo del mismo esto es comentado por (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998).

### 3.1.4. Procedimiento de un Estudio de Método

La metodología del Estudio de Trabajo consta de una serie de pasos entre los que se puede mencionar: la selección del área de trabajo, el registro de los datos del trabajo, el análisis de los datos, la búsqueda de una metodología adecuada para el tratamiento de los datos, el establecimiento de un nuevo método de trabajo y el control para mantener la nueva metodología propuesta (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998).

En la **Selección del Área de Trabajo** se plantean criterios de acuerdo a la importancia de la misma ya sea por complejidad de la operación que se realiza, el costo de la máquina utilizada, la repetición de la tarea y el producto que se elabora de acuerdo a la importancia económica, los procesos de los que mayor beneficio económico obtenga la empresa son puntos de partida para generar cambios de mayores ahorros (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998).

Por otra parte (García Criollo , 2005) menciona tres criterios para la selección del área de trabajo uno es el factor humano para disminuir el riesgo a los accidentes, el factor económico poner atención a los procesos de larga duración y repetición, ya por último habla sobre el factor funcional de trabajo resaltando el análisis de los cuellos de botella para su reducción o eliminación.

El segundo paso hay que **Registrar** los datos relacionados con el área de interés, principalmente redactar de forma clara y directa cual es la actividad que se lleva a cabo ahí, además se debe describir las máquinas, herramientas y equipo que se utilice. Para realizar éste reconocimiento de área se utilizan diversos formatos ya existentes como diagramas de flujo de proceso, diagrama hombre-máquina, diagramas de hilo entre otros más se puede mencionar los formatos para toma de tiempo, reafirmando que son documentos que tienen ciertas características que no cambian pero que se pueden ajustar según la información que se desee conocer y las características que tenga cualquier producto o servicio bajo estudio (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998).

Para la tercera etapa de ésta metodología del trabajo es necesario **Analizar** los datos registrados en el paso anterior. El cual consiste en buscar respuesta a las siguientes preguntas: ¿por qué?, ¿para qué?, ¿dónde?, ¿cuándo? y ¿quién? Cuestionando cada una de las actividades registradas y ejecutadas durante el proceso. Es aquí donde se identifica cuáles son las actividades de importancia y cuales no lo son por tanto se puede considerar la eliminación de éstas o solamente se habrá de volcar la atención en todas aquellas que tengan respuesta y fundamento de estar presentes en el proceso (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998).

El análisis de los datos demanda un juicio enfocado en las causas y no en el problema, también considera únicamente los hechos registrados y las razones identificadas en los cuestionamientos anteriores. Las fuentes de información más destacadas en el estudio del trabajo son la observación y la comunicación (García Criollo, Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos, 1998).

En la cuarta etapa se encuentra el **Desarrollo del Nuevo Método**, es aquí donde se planifica la nueva forma de trabajar, como sería el caso de la eliminación de algún procedimiento que no haya podido fundamentar su existencia dentro de la operación con las preguntas del análisis de los datos, o en su defecto que tenga algún argumento a favor de su eliminación como el registro de tiempos. Entre otras de las modificaciones al proceso en ésta etapa se menciona cambiar, reorganizar y simplificar.

En el penúltimo de los pasos se encuentra **Implantar el Nuevo Método** es poner en marcha la nueva manera de realizar el trabajo, estos cambios deberán tener un fundamento de beneficio económico hacia la empresa en cuanto a que se pueda cumplir con la demanda y seguridad hacia el operador al que se le debe mostrar de manera explícita el cambio y en que lo beneficia.

El último de los pasos es **Mantener** el nuevo método implantado en el área que se ésta estudiando, para ello se deberá trabajar con la cultura del equipo colaborativo, es decir dar seguimiento presencial durante un tiempo conveniente para que la nueva manera de trabajar sea una rutina y la lleven a cabo de manera natural.

### 3.1.5. Distribución de la Planta

La distribución ideal de una determinada área de trabajo influye de manera directa con la productividad de las operaciones industriales. Cuando la distribución es establecida de manera adecuada y eficaz se logra tener impacto en la reducción de los costos de las empresas (González Longoria , 2017).

Cuando se habla de una distribución de planta, se está hablando de un procedimiento mediante el cual se ordenan todos los factores físicos que forman parte de un área de trabajo con la única finalidad de tener flujos continuos, aprovechamiento del espacio y, por consecuencia, de la mano de obra (García Chacaliaza, 2018).

### 3.1.6. Diagramas Ishikawa

El Diagrama Ishikawa permite determinar las verdaderas causas de los problemas dentro de la producción, y en ella se evalúan todas las posibles variables de entrada que estén provocando la variabilidad en el proceso (Saico H., 2018).

Para realizar un Diagrama Ishikawa es necesario trabajar en equipo, siendo lo más objetivos posibles al determinar un solo punto de partida que es el problema al que se le busca dar solución. Se determinan dos niveles o áreas en las que recaerá la investigación; por ejemplo, el material, la maquinaria, los métodos, el medioambiente, entre muchos otros que pudieran considerar según sea el criterio (Gamarra Olórtegui, 2014).

Se recomienda tomar los aspectos no solo de producción sino también de administración, comunicación, capacitación y recursos para poder lograr un resultado más útil con el cual se pueda llegar, no solo a mejorar el problema si no, a optimizar los procesos encontrando áreas de oportunidad no consideradas al inicio (Gamarra Olórtegui, 2014). La **Error! Reference source not found.** muestra un ejemplo de un Diagrama Ishikawa.

### **3.1.7. Diagrama de Flujo de Proceso**

El diagrama de flujo de proceso es un documento que contiene información a detalle del proceso, abarcando la información no sólo de las operaciones, si no también considera los recorridos, los tiempos e inspecciones, para de manera gráfica representar en dónde están ubicadas las demoras o en su caso los costos ocultos de la empresa. En la

Figura 3.1 se muestra un ejemplo de un formato de flujo de proceso presentado en el libro de Niebel y Freivalds (2014).

Otro de los autores que habla sobre la importancia de este diagrama es (García Criollo , 2005) quién expresa que una de las principales funciones para esta herramienta es identificar las ineficiencias del proceso, además categoriza las actividades en cinco mencionando las operaciones, los transportes, las inspecciones, las demoras y el almacenaje, dando posibilidad también a la combinación de algunas de ellas en cualquier parte del proceso.

Ubicación: Dorben Ad Agency		Resumen					
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros		
Fecha: 1-26-98		Operación	4				
Operador: J.S.      Analista: A. E.		Transporte	4				
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Retrasos	4				
Método: <u>Presente</u> Propuesto		Inspección	0				
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina		Almacenamiento	2				
Comentarios:		Tiempo (min)					
		Distancia (pies)	340				
		Costo					
Descripción de los eventos	Símbolo				Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método
Cuarto con la existencia de materiales	○	◇	D	□			
Hacia el cuarto de recopitación	○	●	D	▽		100	
Ordenar los estantes por tipo	○	◇	●	▽			
Ordenar cuatro hojas	●	◇	D	▽			
Apilar	○	◇	●	▽			
Hacia el cuarto de doblado	○	●	D	▽		20	
Empujar, doblar, rayar	●	◇	D	▽			
Apilar	○	◇	●	▽			
Colocar la engrapadora	○	●	D	▽		20	
Poner la grapa	●	◇	D	▽			
Apilar	○	◇	●	▽			
Hacia el cuarto del correo	○	●	D	▽		200	
Colocar la dirección	●	◇	D	▽			
A la bolsa del correo	○	◇	D	▽			
	○	◇	D	▽			
	○	◇	D	▽			
	○	◇	D	▽			
	○	◇	D	▽			
	○	◇	D	▽			

Figura 3.1 Ejemplo de Diagrama de Flujo de Proceso, Pág. 29 Niebel 2009

En este diagrama es de gran utilidad la presencia de los símbolos que se muestran en la Tabla 3-1 donde además se describe cuál es su utilidad, no sólo para la conformación de formato, sino también para su interpretación.

Tabla 3-1 Simbología del Diagrama de Flujo

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	El círculo es utilizado cuando se está hablando de una operación.
	La flecha hacia la derecha significa transporte o traslado ya sea del material o del personal.
<b>D</b>	La letra de mayúscula significa demoras.
	El cuadrado hace referencia a cualquier tipo de almacenamiento.
	El triángulo invertido representa inspección.

### 3.1.8. Manejo Adecuado de los Materiales

El manejo adecuado de los materiales es uno de los factores primordiales en la seguridad industrial, un porcentaje considerable del cuarenta por ciento según lo menciona Niebel y Freivalds 2014 es debido a manipular y trasladar materiales dentro de la cadena de suministro de la industria. Por ello es de gran importancia tener las mejores

condiciones para la manipulación segura de los materiales y de todas aquellas operaciones relacionadas con la manipulación de carga manual.

### 3.2. Productividad

La productividad es definida como el conjunto de actividades y uso de los recursos de manera eficiente para lograr los objetivos de una organización, es a través del talento de las personas que se logra aprovechar al máximo la capacidad de una empresa. Es por esto que el factor humano se convierte en una prioridad para invertir en cuanto a capacitaciones, actualizaciones y entrenamiento (Cequea & Rodríguez Monroy, 2012).

La productividad según (García Criollo , 2005) es fabricar cierto producto a un costo menor, considerando los bienes de una empresa como la maquinaria, la mano de obra y los materiales como insumos y su relación directa con el producto. La productividad se puede incrementar en los siguientes casos:

- Aumentando el producto y conservando la misma cantidad de insumo.
- Reduciendo el insumo y conservando la misma cantidad de producto.
- Aumentar el producto y disminuir el insumo al mismo tiempo en cantidades equitativas.

La fórmula para medir la productividad es la siguiente y se puede ajustar según la visión de la empresa.

$Productividad\ 1 = \frac{Producción}{Insumo}$	(3.1)
--	-------

$Productividad\ 2 = \frac{Resultados\ logrados}{Recursos\ empleados}$	(3.2)
---	-------

Para poder evaluar la productividad es de importancia tener conocimiento sobre los factores que pueden llegar a ser delimitaciones para poder aumentarla entre las cuales se encuentra: la incapacidad de liderazgo de los dirigentes para establecer ambientes en pro de las metas de la organización, el tamaño y la falta de actualizaciones en cuanto a innovación y competencia, además de otros elementos intelectuales como el desconocimiento de la manera de cómo medir la productividad y la falta de inversión en equipos con alta tecnología.

Según (García Criollo , 2005) para medir la productividad se pueden utilizar como parámetros de medición los siguientes elementos: la mano de obra, la maquinaria, los materiales, los métodos, los mercados, el medio ambiente, el mantenimiento de los sistemas y los misceláneos.

Para poder medir la productividad es de suma importancia medir el tiempo considerando las horas hombre o las horas máquina que se utilizan para obtener una cierta cantidad de productos o de servicios, realizar esta tarea de manera adecuada da a conocer al investigador cuál es su estatus y a generar nuevas metas a alcanzar relacionadas con el rendimiento (García Criollo , 2005).

Existen dos elementos fundamentales con los cuales también se puede comprender a detalle la productividad como lo son la eficiencia que corresponde a todo el material humano, equipo y maquinaria utilizado para cumplir con eficiencia que a su vez se puede definir con el cumplir con una meta o un estándar de producción (García Criollo , 2005).

$Productividad\ 3 = \frac{Eficacia}{Eficiencia} = \frac{Valor}{Costo} = \frac{Cliente}{Productor}$	(3.3)
--	-------

Entre algunos elementos que afectan la productividad se puede presentar el tiempo muerto, el cual surge a raíz de problemas como falta de: material, personal, energía,

información, o de trabajo. Otras fórmulas que atañen al tema de la productividad son las siguientes:

$Capacidad\ utilizada = (Capacidad\ disponible - tiempo\ muerto)$	(3.4)
---	-------

$Unidades\ x\ dia = \frac{x\ unidades}{60\ min} = \frac{Minutos\ en\ un\ turno\ del\ turno}{1\ turno}$	(3.5)
--	-------

$Porcentaje\ de\ eficiencia = (Capacidad\ usada / Capacidad\ disponible) \times 100$	(3.6)
--	-------

$Porcentaje\ de\ eficacia = (Producción\ real / Producción\ programada) \times 100$	(3.7)
---	-------

### **3.3. Estudio de Tiempos**

El estudio de tiempos es llevado a cabo con la finalidad de determinar el Tiempo Estándar de un proceso. Además, está basado en la observación, el cronometrado de las actividades y concluye con la documentación, en la cual se describe y contabiliza el tiempo consumido. Es aquí donde a raíz de los tiempos, se puede determinar de manera exacta la cantidad de mano de obra necesaria para cumplir con cierta demanda.

Para llevar a cabo un estudio de tiempos se requiere el cumplimiento de un protocolo en el cual se le informa al equipo de trabajo que se realizará un estudio de tiempos, al igual que a los supervisores con la finalidad de que abastezcan la operación con el equipo y herramientas de trabajo necesarias para el proceso, de contar con sindicatos es importante informar y seleccionar al personal que cuente con la capacidad y sea competente para realizar el estudio (Niebel & Freivalds, 2014).

La manera en que se ejecuta el estudio de tiempos es la siguiente: realizar un recorrido en el área a estudiar e identificar elementos de importancia como operaciones clave (las más caras o cuellos de botella), enseguida se realiza la selección del operario (de acuerdo a un desempeño normal no rápido ni muy lento), posterior a ello se hace el registro de la información importante en diagramas descripción de trabajo, delimitaciones de su puesto y todo aquello que en él, el observador deberá estar de pie y en una posición que favorezca su alcance visual, luego seccionará su operación y calculara mediante sus datos obtenidos el Tiempo Estándar (Niebel & Freivalds, 2014).

### **3.3.1. Tiempo Estándar**

El Tiempo Estándar hace referencia al tiempo que un operador requiere para llevar a cabo un procedimiento a un ritmo normal y habiendo considerado la holgura necesaria para la fatiga natural del cuerpo, las necesidades personales del mismo y el esfuerzo físico que se le aplica a la tarea.

El Tiempo Estándar se obtiene aplicando la siguiente formula en donde:

TE = Tiempo Estándar

TN = Tiempo Normal

$$TE = (TN)(TN * Holgura) = TN \times (1 + Holgura) \quad (3.8)$$

Otra manera de calcular el Tiempo Estándar cuando no se conoce el tiempo total que consume la operación es aplicando la siguiente fórmula.

$$TE = TN / (1 - Holgura) \quad (3.9)$$

### **3.3.2. Operador Estándar**

Cuando se está hablando de un Operador Estándar es imprescindible mencionar que un operador estándar está calificado, entrenado y labora a un ritmo de trabajo normal, es decir, no rápido y no lento, si no a un ritmo natural en el que pudiera desarrollar esa misma tarea a través de su turno de manera ideal cumpliendo con su demanda.

El desempeño del operador debe de ser evaluado durante la toma de tiempos. En esta tarea, es necesario que el analista formule criterios de acuerdo al desarrollo de la actividad en la que se considere por ejemplo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia del operador.

Cuando se considera de manera objetiva las operaciones, es de mucha ayuda tomar en cuenta herramientas o criterios ya preestablecidos como son las calificaciones de los aspectos ya mencionados y que a continuación se exponen en las siguientes tablas:

Tabla 3-2,

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 3-3, Tabla 3-4 y Tabla 3-5, que se muestran a continuación.

Tabla  
Calificar Habilidades

3-2 Ponderación para

<b>%</b>	<b>Nivel</b>	<b>Calificación</b>
+0.13 %	A1 Nivel	Excesivo Calificación
+0.12 +0.15	A2 A1	Excesivo Superior
+0.10 +0.13	B1 A2	Excelente Superior
+0.08 +0.11	B2 B1	Bueno Excelente
+0.05 +0.08	C1 B2	Bueno Excelente
+0.02 +0.06	C2 C1	Bueno Buena
0.00 +0.03	D C2	Promedio Buena
-0.04 +0.00	E1 D	Aceptable Promedio
-0.08 -0.05	E2 E1	Aceptable Aceptable
-0.12 -0.10	F1 E2	Malo Aceptable
-0.17 -0.16	F2 F1	Malo Mala
-0.12	F2	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

<b>%</b>	<b>Nivel</b>	<b>Calificación</b>
----------	--------------	---------------------

Tabla 3-3 Ponderación  
Desempeño

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Bueno
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

para Calificar el

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 3-4 Ponderación para Evaluar las Condiciones de Trabajo

<b>%</b>	<b>Nivel</b>	<b>Calificación</b>
----------	--------------	---------------------

+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 3-5 Ponderación para Evaluar la Consistencia del Trabajador

%	Nivel	Calificación
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

### 3.3.3. Holgura para el Estudio de Tiempos

Durante el desarrollo del estudio de tiempos es seguro encontrar holguras o demoras ya sea en el proceso, la maquinaria que se utiliza o el operador, y para poder tener un tiempo realmente objetivo al determinar el Tiempo Estándar es necesario establecer el porcentaje ideal para cada proceso tomado en cuenta las necesidades personales, las posturas y la fatiga básica.

Cuando se habla de la fatiga que se le agrega a las necesidades personales regularmente se considera un promedio del tiempo que los trabajadores a nivel industrial han permitido establecer, y es básicamente un cinco por ciento aunque puede ser menor o mayor que esto pero regularmente no varía mucho de esta información.

En cuanto a la fatiga básica está según Niebel y Freivalds nos dicen que se considera con regularidad un cuatro por ciento ya que según el desgaste del trabajador

durante su jornada laboral se va perdiendo energía y es normal que ocurra una disminución en el esfuerzo, por otro lado también se toma en cuenta la etapa de la curva de aprendizaje en la que se encuentre el operario, ya que si no está acostumbrado a un ritmo de trabajo tardará para tomar un ritmo normal y por tanto se cansará más rápido que alguien que ya domine la operación.

La holgura que se toma para la postura del operario está basada en la posición de su cuerpo, es decir, si el personal se encuentra de pie, si está sentado o si en el peor de los casos está inclinado o en una postura incómoda. Para estas tres situaciones se le otorga un valor del suplemento en el tiempo del siete por ciento, del dos por ciento y del diez por ciento respectivamente.

#### **3.3.4. El Número de Observaciones**

El número de ciclos que se toman en un estudio de tiempos puede tener una base fundamentada en cálculos estadísticos, mediante el apoyo del cálculo del promedio y la desviación estándar, luego de haber obtenido una primera muestra. En el libro de (Niebel & Freivalds, 2014) se muestra una tabla en la que sugiere 10 ciclos recomendados de acuerdo al tiempo de 5 a 10 minutos que consume una operación y para los que duren de 10 a 20 minutos se recomiendan 8 ciclos dado el caso de éste estudio.

#### **3.3.5. La Distribución Normal**

Según (Batanero, Tauber, & Sanchez, 2001) señalan que de acuerdo a que la distribución normal puede calificar diferentes eventos que van desde los físicos hasta los psicológicos y los logra exponer como modelos de comportamiento común en cuanto a sus datos, la describe también como una aproximación a otro tipo de distribuciones como la binomial y la de T de Student. La importancia de la distribución normal radica en que

los datos de cualquier estudio requieren cumplir con la condición de normalidad sin importar el tamaño de la muestra ni si son o no poblaciones normales.

La distribución normal en palabras más sencillas habla de que en determinado proceso todas las muestras tienden a comportarse estadísticamente de manera muy similar, por ello también es conocida como el comportamiento gaussiano o la llamada campana de Gauss, en la cual se aprecia gráficamente la dispersión de los datos tomados en una muestra (Fernandez S. & Díaz S., 2001).

Unas de las características que distinguen a la distribución normal son las siguientes, tiene una única moda la cual coincide con la media, el área bajo la curva es igual a 1 y la forma de la campana depende de la media y de la desviación estándar.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales

Las herramientas utilizadas para llevar a cabo el proyecto se presentan a continuación al igual que el equipo y los formatos desarrollados para la recolección y el análisis de los datos relacionados con la toma de tiempos, con los cuales se establece el número de operadores necesarios para cubrir la demanda que este almacén industrial tiene con cierto cliente.

#### 4.1.1. El Cronómetro

Instrumento de precisión que se utiliza en la medición de intervalos de tiempo, donde intervalo de tiempo se define como un lapso entre dos eventos. El origen del nombramiento de este equipo hace referencia simbólica al dios mitológico griego del tiempo Cronos (Alonso Rodríguez & Velázquez Díaz , 2013). El cronómetro utilizado en la toma de tiempos del almacén se muestra a continuación en la Figura 4.1, el cual es digital y fue de utilidad para tomar de manera continua la observación del proceso.



Figura 4.1 Cronómetro Utilizado en la Toma de Tiempos

### 4.1.2. Excel

La hoja de cálculo de Excel® se empleó para la elaboración de los formatos por ser una herramienta al alcance de todas las empresas. En esta hoja de cálculo se puede lograr la manipulación inmediata de los datos, ya que se puede agregar el lenguaje en el que se introducen los datos por ejemplo los minutos y segundos se pueden sumar de manera directa facilitando el estudio.

### 4.1.3. Odómetro

Para la documentación del Lay-Out fue necesario medir las instalaciones, en especial las distancias entre los recursos de interés que son las áreas de los racks, la captura y las rampas de embarque. El aparato seleccionado para llevar a cabo la medición fue un odómetro que se muestra en la Figura 4.2 con la capacidad de contabilizar hasta 1000 metros, entre sus características físicas se puede mencionar que la rueda mide 30 centímetros de diámetro y cuenta con un mango ajustable, un tripie y una lámpara para visualizar la medida de manera clara.



Figura 4.2 Odómetro Utilizado para Medir el Área Física del Almacén

#### **4.1.4. Minitab**

Este es un software Figura 4.3 de gran apoyo para la evaluación de la calidad en los procesos Industriales, ya que entre las funciones que ofrece un programa nos brinda la oportunidad de explorar los datos recolectados de cierto proceso de interés mediante gráficos, realizar análisis estadísticos y diseñar experimentos que aporten beneficio a lo analizado (Minitab, 2018).



Figura 4.3 Logotipo del Programa Minitab.

## **4.2. Métodos**

Este proyecto se desarrolló basándose en la metodología de Estudio del Trabajo, la cual inicia con la observación del proceso de servicio y la caracterización del área, los procesos y los puestos de trabajo y todas las delimitaciones de espacio y equipo que a continuación son detallados.

Además diseñó un formato de análisis de tiempos para determinar el tiempo estándar del servicio y más adelante se explica qué elementos fueron tomados en cuenta, las características del personal evaluado y la manera en que los datos fueron analizados para la determinación del número de almacenistas requeridos en el cumplimiento de la demanda.

### 4.2.1. Selección de la Operación bajo Estudio

Consiste en identificar la operación que se tomará como principal objeto de estudio, debido a la importancia que tiene dentro del servicio que ofrece el almacén industrial en el cual se está desarrollando el proyecto, basándose en algunos aspectos como tiempo muerto, costo que genera la mano de obra y el uso o desuso de los equipos que se utilizan, además de la seguridad del operador.

### 4.2.2. Registro

En esta parte del proceso se realizó lo siguiente:

- La entrevista con las personas que integraban el equipo de trabajo para conocer sus funciones e identificar el organigrama de trabajo y definir las operaciones con problemática de tiempo muerto.
- La descripción de las operaciones con la ayuda de un diagrama de flujo de proceso como el que se muestra en la Figura 4.4. en donde se exponen las demoras de la operación, en este caso sólo se aplicó a seleccionadas con rango de mayor trascendencia en el servicio.

Diagrama de flujo de proceso				Resumen			
Ubicación:				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Actividad:				Operación			
Fecha:				Transporte			
Operador:				Retrasos			
En cierre en un círculo el método y tipo apropiados				Inspección			
Método				Almacenamiento			
Tipo				Tiempo			
Trabajador	Material	Máquina		Costos			
Comentarios:							
Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en segundos)	Distancia (en metros)	Recomendaciones al método			
	● → D ■						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						
	● → D ■ ▼						

Figura 4.4 Formato para el Registro de las Operaciones.

- Se documentó el Lay-Out del área midiendo con un odómetro como se muestra en la Figura 4.5 para conocer la distribución del equipo, los materiales y el área administrativa que está destinada a dar servicio a cierto cliente, y esta información se utilizó para determinar el plan de trabajo y llevar a cabo el estudio de tiempo.



Figura 4.5 Medición del Área con Odómetro

### 4.2.3. Análisis

De acuerdo con la información obtenida mientras se caracterizó el área de trabajo considerando las delimitaciones, los alcances, la mano de obra, la distribución del equipo y conociendo la función de cada uno de los elementos que conforman ésta área de trabajo, se consideró el tiempo muerto como uno de los problemas más graves dentro de la operación. Para ello se recomendó el desarrollar un estudio de tiempos con el cual se facilitara medir la productividad y las necesidades reales respecto a la mano de obra comparándola con la demanda.

#### **4.2.4. Desarrollo del Estudio de Tiempos**

De acuerdo a la necesidad por determinar los niveles de improductividad del almacén se le solicitó a la empresa un cronómetro, un equipo de cómputo y la disposición por parte del personal para que colaborará en la recolección de los datos durante un estudio de tiempos. Dicho estudio se llevó a cabo a través de la observación y el seguimiento de cercas de los operadores seleccionados, con el propósito de encontrar el Tiempo Estándar y a su vez registrar las características del personal operativo.

Cabe mencionar que los elementos que conforman la parte central del documento fueron trascendentales para el análisis de los datos, siendo estos el Tiempo Observado, el Tiempo Normal, el número de observaciones, el porcentaje de holgura mencionado con anterioridad aplicado al promedio y finalmente el Tiempo Estándar por tarea.

La toma de tiempos se llevó a cabo considerando los horarios determinados por el cliente para entrega de material, denominadas “ventanas de surtido” o en palabras más simples horario de surtido al cliente. Cada surtido de material tenía características específicas y se podía realizar de manera individual o en pareja. Se tomó el tiempo a los dos tipos de proceso para aumentar la efectividad del estudio y los lapsos de las muestras corresponden a surtidos completos en los cuales se pudo categorizar los requerimientos de acuerdo con la complejidad y tiempo que consumía dar el servicio.

Los periodos de surtido se basan en el requerimiento de siete plantas las cuales cuatro están en la ciudad, tres en la capital y una en el estado de Guanajuato. Es de importancia saber que el material que se surte a las plantas tiene dimensiones, características de peso y se manipulan de diferente manera, todo esto se consideró en el estudio para poder determinar una calificación de desempeño del materialista.

El formato para la toma de tiempos se basó en los presentados en el libro de Niebel haciéndole varias adaptaciones tales como la segmentación de las actividades y definiendo una operación completa como la que sucede cuando se presenta un evento específico como “surtir”. Este formato se presenta a continuación en la Figura 4.6.

Formato para observación de estudio de tiempos												Fecha:												Página 1-1											
Formato para observación de estudio de tiempos				Estudio num.1				Fecha:				Observador: JAB																							
1		2		3		4		5		6		7		8																					
Número de elemento y descripción		Surtr requerimiento		Surtr requerimiento		Surtr requerimiento		Cargar material a caja		TN Nota		TN Nota		TN Nota																					
Ciclo	Nota	C	LC	TO	TN	Nota	C	LC	TO	TN	Nota	C	LC	TO	TN	Nota	C	LC	TO	TN	Nota														
1																																			
2																																			
3																																			
4																																			
5																																			
6																																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11																																			
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19																																			
TOTAL																																			
TO total				0.00.00																															
Calificación				0.00.00																															
TN total				0.00.00																															
Num. De observaciones				0.00.00																															
TN promedio				15%																															
% de holgura				00.00.00																															
Tiempo estándar elemental				00.00.00																															
Num. De ocurrencias				00.00.00																															
Tiempo estándar				00.00.00																															
Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos):				00.00.00																															
Verificación de los tiempos				0.00.00																															
Elementos extraños																																			
Sim	LC1	LC2	TO	Descripción																															
A				Tiempo de terminación																															
B				Tiempo de inicio																															
C				Tiempo transcurrido																															
D				TTAE																															
E				TTDE																															
F				Tiempo verificado total																															
G				Tiempo efectivo																															
Tiempo registrado total				1 hora																															
Tiempo no contabilizado				%																															
Tiempo observado				0%																															
Resumen de holguras				Necesidades personales																															
Fatiga básica																																			
Fatiga variable																																			
Especial																																			
% de holgura total																																			

Figura 4.6 Hoja de Registro para la Toma de Tiempos

### **4.2.1. Definición de Holgura para Determinar Tiempo Estándar**

Para la determinación del tiempo estándar es necesario considerar un tiempo de holgura adecuado que corresponda a la operación y la carga laboral de los empleados. En este caso y considerando que la operación que se realiza de surtido de material pasa todo el turno de pie y los movimientos por material individual del rack a la paleta de surtido son manuales, donde el peso sobrepasa la carga límite del operario, y de acuerdo a tablas predeterminadas del libro de Estudio del Trabajo se consideró un 15% para este concepto.

De la hoja de toma de tiempos original se extrajo solo la información de la operación y el tiempo consumido por operador y se creó otra tabla en Excel en la cual se agregaron dos columnas más donde se señaló la media muestral y la desviación estándar muestral. Finalmente se llevó a cabo un resumen de la información de los tiempos de operación y por surtido mediante los cuales se pudieron presentar resultados.

### **4.2.2. Análisis del Estudio de Tiempo**

Una vez recolectados los datos fue necesario evaluarlos y se optó por demostrar si los datos presentaban normalidad uno de los supuestos de estadística que nos ayuda a dar cierta credibilidad a los datos, esta prueba se efectuó utilizando el software Minitab de la siguiente manera: insertar los datos en la hoja de trabajo y luego dar clic en la barra de herramientas de Minitab donde dice Estadística, luego Estadística Básica y por último la Prueba de Normalidad como se muestra en la Figura 4.7.

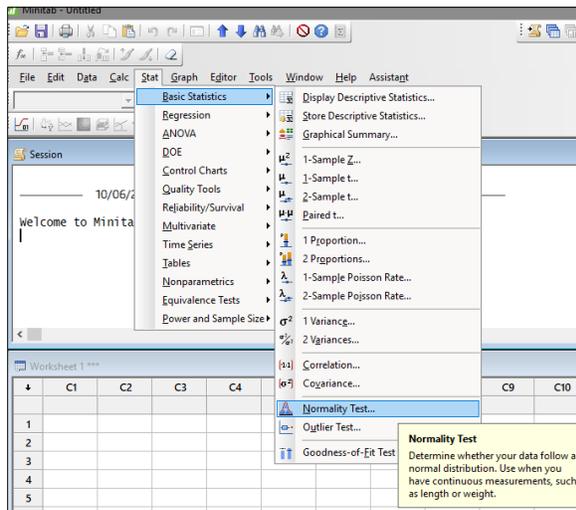


Figura 4.7 Cómo Encontrar la Prueba de Normalidad

Ya validada la normalidad de los datos se estableció el Tiempo Estándar de cada operador y también se dio a conocer mediante la capacidad y rendimiento laboral quien se consideraba como el operador promedio. Durante el resumen de los datos se pudieron graficar más elementos que le dan una caracterización al proceso que en esta empresa no tenía como la operación más frecuente y la operación que más tiempo consumía.

Conocido el Tiempo Estándar se detalló de manera clara cuales fueron los elementos que formaron parte de cada ciclo de toma de tiempo, en donde mediante una tabla resumen se compilo la información del trabajo de las diferentes formas que tienen para surtir el material. Finalmente se llevó a cabo un resumen de la información de los tiempos de operación y por surtido mediante los cuales se pudieron presentar resultados.

En Minitab también se realizaron la prueba de medias iguales para mostrar las diferencias entre un operador y otro para ello se tomaron cuatro actividades principales que realizan los montacarguistas las cuales son Conseguir, Entregar, Regresar y Surtir, reforzando la información se aplicó a prueba de varianzas iguales.

### **4.2.3. Tablas, Gráficas y Comparativos**

Validados los datos para poder tener un criterio más amplio de como realizan sus operaciones los montacarguistas, es decir para conocer cuáles son sus debilidades (operaciones repetitivas o las que más tiempo consumen) y cuáles otras sus fortalezas (agilidad y rapidez), se agregaron tablas con tiempo estándar por operación y se graficó la frecuencia y el tiempo que consumían, al final se agregó un comparativo.

Se realizó la prueba de medias para cada una de las actividades similares de los tres operadores del montacargas con ayuda de Minitab con la intención de encontrar el comportamiento y diferenciar sus tiempos de manera más precisa.

### **4.2.4. Interpretación de la Demanda**

Se realizó la investigación y la recopilación de datos un ejemplo de los registros están en el Anexo F, donde se muestra el historial de pedido diario de todo el año anterior, información de la cual se calculó el promedio de pedido de material diario por mes y se graficó con la intención de mostrar el comportamiento y volumen de los pedidos del cliente.

También en base a la observación se pudieron describir las ventanas de surtido las cuales son tres por turno, refiriéndonos a la hora en que llegan los camiones del cliente para ser cargados con su material las horas en las que sucede esto son las 10 am, las 2pm y las 6 de la tarde.

En relación al tipo de servicio que se le brinda al cliente se detalla que el estudio de tiempos se basó en la entrega de paletas de material, es decir cada tarima con material flejado corresponde a un ciclo. En el paso anterior se determinó en que se utiliza de manera eficiente la mano de obra por ello se puede afirmar que durante la actividad de surtido se encuentran dos diferentes tipos de requerimiento uno pesado y otro normal, en el requerimiento pesado se ocupa el trabajo del operador más ágil.

#### **4.2.5. Presentación de los Resultados del Estudio**

Se estimó el comportamiento de la demanda en base al registro de salida del material en los últimos seis meses de requerimientos, con lo cual también se observó una constante cantidad de 43 paletas diarias. Para poder estimar la oferta de mano de obra, se registraron los tiempos de surtido de material, considerando las características del requerimiento por secciones y horarios. En la siguiente sección, se describen cada una de las categorías observadas.

## 5. RESULTADOS

### 5.1.1. Selección de la Operación

Para la toma de tiempos se seleccionó el personal del área de surtido porque para brindar el servicio al cliente esta operación es significativamente importante. Debido a la carencia de datos del proceso fue necesario realizar el estudio de tiempos a los primeros tres montacarguistas, se omite al cuarto porque se utiliza su mano de obra para una operación especial. Esto se lleva a cabo para poder determinar características del operador estándar y el ritmo de trabajo bajo las condiciones de la bodega a continuación en la Figura 5.1 se muestra el organigrama del área.

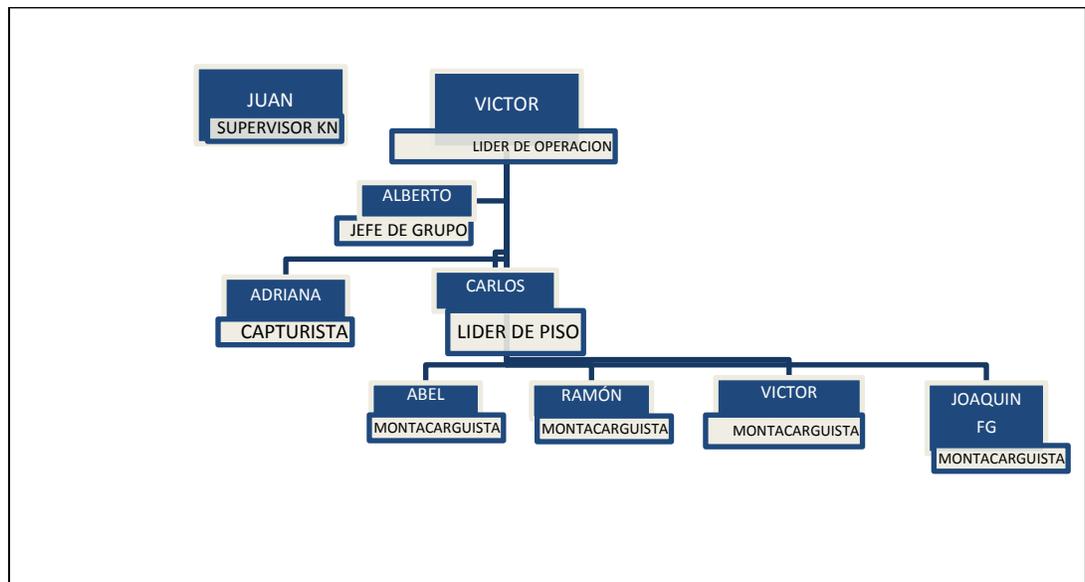


Figura 5.1 Organigrama del Equipo de Trabajo.

En la selección del personal se consideró dejar un antecedente de la forma de trabajar de los empleados ya que no existían estándares de trabajo. Luego de identificar las habilidades, experiencia, esfuerzo y desempeño de los operadores se definió al

operador promedio, cuyos tiempos son tomados para el cálculo de capacidad de la operación y con los cuales finalmente es determinada la mano de obra requerida para cumplir con el servicio al cliente.

En el formato utilizado se tiene un apartado en el cual se le otorgó una calificación en base a las tablas mostradas con anterioridad en la que se pueden considerar la agilidad o destreza del operador. Por ejemplo, en la operación nombrada como “búsqueda” se realiza la localización física del material como los rollos de cable en la que un operador calificado con experiencia puede identificar los colores del material con solo ver el número de parte en la hoja de surtido.

### **5.1.2. El Registro de los Datos del Área**

- En cuanto al registro de actividades el formato de documentación de procesos se basó en los que se presentan en el libro de Niebel y Freivalds adaptándolo a las operaciones propias del área de almacén y montacargas que se presentan en los Anexos 1 y 2.
- Para el reconocimiento del área de trabajo fue medida con la ayuda de un odómetro y abarca  $2,120 m^2$ , en el cuál hay 14 racks con un total de 2,604 localidades (2 espacios entre cada torre aumentadas en seis niveles y cuenta con 32 torres), y además se cuenta con un área de escritorios, otra de recibos envíos y otra más de almacenaje a continuación se muestra la distribución del área en formato 3 en la Figura 5.2.

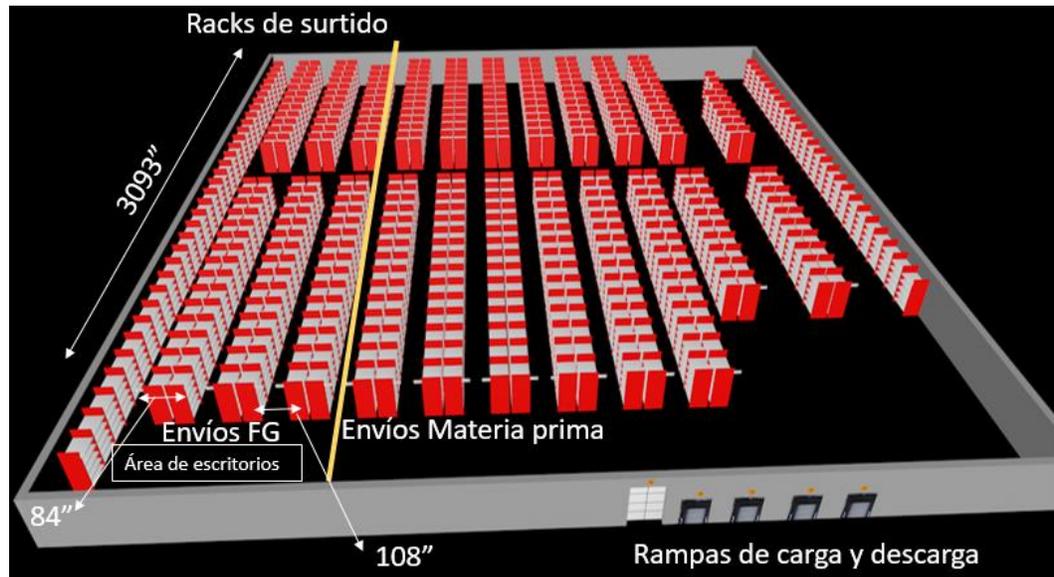


Figura 5.2 Lay-Out de la planta en 3D

Fuente: Material Compartido por el C. Luis Monreal Colaborador de la Planta.

## 5.2. Análisis del Problema

Mediante la lluvia de ideas y la recopilación de información se encontró como principal raíz del problema la medición de los elementos del proceso en el servicio de logística. En la Figura 5.3 de diagrama de causa y efecto se muestran algunos de los factores que fueron tomados en consideración para el arranque del proyecto en la medición del tiempo.

En el análisis se encontró información ya trabajada sobre el área donde se documentaban actividades del personal operativo desde los administrativos hasta los montacarguistas que indicaban tiempo muerto y holguras de las cuales no tenían criterios aceptables para prescindir de la mano de obra o tomar decisiones concretas por parte del cliente o de la empresa que prestaba el servicio.

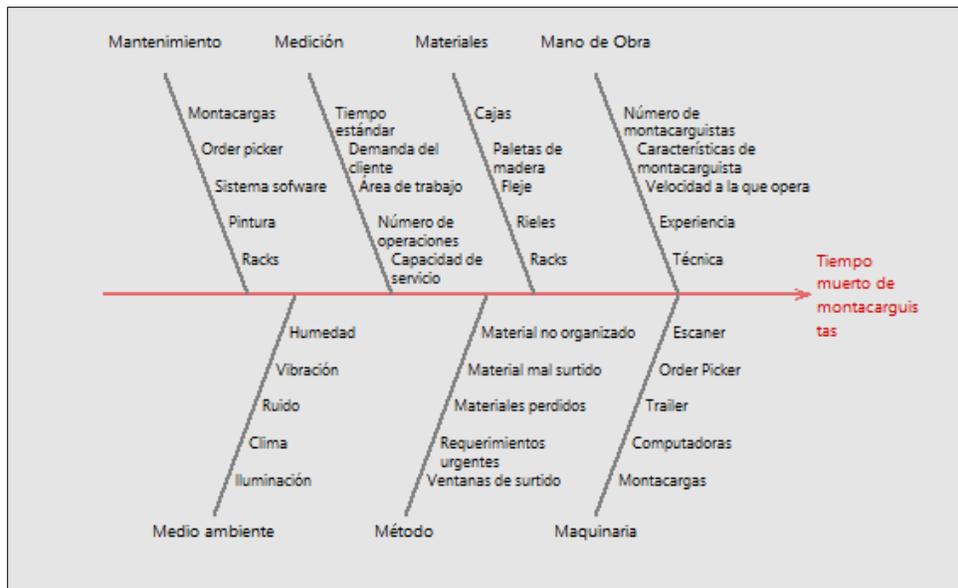


Figura 5.3 Causa y Efecto para Análisis de Tiempo Muerto del Montacarguista.

### 5.3. Estudio de Tiempos

Una vez hecho el reconocimiento del área de trabajo se realizó el estudio de tiempos con cronómetro en un periodo aproximado de tres semanas en las que se tomaron en cuenta los factores como la frecuencia de los pedidos y los horarios de las ventanas de surtido. Se seccionó la actividad general en partes representativas de su operación, como por ejemplo surtir, buscar, conseguir, regresar, descargar y cargar, en dónde:

- **Surtir** es entregar el material requerido una vez completado el nivel de la paleta que se refiere a lograr una altura del material debajo de los hombros con regularidad conformando por 18 cajas, y se lleva la paleta a embarque. El tiempo tomado en esta operación comienza cuando el operador toma la paleta completa y termina cuando deja el material en embarques.
- **Buscar** para esta operación se toma como punto de inicio del cronómetro cuando se recibe el requerimiento, cada vez que se observa el requerimiento para

ver un número de parte, la cantidad por caja y número de cajas a surtir, y termina cuando el Montacarguista ha identificado y se ha posicionado en el lugar donde se encuentra el material.

- **Conseguir** esta parte de la operación es cronometrada mientras el Montacarguista, a través del montacargas, sube cuchillas y baja el material para, en la mayoría de las ocasiones, surtir solo una parte de esa paleta. Cuando el material es puesto en otra paleta de surtido nueva se termina de contar el tiempo.
- **Regresar** es cuando el montacarguista una vez surtido el material de la paleta que bajó, devuelve a la localidad el material que no le fue requerido.
- **Descargar** hace referencia a la operación del montacarguista cuando llega material a la planta por parte de los proveedores del cliente para ser almacenada y posteriormente ser localizada.
- **Cargar** es la operación referente a la acción de tomar el material (que ya está auditado) con el montacargas y subirlo a la caja de tráiler.

Los datos obtenidos de los tres operadores bajo estudio se muestran en Figura 5.5, Figura 5.5 y Figura 5.6. Los tiempos importantes son los que indican el momento en que se surte una tarima completa que corresponde a un ciclo al igual que los elementos que están identificados con alguna letra del abecedario que corresponden a tiempos no comunes en los cuales ocurrió un evento extraño o no esperado. Esos tiempos los identificados con letras se señalan como un incidente en la parte posterior de la hoja de estudio, pero no son considerados en la estimación del Tiempo Estándar.

La toma de tiempos fue de manera corrida sin detener el cronómetro y cada segmento de medición se conforma, en el formato, de diecinueve tomas de tiempo. Las sumatoria de los datos se encuentran resumidos en la parte inferior del documento.

## **5.4. Desahogo de Tiempos**

Para determinar el porcentaje de holgura fue de importancia tomar en cuenta elementos que se pueden cotejar en el Anexo F y G relacionándolo primero con las necesidades personales, agregando un 5% a las demoras, sumado a esto un porcentaje del 4% correspondiente a la fatiga natural del materialista en sus jornada laboral, y por último se le agregó 6% por la posición de trabajo que es todo el día de pie, dando un total del 15% de holgura que ayuda a determinar el Tiempo Estándar.



Formulario para observación de estudio de tiempos		Estudio num.1				Fecha: 17-18 octubre 2018				Página 3											
Número de elemento y descripción		3 Descarga material				Operador: Ramon Ortiz				Observador: JARU											
Ciclo	Nota	C	L	LC	TO	TN	Nota	C	L	LC	TO	TN	Nota	C	L	LC	TO	TN	Nota		
1	Conseguir	80	0:17:45	Juntir	80	0:16:09	Localiza	80	0:54:36	Localiza	100	0:20:31	Localiza	100	0:16:24	Localiza	90	0:22:30	Localiza	90	0:18:09
2	Juntir	80	0:36:30	Regresar	90	0:22:22	Conjunte	80	1:24:36	Conjunte	80	2:13:27	Conjunte	100	0:13:33	Localiza	100	0:13:33	Localiza	90	0:17:16
3	Regresar	90	0:13:21	Conjunte	80	0:49:39	Localiza	80	0:33:47	Localiza	100	0:10:17	Localiza	100	0:17:00	Conjunte	90	0:24:38	Localiza	80	0:33:29
4	Reconocer	80	0:32:50	Juntir	80	0:16:54	Conjunte	75	1:23:16	Reconocer	80	0:12:26	Localiza	80	0:10:00	Localiza	80	0:10:33	Conjunte	80	0:18:32
5	Regragar	80	0:09:36	Regresar	80	0:24:16	Localiza	80	0:25:33	Localiza	80	0:17:24	Localiza	80	0:23:34	Conjunte	100	0:11:13	Localiza	80	0:16:22
6	Conseguir	80	0:46:25	Entrega	70	1:01:36	Localiza	80	0:37:16	Conjunte	80	0:35:38	Localiza	80	0:43:44	Localiza	80	0:17:21	Conjunte	80	0:28:12
7	Juntir	80	0:47:38	Conjunte	80	0:45:10	Localiza	80	0:07:23	Localiza	80	0:44:13	Localiza	80	0:32:31	Localiza	80	0:16:11	Localiza	80	0:22:21
8	Regresar	80	0:34:25	Surte	80	0:41:24	Localiza	80	0:44:13	Conjunte	80	0:32:18	Localiza	80	0:26:31	Localiza	80	0:20:19	Conjunte	80	0:33:12
9	Conseguir	80	0:39:02	Regresar	80	1:22:20	Localiza	80	0:40:15	Localiza	70	1:05:09	Localiza	80	0:36:21	Localiza	100	0:13:49	Localiza	80	0:31:00
10	Juntir	80	0:17:04	Conjunte	70	1:22:20	Localiza	80	0:30:15	Argero suelto	77.4	14:32:19	Localiza	80	0:26:29	Localiza	100	0:12:19	Conjunte	80	0:29:03
11	Regresar	80	0:29:13	Surte	80	0:22:22	Conjunte	95	0:31:28	Conjunte	70	2:45:21	Conjunte	100	0:17:21	Localiza	100	0:16:37	Localiza	80	0:27:28
12	Conseguir	80	0:55:16	Entrega	70	1:13:16	Localiza	80	0:21:16	Localiza	80	0:37:06	Localiza	80	0:28:06	Localiza	100	0:16:06	Localiza	80	0:32:15
13	Juntir	70	2:10:46		80		Localiza	80	0:37:10	Localiza	80	0:46:34	Localiza	80	0:12:06	Localiza	90	0:17:22	Localiza	80	0:36:23
14	Regresar	80	0:44:20		80		Conjunte	80	0:35:04	Localiza	80	0:44:31	Localiza	80	0:20:24	Localiza	90	0:23:27	Conjunte	80	0:28:25
15	Regragar	70	2:37:25		80		Localiza	90	0:26:19	Reconocer	98	20:00:00	Conjunte	80	0:39:17	Conjunte	80	0:13:16	Localiza	90	0:12:21
16	Conseguir	80	0:36:09		80		Conjunte	95	0:28:23	Localiza	80	0:18:32	Localiza	80	0:32:00	Reconocer	70	1:07:09	Conjunte	90	0:18:07
17	Juntir	80	0:26:02		80		Conjunte	90	0:37:10	Localiza	80	0:16:02	Localiza	80	0:24:04	Localiza	90	0:14:09	Localiza	80	0:42:18
18	Regresar	80	0:27:45		80		Localiza	80	1:06:47	Localiza	80	0:17:36	Localiza	80	0:33:10	Localiza	90	0:17:23	Localiza	80	0:42:18
19	Conseguir	80	0:37:26		80		Conjunte	80	0:10:31	Conjunte	80	0:09:23	Localiza	80	0:22:21	Conjunte	90	0:20:13	Conjunte	90	0:31:12
RESUMEN																					
TO total	14:25:32				10:41:11				20:04:34					8:12:02							7:39:43
Calificación	83.42				81.06				82.89					80							84.71
TN total	0:45:34				0:35:26				1:03:24					0:44:00							0:23:42
Num. De observaciones	19				12				19					19							17
TN promedio	0:46:00				0:34:00				1:11:00					0:44:00							0:26:00
% de holgura	20%				20%				20%					20%							20%
Tiempo estándar elemental	0:55:12				1:04:48				1:21:39					0:32:48							0:31:12
Num. De ocurrencias	1				1				1					1							1
Tiempo estándar	0:55:12				1:04:48				1:21:39					0:32:48							0:31:12
RESUMEN DE TIEMPOS																					
Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos):																					
8:12:02																					
90.5181279																					
8:51:04																					
91.32																					
0:21:41																					
19																					
0:21:00																					
20%																					
0:31:12																					
0:25:24																					
1																					
0:26:24																					
0:31:12																					
Resumen de holguras																					
Necesidades: personal																					
Falta básica																					
Falta variable																					
Especial																					
% de holgura total																					
20																					

Figura 5.5 Tiempos del Operador 2



## 5.5. Registro de Frecuencia de Actividades

Una vez recolectados los datos se agruparon en otra hoja de Excel que se muestra en Anexo C, Anexo y Anexo para poder organizar la información y evaluar la frecuencia y el tiempo que se consume por operación. Los resultados de las frecuencias se encuentran en Figura 5.7, Figura 5.8 y Figura 5.9.

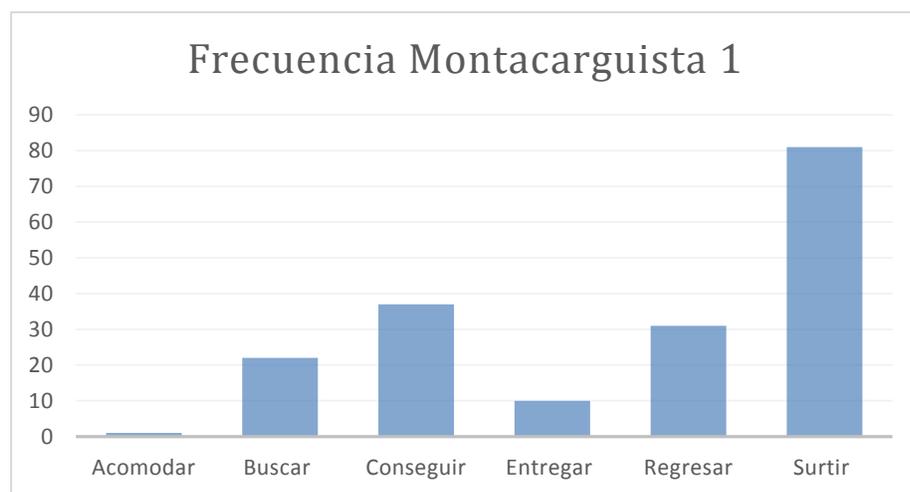


Figura 5.7 Gráfica de Frecuencias de Operaciones del Montacarguista 1

De acuerdo con la gráfica que se muestra en la Figura 5.7 con los datos obtenidos a través del estudio, es claro que la función de surtir material es la de mayor frecuencia también la de mayor prioridad para dar servicio al cliente. Haciendo referencia a la eficacia y la eficiencia con la que el montacarguista realizó cada una de estas funciones se le asignó una calificación en cada una de las tomas del tiempo.

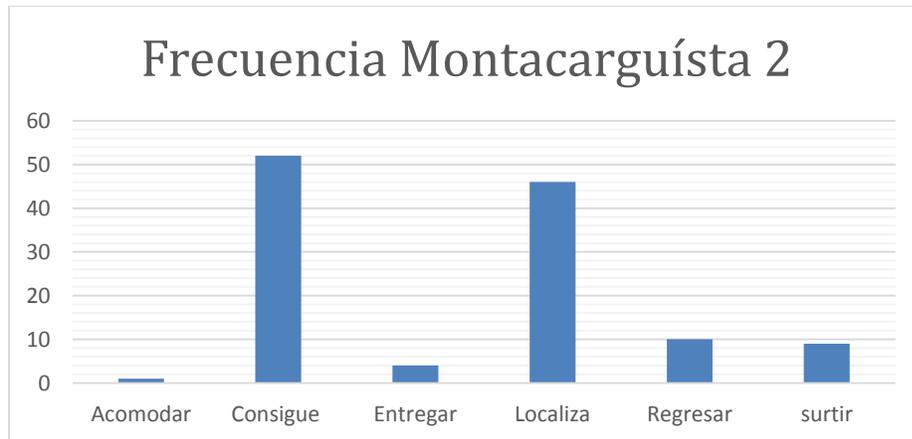


Figura 5.8 Gráfica de Frecuencias de Operaciones Montacarguista 2.

En la gráfica que se muestra en la Figura 5.8 se observa que el montacarguista realiza una operación más enfocada en la descarga del material y localización de este. Debido a que más adelante se presentará el análisis referente a las entradas de material al almacén, es necesario considerar que esta persona es la que da soporte al tercer montacarguista para poder sacar los requerimientos en equipo.

Para el caso de estudio del tercer montacarguista, los datos sobre la frecuencia de sus operaciones durante la observación general se muestran en la Figura 5.9 y, al igual que el primer operador, está 100% en operación de surtido agregando una tarea recurrente de búsqueda debido al desconocimiento de las características físicas del material.

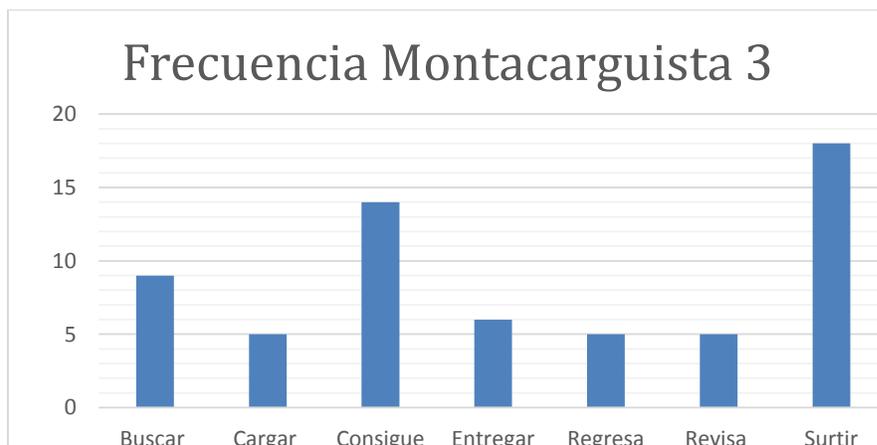


Figura 5.9 Gráfica de Frecuencia de Operaciones del Montacarguista 3.

## 5.6. Validación de los Datos del Estudio de Tiempos

Para poder realizar la validación de los datos se recurrió al uso de la herramienta estadística de Minitab para determinar si los datos presentaban una distribución normal (Gaussiana). Para lo anterior, como es de esperarse, cada una de las operaciones descritas con anterioridad fue agrupada por operador y después ingresada a este software para su validación.

Enseguida desde la Figura 5.10 hasta la Figura 5.14 se muestran los resultados de la prueba de normalidad del primer montacarguista especificando que los datos analizados pertenecen a la primera toma de tiempos y se utiliza un nivel de significancia del 5%.

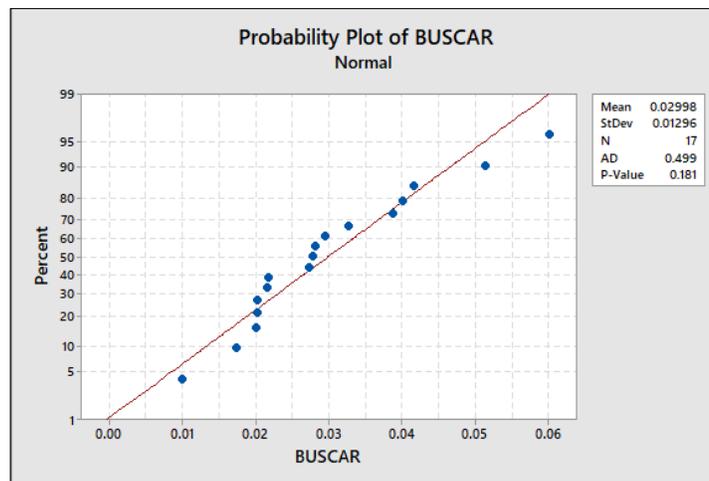


Figura 5.10 Prueba de Normalidad de la Operación Buscar del Operador 1.

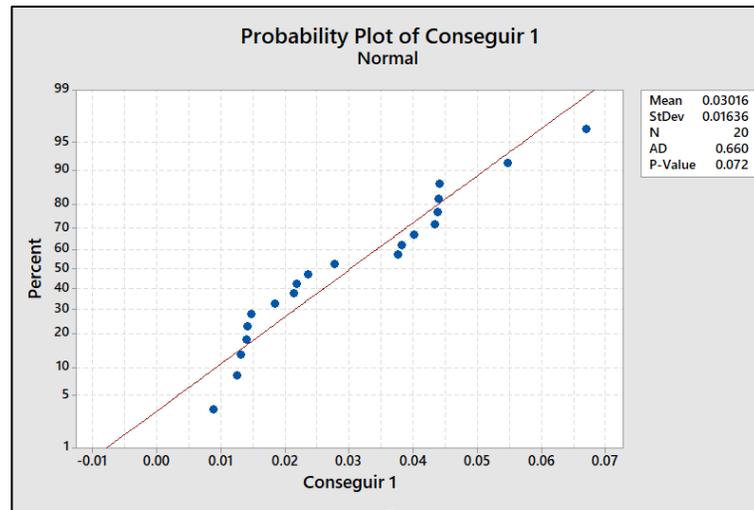


Figura 5.11 Prueba de Normalidad de la Operación Conseguir del Operador 1.

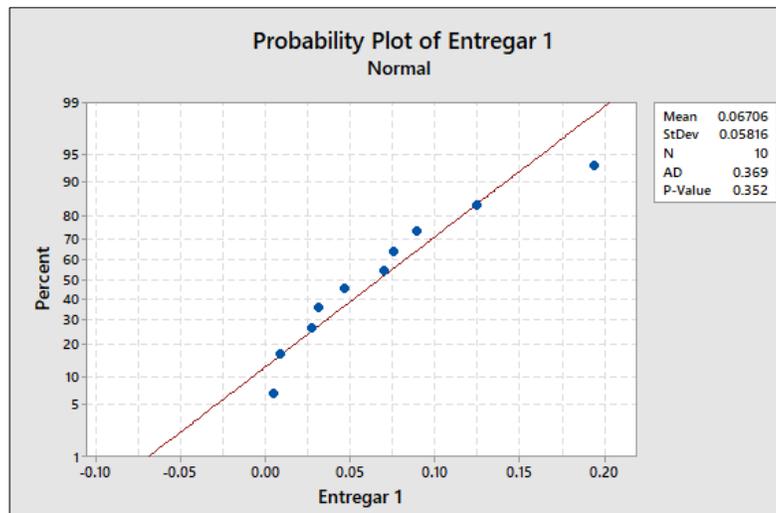


Figura 5.12 Prueba de Normalidad de la Operación Entregar del Operador 1.

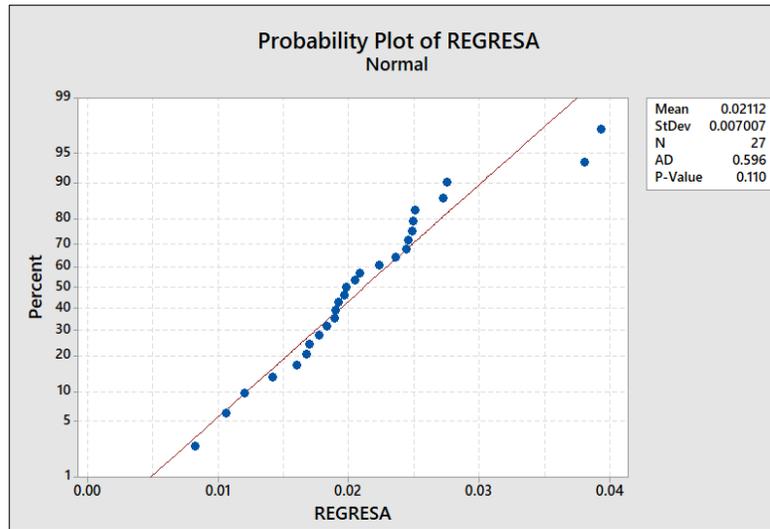


Figura 5.13 Prueba de Normalidad de la Operación Regresar del Operador 1.

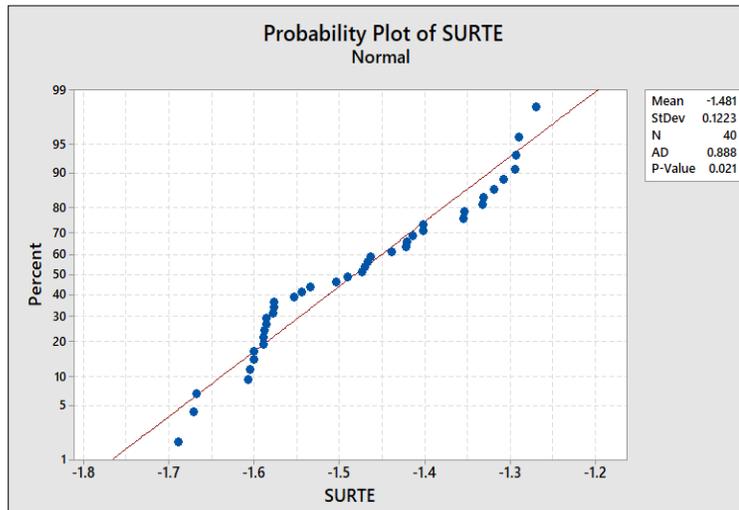


Figura 5.14 Prueba de Normalidad de la Operación Surtir del Operador 1.

De las 5 operaciones a las cuales se les realizó la prueba de normalidad solo una no la presentó, y para validar esa muestra, se agregó el cálculo de las desviaciones estándar y de los promedios, datos que se pueden observar en Tabla 5-1 por medio de la cual se puede concluir que los datos tienden a ser válidos ya que mantienen una desviación estándar reducida. Por otra parte, la tabla también muestra promedios de tiempo muy cortos por parte de este montacarguista en específico, y se determina que la persona tiene un alto grado de destreza, por lo tanto, estos tiempos no se consideraran como el de un operador estándar.

Tabla 5-1 Desviación Estándar y Promedios del Operador 1

Termino	S	PROMEDIO
Acomodar		00:32:04
Buscar	00:27:06	00:44:41
Conseguir	00:20:54	00:38:35
Entregar	00:28:36	01:26:40
Regresar	00:30:07	00:42:46
Surtir	00:47:20	00:53:32

Los resultados de la Tabla 5-1 son representados gráficamente en la Figura 5.15 realizada con la finalidad de generar un criterio por medio del cual poder comparar la velocidad con la que trabajan los montacarguistas y así alcanzar a determinar al montacarguista estándar.

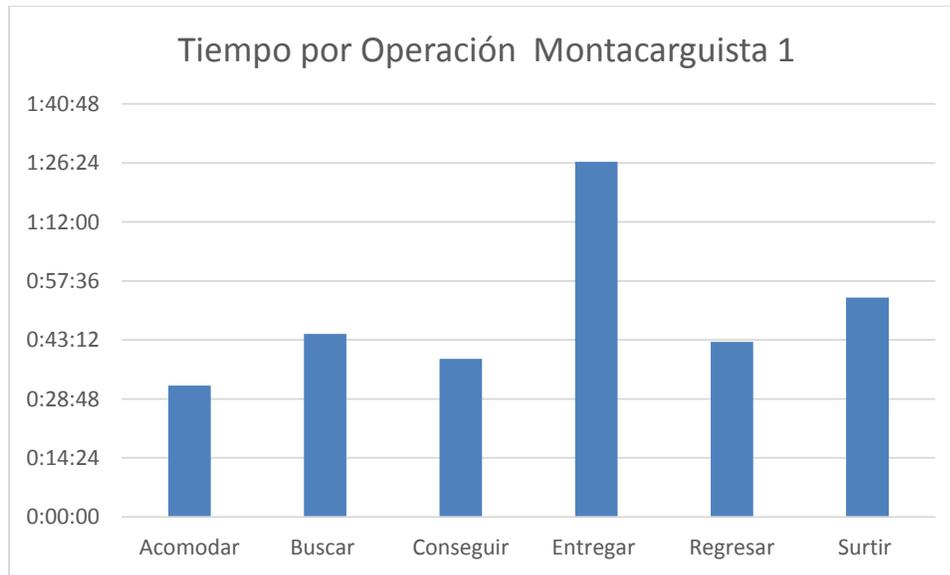


Figura 5.15 Gráfica de Consumo de Tiempo del Operador 1.

Para el caso de los tiempos tomados de las operaciones que realizó el segundo montacarguista, las pruebas de normalidad de sus cinco operaciones con un nivel de significancia del 5% y los resultados se muestran a continuación desde la Figura 5.16 hasta la Figura 5.20 en los cuales se puede concluir que no hay evidencia para decir que los datos no cumplen con el criterio de normalidad.

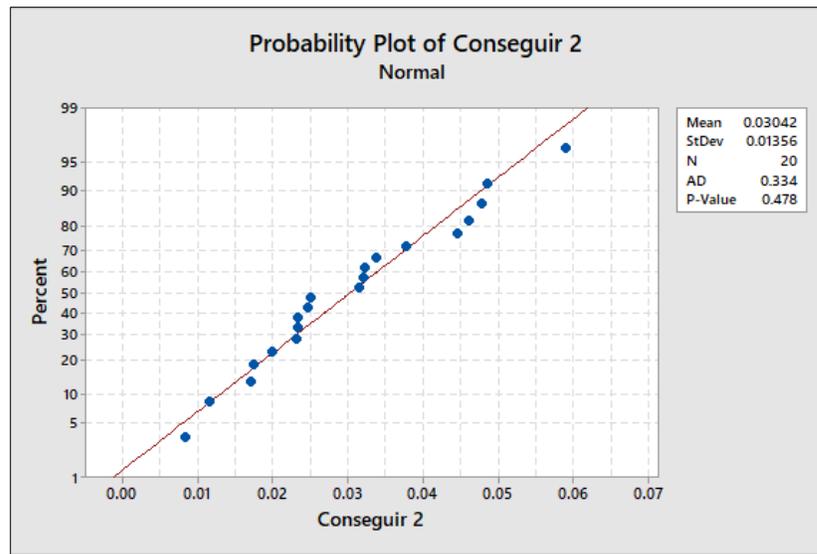


Figura 5.16 Prueba de Normalidad de la Operación Conseguir del Operador 2.

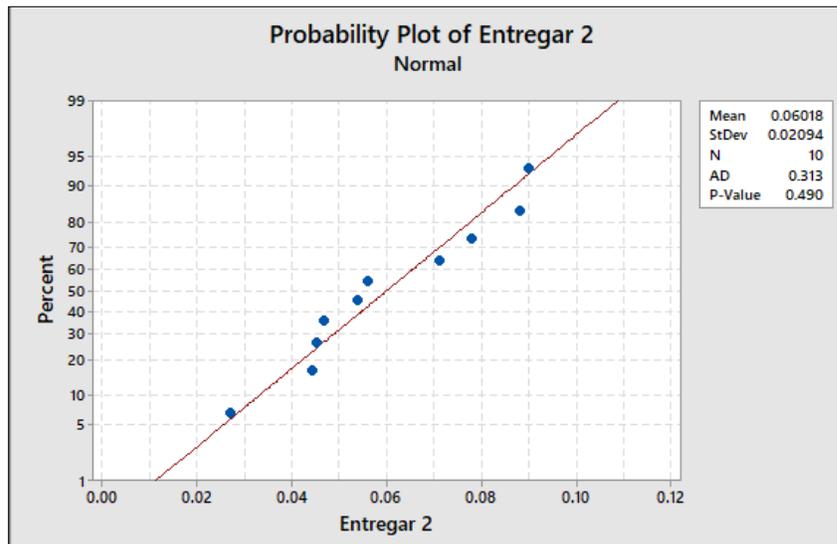


Figura 5.17 Prueba de Normalidad de la Operación Entregar del Operador 2.

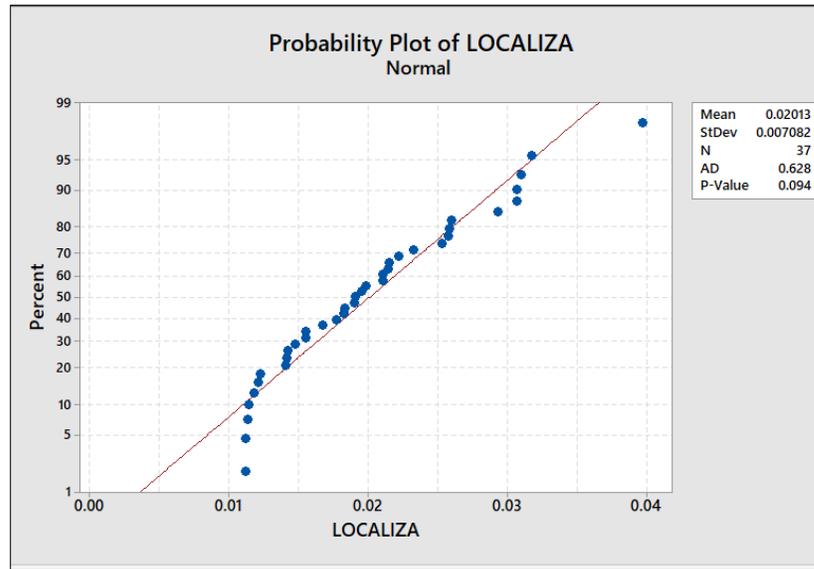


Figura 5.18 Prueba de Normalidad de la Operación Localizar del Operador 2.

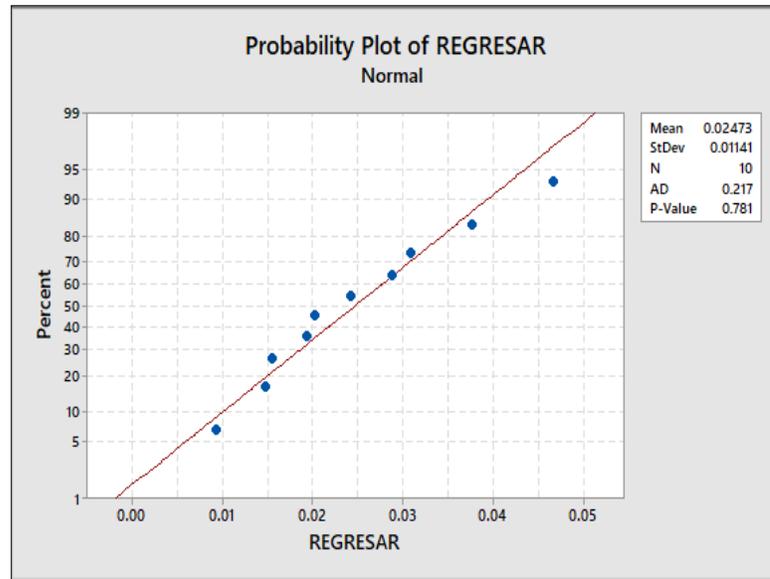


Figura 5.19 Prueba de Normalidad de la Operación Regresar del Operador 2.

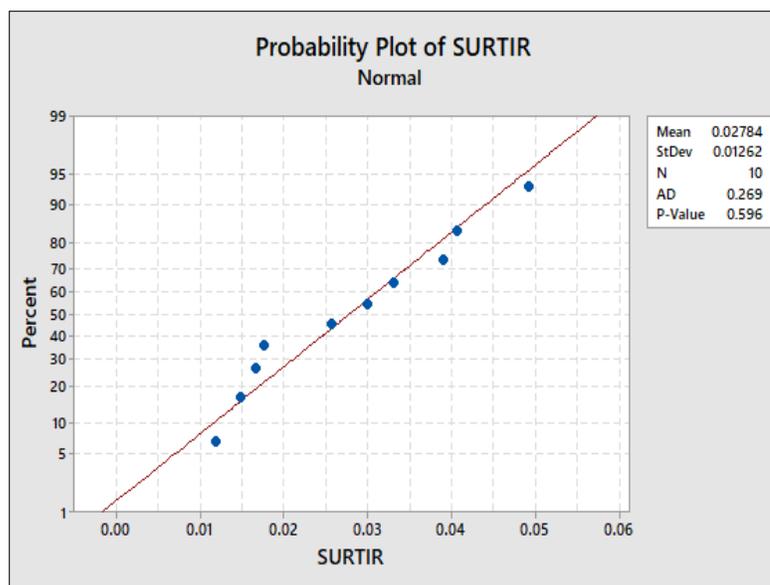


Figura 5.20 Prueba de Normalidad de la Operación Surtir del Operador 2.

Para el tiempo que consume este montacarguista en cada operación se tienen los promedios y las desviaciones estándar, datos que numéricamente se muestran en la Tabla 5-2 y gráficamente en la Figura 5.21.

Tabla 5-2Desviación Estándar del Operador 2

Termino	S	PROMEDIO
Acomodar		00:37:45
Consigue	00:54:42	00:52:12
Entregar	00:34:23	01:49:54
Localiza	00:16:17	00:30:01
Regresar	00:13:57	00:36:55
surtir	00:19:28	00:48:30

El resultado de estos datos es igual que en el primer caso. De manera objetiva en esta evolución es posible demostrar que los datos en esta observación muestran que la actividad en la que más consume el tiempo su operación es en la entrega del material al área de embarque e inspección.

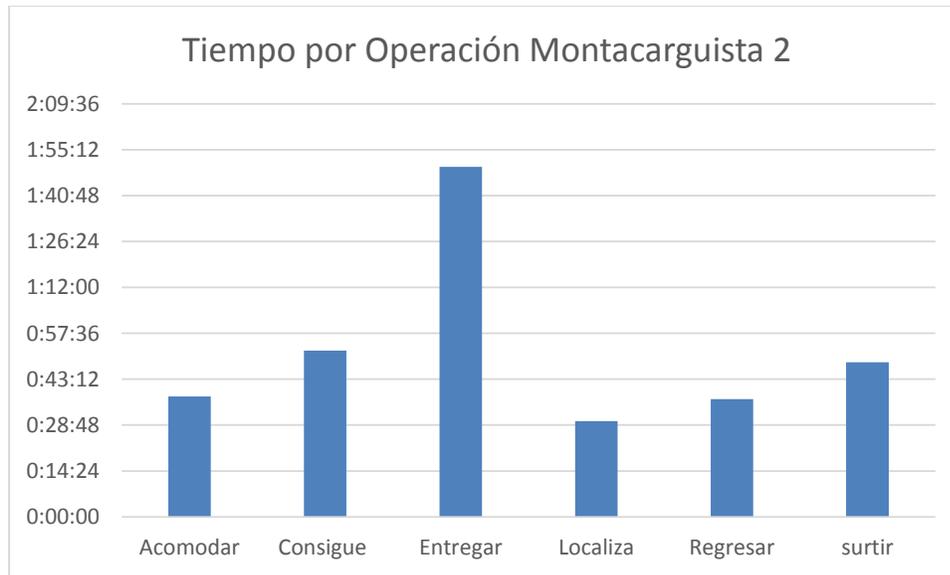


Figura 5.21 Gráfica del Consumo de Tiempos del Operador 2

A continuación desde la Figura 5.28 hasta la Figura 5.28 se encuentran las pruebas de normalidad realizadas a cada una de las operaciones que realizó el tercer montacarguista bajo estudio y a un nivel de significancia del 5%, en las cuales se observa que no hay evidencia para decir que los datos no sean normales.

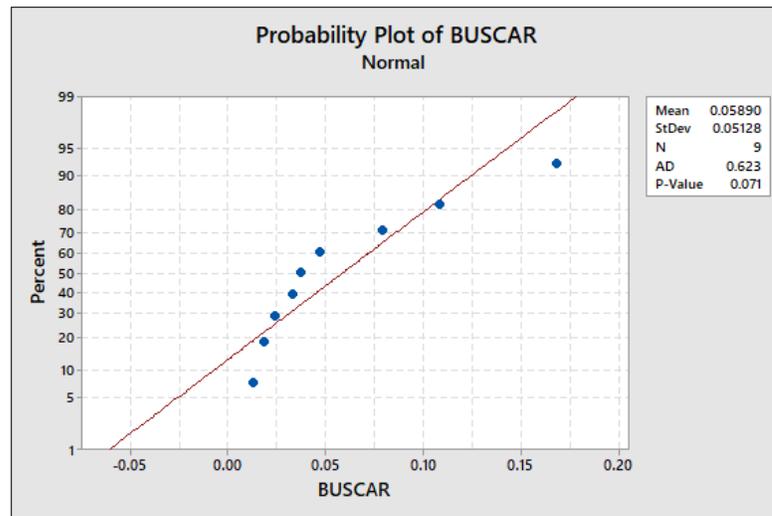


Figura 5.22 Prueba de Normalidad de la Operación Buscar del Operador 3.

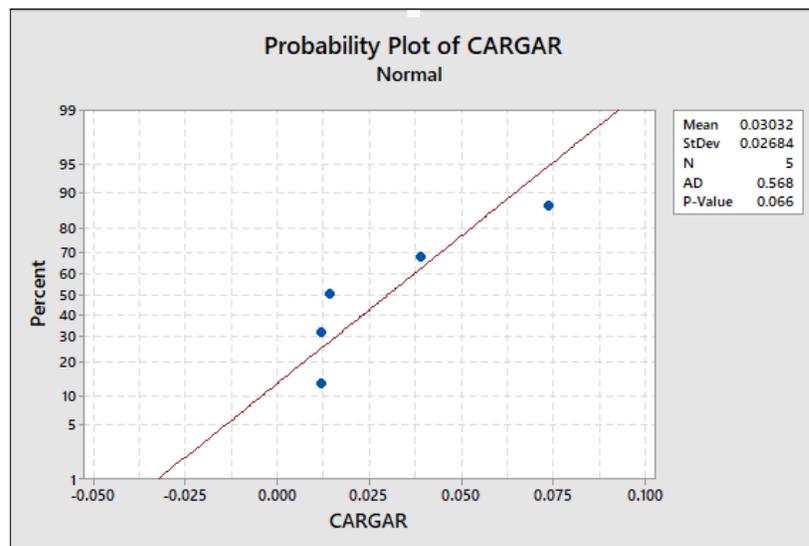


Figura 5.23 Prueba de Normalidad de la Operación Cargar del Operador 3.

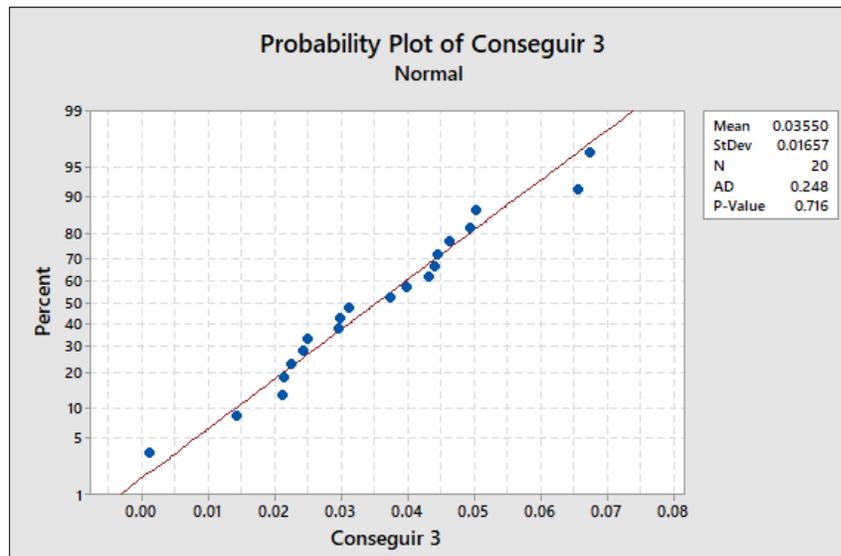


Figura 5.24 Prueba de Normalidad de la Operación Conseguir del Operador 3.

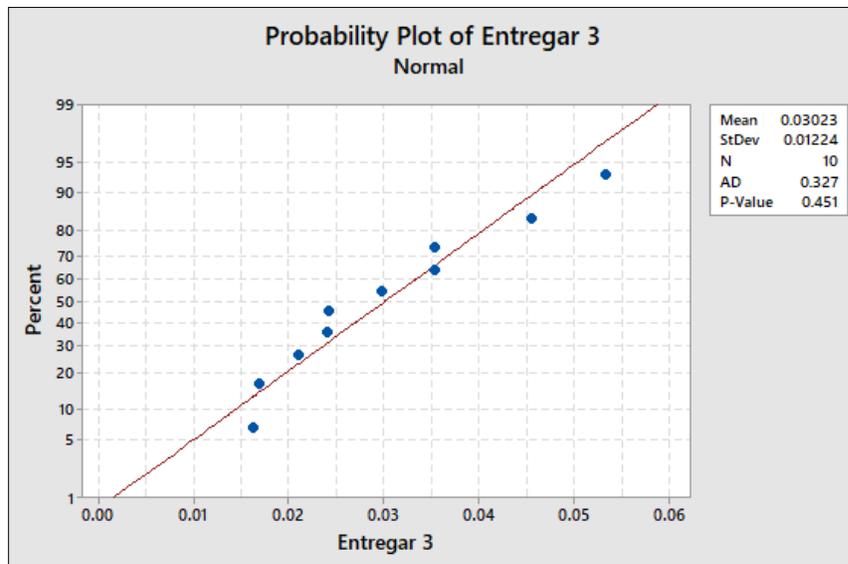


Figura 5.25 Prueba de Normalidad de la Operación Entregar del Operador 3.

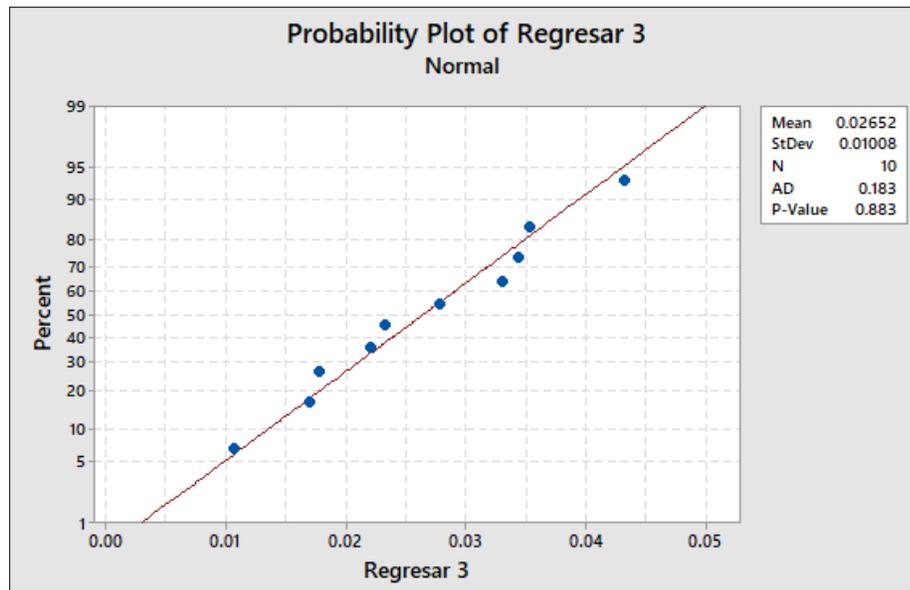


Figura 5.26 Prueba de Normalidad de la Operación Regresar del Operador 3.

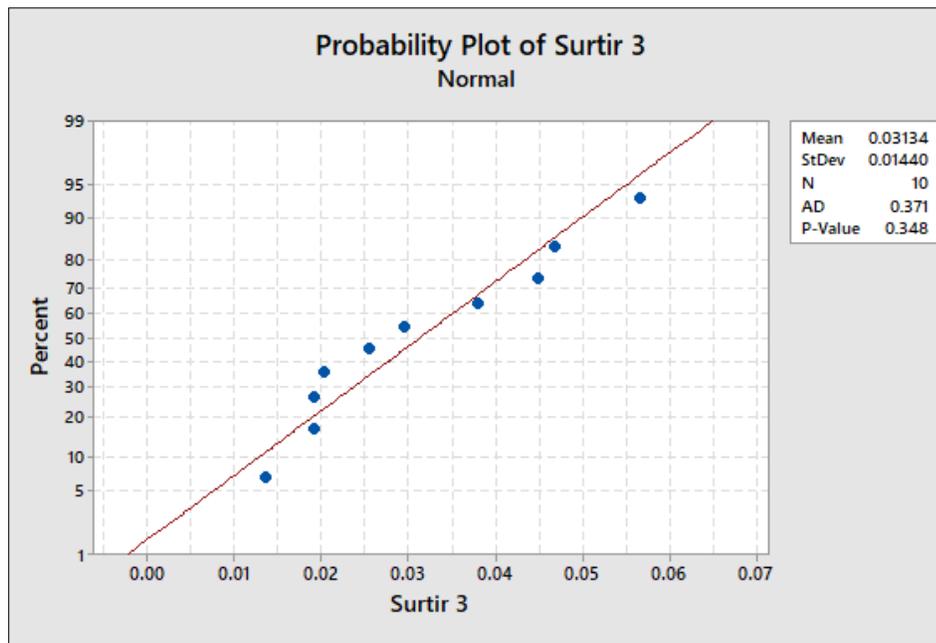


Figura 5.27 Prueba de Normalidad de la Operación Surtir del Operador 3.

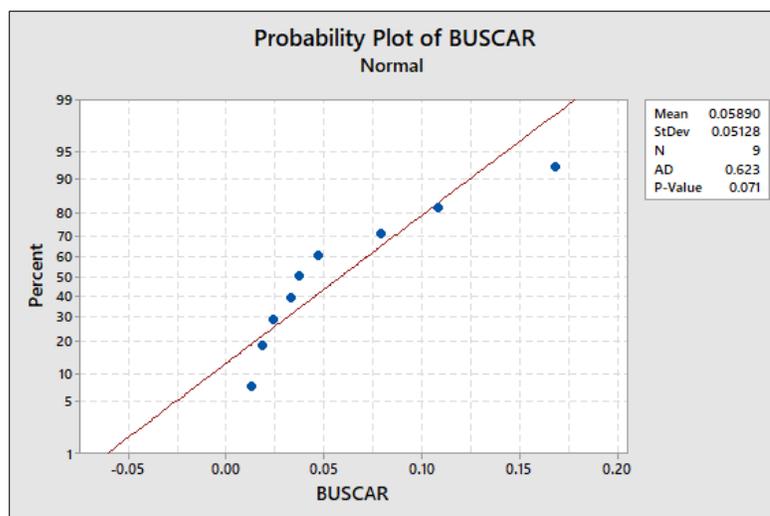


Figura 5.28 Prueba de Normalidad de la Operación Buscar del Operador 3.

En la Tabla 5-3 se muestran los promedios y las desviaciones estándar de las operaciones que realiza el montacarguista para realizar el surtido de pedido de tipo normal, encontrando que, a diferencia de los resultados anteriores, ésta persona consume mayor tiempo en realizar cualquier operación, y por tanto no puede ser calificado como un operador estándar.

Tabla 5-3 Desviación Estándar y Promedios Operador 3

Termino	S	PROMEDIO
Buscar	01:20:04	01:37:32
Cargar	0:39:45	0:50:13
Consigue	0:53:32	0:56:29
Entregar	1:22:35	2:13:44
Regresa	0:17:49	00:38:38
Revisa	0:00:00	00:36:53
Surtir	0:35:29	0:55:38

En la gráfica que se muestra en la Figura 5.29 se observa que la segunda operación que más consume tiempo en éste operador es “buscar”, en cuanto a la

efectividad de la operación el tiempo se puede disminuir si el operador se entrena para que conozca el material y reduzca la demora al momento de surtir.

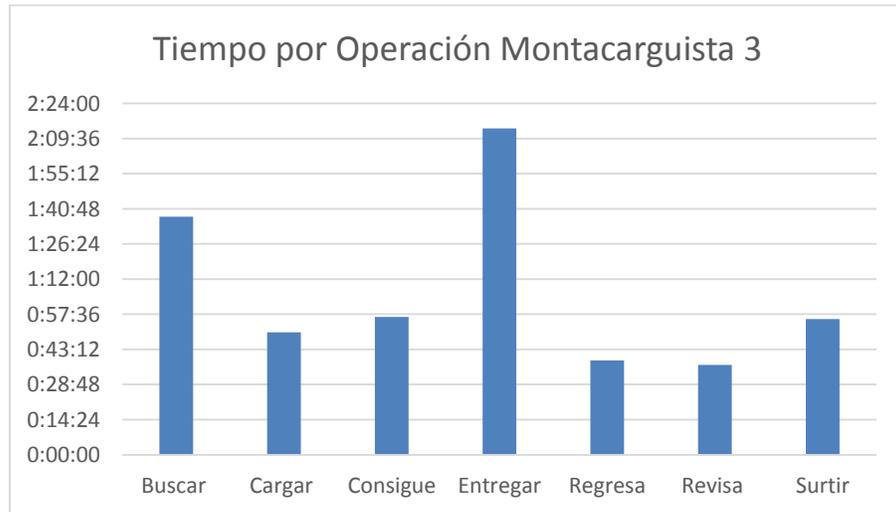


Figura 5.29 Gráfica del Consumo de Tiempos del Operador 3

Una vez analizados los datos presentados con respecto a la prueba de normalidad, las desviaciones estándar, los promedios y el tiempo que le consumía cada operación a los montacarguistas, es posible determinar que el “Operador Estándar” es el Montacarguista 2. Es importante mencionar que todos los datos graficados ya muestran Tiempo Estándar por operación.

También se observó que el operador más ágil y con mayor velocidad de trabajo fue el montacarguista 1, al cual de manera seguida se le entregan los requerimientos críticos ya que esta persona terminará en menos tiempo y con mayor facilidad. A continuación en la Figura 5.30 se muestra un comparativo de las operaciones de los tres montacarguistas en donde se presenta lo ya anteriormente comentado

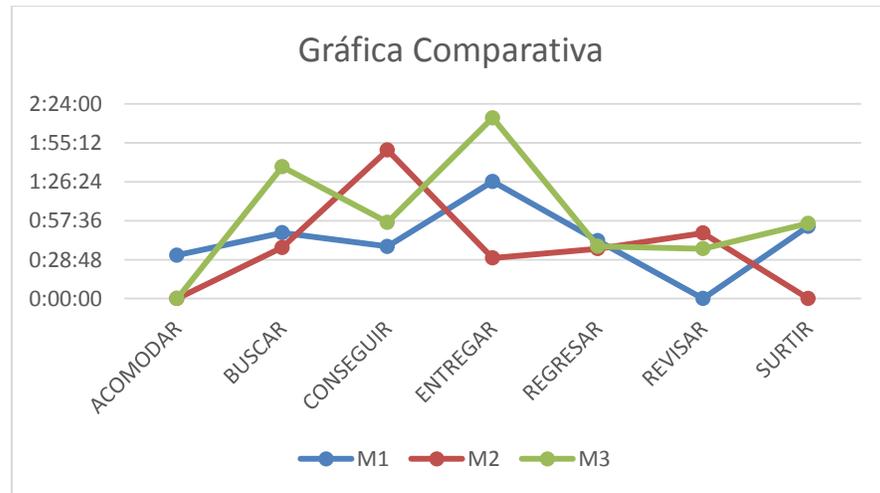


Figura 5.30 Gráfica Comparativa de los Tres Montacarguistas

## 5.7. Comparación de Medias

Para determinar de manera más concreta las diferencias entre los tiempos de los trabajadores se optó por realizar una prueba de medias que se muestran desde la Figura 5.31 hasta la Figura 5.38 para cuatro actividades que los tres montacarguistas realizaron: conseguir, regresar, entregar y surtir.

$$H_0: \mu^1 = \mu^2$$

$$H_1: \mu^1 \neq \mu^2$$

Two-sample T for Conseguir 1 vs Conseguir 2				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Conseguir 1	20	0.0302	0.0164	0.0037
Conseguir 2	20	0.0304	0.0136	0.0030

Difference =  $\mu$  (Conseguir 1) -  $\mu$  (Conseguir 2)  
 Estimate for difference: -0.00026  
 95% CI for difference: (-0.00988, 0.00936)  
 T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -0.05 P-Value = 0.957 DF = 38  
 Both use Pooled StDev = 0.0150

Figura 5.31 Prueba T para la Actividad de conseguir entre Montacarguista 1 y 2

De acuerdo a los resultados en la prueba de medias realizada para identificar si las medias de los dos montacarguistas son iguales se concluye que con una significancia del 5%, no se tienen pruebas suficientes para decir que ambos trabajadores tengan una media diferente en los tiempos de conseguir el material.

$$H_0: \mu^2 = \mu^3$$

$$H_1: \mu^2 \neq \mu^3$$

Two-Sample T-Test and CI: Conseguir 2, Conseguir 3				
Two-sample T for Conseguir 2 vs Conseguir 3				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Conseguir 2	20	0.0304	0.0136	0.0030
Conseguir 3	20	0.0355	0.0166	0.0037

Difference =  $\mu$  (Conseguir 2) -  $\mu$  (Conseguir 3)  
 Estimate for difference: -0.00508  
 95% CI for difference: (-0.01477, 0.00461)  
 T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -1.06 P-Value = 0.295 DF = 38  
 Both use Pooled StDev = 0.0151

Figura 5.32 Prueba de T para la Actividad de conseguir entre Montacarguista 2 y 3

En el resultado de la prueba para saber si la media del tiempo de la operación del montacarguista dos y tres eran diferentes, se concluye que no hay pruebas con una significancia del 5% para decir que sean diferentes pero sin embargo el valor de p-value disminuye a comparación de la prueba anterior.

La siguiente prueba de medias se aplicó en la actividad de entregar material a continuación la primera hipótesis entre el montacarguista 1 y el 2 con su respectivo resultado.

$$H_0: \mu^1 = \mu^2$$

$$H_1: \mu^1 \neq \mu^2$$

Two-Sample T-Test and CI: Entregar 1, Entregar 2				
Two-sample T for Entregar 1 vs Entregar 2				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Entregar 1	10	0.0671	0.0582	0.0181
Entregar 2	10	0.0602	0.0209	0.0066
Difference = $\mu$ (Entregar 1) - $\mu$ (Entregar 2)				
Estimate for difference: 0.0069				
95% CI for difference: (-0.0342, 0.0479)				
T-Test of difference = 0 (vs $\neq$ ): T-Value = 0.35 P-Value = 0.729 DF = 18				
Both use Pooled StDev = 0.0437				

Figura 5.33 Prueba de T para la Actividad de Entregar para los Montacarguista 1 y 2

De acuerdo a la información que arrojaron los datos se concluye que con una significancia del 5% no hay suficiente evidencia para decir que la media de los montacarguistas 1 y 2 sea diferente ya que el valor de p-valor es mayor que el alfa.

Las siguientes hipótesis corresponden a la prueba de t para las medias de los tiempos de la operación entregar pero para los montacarguistas 2 y 3.

$$H_0: \mu^2 = \mu^3$$

$$H_1: \mu^2 \neq \mu^3$$

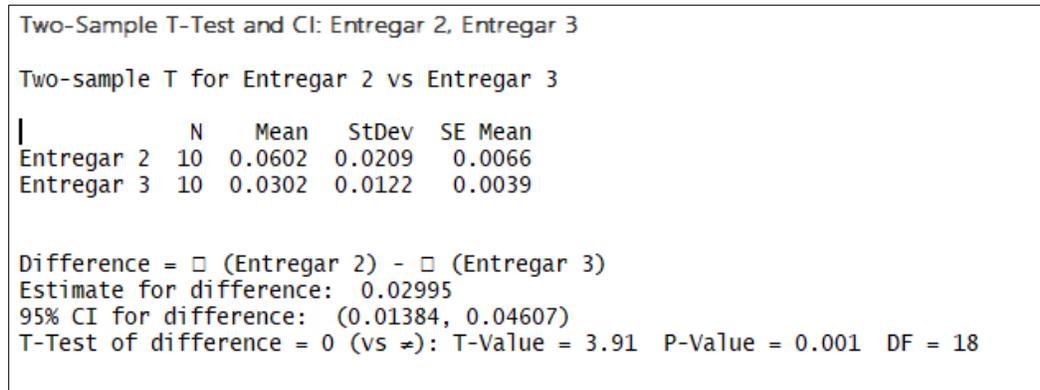


Figura 5.34 Prueba de T para la Actividad de Entregar para los Montacarguista 2 y 3

En esta media es más notable la diferencia ya que con una significancia del 5% se tienen pruebas suficientes para decir que la media del tiempo que ocupa el montacarguista 3 es diferente del montacarguista 2, es decir, se rechaza la hipótesis nula.

Para la operación nombrada como Regresar se compara en primera instancia el tiempo del montacarguista 1 con el 2.

$$H_0: \mu^1 = \mu^2$$

$$H_1: \mu^1 \neq \mu^2$$

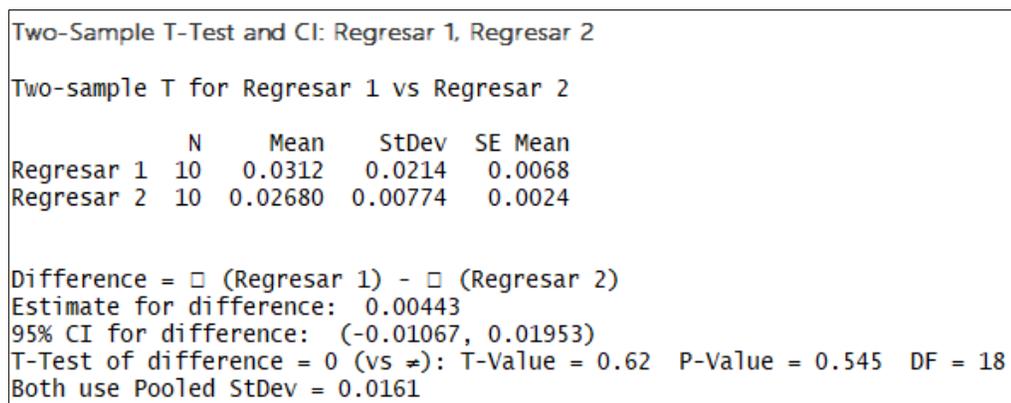


Figura 5.35 Prueba de T para la Actividad de Regresar para los Montacarguista 1 y 2

Dados los resultados que se muestran en la Figura 5.35 de la prueba de comparación de medias no se rechaza la hipótesis nula ya que con una significancia del 5% no se tiene evidencia suficiente para decir que sean diferentes.

Posterior a esto se realiza ahora la comparación del montacarguista dos con el tres.

$$H_0: \mu^2 = \mu^3$$

$$H_1: \mu^2 \neq \mu^3$$

Two-Sample T-Test and CI: Regresar 2, Regresar 3				
Two-sample T for Regresar 2 vs Regresar 3				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Regresar 2	10	0.02680	0.00774	0.0024
Regresar 3	10	0.0265	0.0101	0.0032
Difference = $\mu$ (Regresar 2) - $\mu$ (Regresar 3)				
Estimate for difference: 0.00028				
95% CI for difference: (-0.00817, 0.00873)				
T-Test of difference = 0 (vs $\neq$ ): T-Value = 0.07 P-Value = 0.945 DF = 18				
Both use Pooled StDev = 0.0090				

Figura 5.36 Prueba de T para la Actividad de Regresar de los Montacarguista 2 y 3

En la Figura 5.36 se muestran los resultados de la prueba con lo que la decisión es que no hay pruebas para rechazar la hipótesis nula con una significancia del 5%, por tanto en este caso tampoco hay diferencia entre los tiempos del montacarguista 2 con el 3 al momento de regresar el material a su localidad.

Para la siguiente comparación se toma en cuenta la actividad de surtir de los operadores 1 dos y tres siguiendo la misma secuencia de las tres actividades anteriores

$$H_0: \mu^1 = \mu^2$$

$$H_1: \mu^1 \neq \mu^2$$

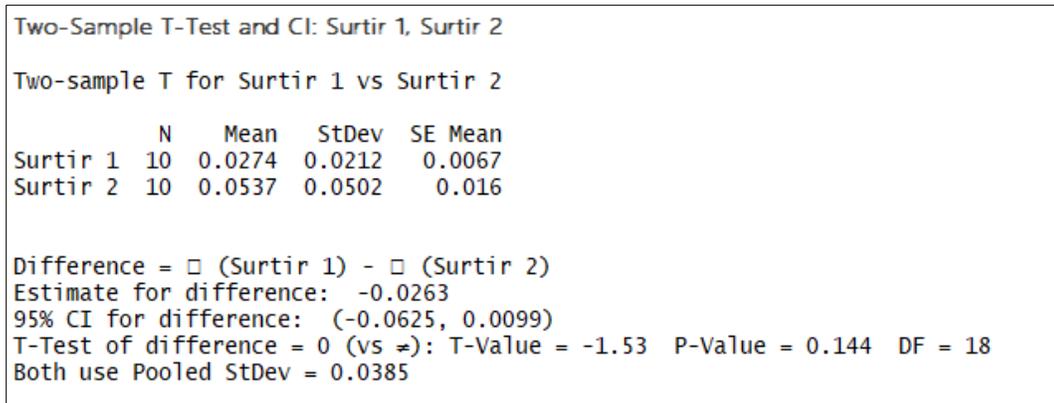


Figura 5.37 Prueba de T para la Actividad de Surtir de los Montacarguista 1 y 2

$$H_0: \mu^2 = \mu^3$$

$$H_1: \mu^2 \neq \mu^3$$

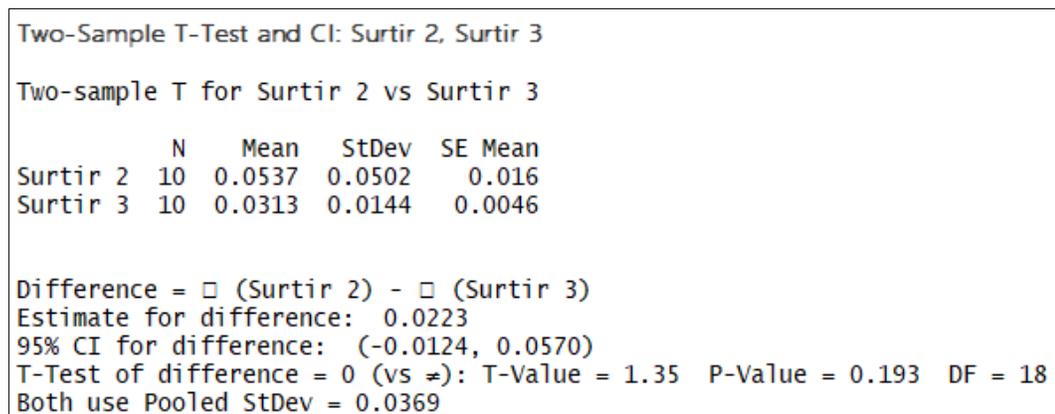


Figura 5.38 Prueba de T para la Actividad de Surtir de los Montacarguista 2 y 3

De acuerdo a la siguiente figura de manera general podemos deducir

## 5.8. Interpretación de la Demanda

Para el análisis de la demanda se recolectaron los datos que se puede cotejar en el Anexo G de la cantidad de material requerido por el cliente durante todo 2018. Para este periodo solo se requirió datos de fechas para determinar los días de servicio, el número de cajas requeridas y el número de paletas totales que fueron surtidas en el Almacén Industrial y el resumen se muestra a continuación en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4 Demanda del Cliente 2018.

<b>Mes</b>	<b>Demanda Mensual</b>	<b>Demanda Diaria</b>
Enero	2635	110
Febrero	1944	81
Marzo	6073	253
Abril	1698	71
Mayo	2135	89
Junio	1190	50
Julio	1314	55
Agosto	938	39
Septiembre	865	36
Octubre	970	40
Noviembre	805	34
Diciembre	582	24

Para visualizar la tendencia en decline del servicio que tuvo a lo largo de 12 meses, estos datos enseguida se muestran en la Figura 5.39.

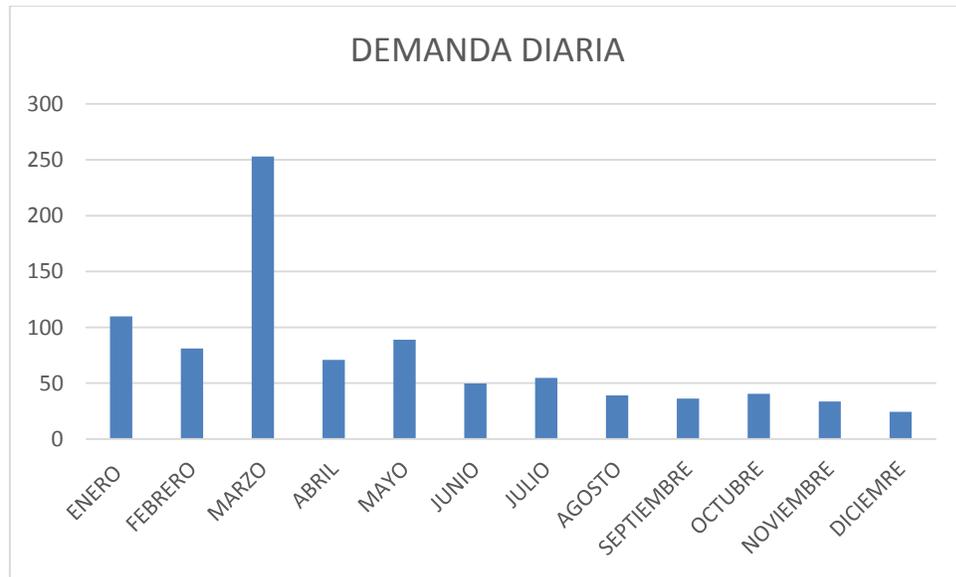


Figura 5.39 Demanda del Cliente a lo Largo de un Año.

La demanda del cliente se mantuvo en altos niveles sólo el primer cuatrimestre de ese año, la carga de trabajo tenía un balance estable, en el mes de marzo se presentó un evento extraordinario en lo que el cliente mando sin previo aviso material en altos volúmenes al almacén y se generó tiempo extra.

Como es fácil de observar, las necesidades del cliente comenzaron a disminuir a partir del mes de mayo solicitando durante un turno de 10 horas una cantidad no mayor a 50 tarimas con materia prima en horarios distintos y con diferentes características de pedido. Los efectos de la baja demanda fueron notorios ya que el personal llegó a tener inactividad por largos periodos del tiempo en un solo turno promedio de 3 o 4 horas continuas o intermitentes.

Una vez calculados los tiempos y teniendo las características principales del proceso de servicio fue necesario caracterizar la función y el tiempo que consume cada actividad.

## 5.9. Resultados de Estudio de Tiempos Comparado con la Demanda

El número de muestras tomadas fue variado debido a que cada material que se surte tiene características especiales; en algunos aumentó por la complejidad de sus tareas y los datos resumidos por operador se muestran a continuación en la Tabla 5-5.

En la primera columna se muestran promedios de tiempo de las paletas surtidas en la primera ventana de servicio y está considerada dentro del requerimiento normal surtido por un solo montacarguista. En la segunda columna se encuentra el requerimiento crítico o de alto volumen con un promedio absoluto para su operación en 20 minutos y fracción. Por último, en la tercera columna se muestra el trabajo que realiza un equipo de dos personas y promediándolo con la primera columna da como resultado 8 minutos y 29 segundos.

Tabla 5-5 Resumen y Comparación de los Requerimientos

REQUERIMIENTO MEDIANO		REQUERIMIENTO PESADO		REQUERIMIENTO EN EQUIPO	
Pallet 1	1:29:50	Pallet 1	22:06:16	Pallet 1	3:12:10
Pallet 2	7:59:13	Pallet 2	13:53:07	Pallet 2	8:50:29
Pallet 3	14:08:49	Pallet 3	21:56:33	Pallet 3	5:29:28
Pallet 4	10:14:59	Pallet 4	09:30:38	Pallet 4	5:11:43
Pallet 5	15:25:34	Pallet 5	24:48:28		
Pallet 6	5:15:00	Pallet 6	11:46:52		
		Pallet 7	16:28:03		
		Pallet 8	42:46:30		
PROMEDIO	9:05:34		20:24:33		5:40:57
PROMEDIO GRAL	7:23:16	8:29:45	23:28:14		
570 4.3125		47.5		Paletas por operador por turno	
		HORAS	MINUTOS	Tiempo Estándar	Capacidad de surtido
Requerimiento pesado		4	240	20.24	12

Requerimiento normal		5.5	330	8.29	40
Capacidad de pallets que puede surtir un montacarguista por turno					52

### 5.9.1. Requerimiento Crítico

En la primera categoría sugerida como crítica se observó que se consume aproximadamente cuatro horas del turno y que, bajo esta condición, cada paleta se surte en un tiempo aproximado de 20 minutos con 24 segundos. En la Figura 5.40 se muestra visualmente las características que tiene el material del cliente en un 90% de las ocasiones. En el resto de las ocasiones el material surtido puede variar en las dimensiones de las cajas o peso hasta completar una paleta con un total mínimo de 18 cajas y máximo de 60.

El tiempo estándar del operador calculado para esta operación en específico considera una muestra con un total de 19 tomas de tiempo por sección y se puede observar en el formato ya anteriormente presentado lo siguiente, una sumatoria del Tiempo Observado (TO), una calificación de desempeño de acuerdo con los criterios también mostrados anteriormente, en especial la velocidad del operador.

Tabla 5-6 Elementos para Cálculo del Tiempo Estándar 1

TO total	18:27:47
Calificación	89.74
TN total	00:58:18
Número De observaciones	19
TN promedio	00:59:00
% de holgura	15
Tiempo estándar elemental	01:07:51

Luego de recolectar los datos anteriores se pudo determinar el Tiempo Estándar con los promedios para cada actividad que realiza un montacarguista, y en este caso se consideró como una persona de alto rendimiento ya que puede llegar a realizar 72 operaciones por hora como se muestra el siguiente resumen en la Tabla 5-7.

Tabla 5-7 Tiempo Estándar Requerimiento de Crítico

TIEMPO ESTÁNDAR EN MINUTOS	
00:50:15	0.83583333
ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN	71.7846461

Y para la capacidad de surtido por mano de obra se determinó tiempo disponible de cuatro horas igual a 240 minutos entre los 20.24 minutos que en promedio se consume la operación resultando en 12 paletas.

$$Paletas\ críticas\ por\ turno = \frac{Tiempo\ disponible}{Tiempo\ que\ consume\ la\ operación} \quad (5.1)$$

Donde, *Tiempo disponible* para esta operación es cuatro horas o lo que es igual a 240 min y *Tiempo que consume por paleta* es de 20 minutos.

$$Paletas\ críticas\ por\ turno = \frac{240min}{20\ min} = 12\ paletas \quad (5.2)$$

Para poder describir el ambiente en el que se desarrolla la actividad del requerimiento crítico, es importante mencionar que, si la persona que realiza la operación con regularidad tiene mucha experiencia en la actividad y conoce el material por sus dimensiones y colores, entonces su técnica de surtido es más rápida que el promedio de sus compañeros y desempeña su trabajo con limpieza y orden.



Figura 5.40 Surtido de Requerimiento Crítico.

### **5.9.2. Requerimiento Normal**

El requerimiento de segunda categoría se refiere a un pedido de volumen bajo en el cual lo único que se puede destacar como punto crítico es la carga de material pesado (ya que puede llegar a pesar 60 kg por pieza) y la repetición de la operación en el servicio. En ocasiones por esta razón el requerimiento es surtido por dos montacarguistas.

Las ventanas de surtido de este tipo de servicio son en dos horarios diferentes uno es a las once de la mañana y el otro antes de las seis de la tarde ya que el material va con destino a la capital del Estado. En la Figura 5.41 se muestra un ejemplo de surtido normal.



Figura 5.41 Surtido de Requerimiento Normal.

En la Tabla 5-8 a continuación se muestran los elementos obtenidos del documento en para el registró de la toma de tiempos de los montacarguistas que realizan el surtido de los materiales considerados como requerimiento normal.

Tabla 5-8 Elementos para Cálculo del Tiempo Estándar 2

TO total	14:25:52
Calificación	83.42
TN total	0:45:34
Número de observaciones	19
TN promedio	00:46:00
% de holgura	15%
Tiempo estándar elemental	00:52:54

Una vez habiendo realizado la sumatoria de los datos y determinado que los tiempos que se analizaron dan para un Operador Estándar como resultado un total de consumo de tiempo de 58 segundos por operación y concluyendo así 60 operaciones completas en una hora de la prestación de sus servicios como se muestra en la Tabla 5-9.

Tabla 5-9 Tiempo Estándar de Operador Estándar

Tiempo estándar por min
00:58:51
Estándar de producción
60

Para el cálculo de la capacidad de surtido del requerimiento normal individual o en equipo se tomó un promedio de siete minutos con veintitrés segundos y volviendo a aplicar la ecuación para el cálculo de la capacidad de servicio se obtiene lo siguiente:

$Capacidad\ de\ servicio = \frac{330min}{8.29\ min} = 40\ paletas$	( 5.3 )
--	---------

Donde: *Tiempo disponible* para esta operación es cinco horas y media lo que es igual a 330 min y *Tiempo que consume por paleta* es de 8.29 minutos.

Para poder determinar el número de montacarguistas que se requiere para cubrir la demanda es necesario tener en cuenta que el cliente puede solicitar material con premura en líneas de producción en todas las plantas al mismo tiempo, y entonces una de las restricciones del proceso es no dejar a solo un montacarguista con el surtido para dar soporte al cliente.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

En los resultados se calculó una capacidad de surtido por montacarguista de 57 paletas por turno dividiendo el turno con un tiempo determinado para dos tipos de surtido, uno crítico por el volumen que maneja y el otro de requerimiento normal, es decir para más plantas pero con un volumen bajo.

Se puede llegar a cubrir la demanda del cliente con un solo montacarguista, pero como el requerimiento del cliente puede ser al mismo tiempo en las siete plantas o pueden surgir urgencias, se sugiere tener la disposición del cuarto montacarguista que sólo atiende al cliente dos días a la semana para dar soporte y el Organigrama sugerido se muestra en la Figura 6.1 .

Productividad al inicio:

$Productividad = \frac{46}{(52 * 3)} = \frac{46}{156} = .2948$	( 6.1 )
--	---------

Lo cual quiere decir en porcentaje se tenía un 29.48%, por tanto se estaba ocupando más de tres veces en mano de obra con respecto a lo que el cliente estaba solicitando.

Productividad final:

$Productividad = \frac{46}{52} = .8846$	( 6.2 )
---	---------

- Al final se habla de un aumento en la productividad del 58.98% debido a que éste era el excedente en mano de obra que no se estaba utilizando de manera eficiente y que fue transferido para otra área en el mismo puesto sin afectar al trabajador.

Por parte del equipo administrativo no se sugiere ningún movimiento o reducción del personal ya que son la estructura que le da soporte al cliente por todos los medios de información que maneja entre ellos: correo electrónico, sistema y vía telefónica, elementos que sirven para concretar el servicio.

El formato de toma de tiempos ha sido útil para este estudio tomando en cuenta que se tenía cuantificada la demanda, pero no así la capacidad de servicio, es decir, cuanto material era capaz de surtir un materialista. Por otra parte, los elementos utilizados para la determinación del tiempo estándar son similares a los que se utilizan con otros clientes de este almacén industrial.

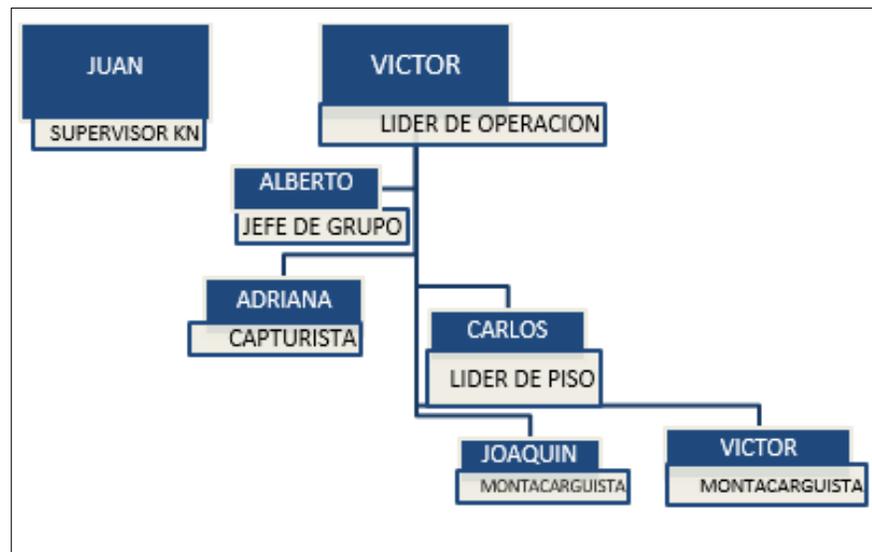


Figura 6.1 Organigrama Sugerido

## 6.2. Recomendaciones

Se sugiere que para tener una manera de cuantificar la productividad se debe de realizar a partir de este análisis un estudio de muestreo de trabajo con el cual, en horarios aleatorios, se revise la actividad del personal, y teniendo un criterio objetivo en el momento para determinar si una actividad es productiva o no lo es. En el Anexo I se muestra el formato y las actividades comunes en este almacén que pueden ser tomadas en cuenta.

A continuación en las Figura 6.2 y Figura 6.3 se muestra un antes y un después del cambio utilizando la herramienta para verificar que se mejoraron las actividades productivas del personal de esa área bajo estudio.

El formato está adaptado a las actividades propias del almacén y a lo que bajo criterio del supervisor del lugar califica como productivo o improductivo, señalando que lo que se pretendía buscar era el aumento de la productividad y por ende la reducción del tiempo muerto.

Comparando el nivel de capacidad de surtido de un montacarguista con la demanda diaria del cliente se llegó a la conclusión de la reducción de mano de obra en esa área, tomando en cuenta que los montacarguistas solo serían reasignados a otro cliente que si requiriera de su apoyo, para esto se reformulo el nuevo organigrama.

Ya habiendo establecido un antecedente de cuánto tiempo se consumen las distintas operaciones en función de las características de los requerimientos se determinó un Tiempo Estándar por surtido, para estar preparados en los cálculos cuando la demanda del cliente aumente y poder definir el número de montacarguistas necesarios para dar un buen servicio.



## REFERENCIAS

- Alonso Rodríguez, R., & Velázquez Díaz, Ó. (2013). *Calibrador de Cronómetros Digitales por Medio de Inducción*. Universidad de Valladolid.
- Cequea, M., & Rodríguez Monroy, C. (2012). Productividad y factores humanos. Un modelo con ecuaciones estructurales. *Interciencia*, 121-127.
- Gamarra Olórtogui, A. (30 de Junio de 2014). *Prezi*. Obtenido de Prezi: <http://prezi.com>
- García Chacaliaza, D. E. (2018). *Optimización de los procesos operativos en el área de almacén*. Lima-Perú: Universidad Privada del Norte.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo*. México D.F.: McGraw-Hill.
- García Criollo, R. (1998). *Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos*. Mexico, D.F. : McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- García, T., Vásquez, M., Ramírez, G., & Guillermo, J. (2007). Extensión Multivariante del Índice de Capacidad Real de Procesos. 86-87.
- González Longoria, H. M. (2017). La heurística LDMTP: Una metodología híbrida basada en el problema de transporte para el diseño óptimo de la distribución de planta. *Ingeniería de la investigación y tecnología*, 463-468.
- Minitab. (2018). *Introducción a Minitab 18*. Minitab.
- Montgomery, D., & Runger, G. (2009). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. México: McGRAW-HILL.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. : Mc Graw-Hill.
- Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., . . . Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva de nivel operativo. *Revista chilena de ingeniería*, 396-408.
- Quaglino, M., Pagura, J., Dianda, D., & Lupachini, E. (2010). Estudio de sistemas de medida con ensayos destructivos una aplicación sobre tiempos de producción. *Saberes Revista de Ciencias Económicas y Estadística*.

## ANEXO A DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DEL MONTACARGUISTA

Diagrama de flujo de proceso				
Ubicación: FWS				
Actividad: Envios de materiales				
Fecha: 23-01-2018				
Operador: Victor González			Analista: Jacqueline Rosales	
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados				
Método	Presente		Propuesto	
Tipo	Trabajador	Material	Máquina	
Comentarios:				
Descripción de los eventos	Símbolo			Tiempo (en segundos)
Realiza Check list del montacargas	● →	D	■	▼
Recibe el requerimiento impreso	● →	D	■	▼
Analiza por las localidades los tamaños y los tipos de material	● →	D	■	▼
Va por tarima para poder poner el requerimiento	● →	D	■	▼
Se dirige a la localidad para surtir	● →	D	■	▼
Comienza a surtir si es en volumen pequeño surte hasta que la tarima tiene una altura determinada si es en volumen alto entrega tarima y regresa.	● →	D	■	▼
Si no se encuentra el material busca en las localidades cercanas de no encontrar	● →	D	■	▼
Regresa a captura por nueva localidad	● →	D	■	▼
Termina surtido	● →	D	■	▼
Entrega la hoja de surtido	● →	D	■	▼
	● →	D	■	▼

## ANEXO B DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA CAPTURISTA

Diagrama de flujo de proceso					Resumen			
Ubicación: FMS					Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Actividad: Envío de materiales					Operación			
Fecha: 2/febrero/2019					Transporte			
Diseñado: Sandra					Almacenamiento			
Analista:					Inspección			
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados					Almacenamiento			
Método	Presente	Propuesto			Tiempo			
Tipo	Trabajador	Material	Máquina		Distancia			
Comentarios:					Costos			
Descripción de los eventos	Símbolo			Tiempo (en segundos)	Distancia (en metros)	Recomendaciones al método		
Entra al área de trabajo y recibe pendientes.	●	→	D		209.56 ft			
Inicia acción en la computadora.	●	→	D		0			
Revisa correos.	●	→	D		0			
Envía costos de inventarios	●	→	D		0			
Realiza la captura de los números de parte y cantidades en el sistema para generar la hoja con el requerimiento.	●	→	D	7:52:34	0			
Imprime la hoja y entrega a almacenista	●	→	D	0:55:28	0			
Realiza cambios de localidades si no hay un material en la localidad que indica el sistema	●	→	D	3:05:19	0			
Cuando termina realiza una revisión de lo surtido contra lo requerido de manera virtual.	●	→	D	3:05:15	0			
Realiza el cambio de localidad de material en el sistema	●	→	D		272.04 ft			
Realiza el cambio de localidad de material en el sistema	●	→	D		0			
Imprime manifiesto y anexa las hojas de surtido.	●	→	D		0			
Realiza el peso de salida y asigna el número y cantidad para la caja que se va a llevar el material	●	→	D		0			
Espera que carguen material	●	→	D		272.04 ft			
Indica al almacenista si se puede surtir el material	●	→	D		0			
Se va a pedir para entregar papelería y verificar datos como nombre de chofer y número de caja.	●	→	D		0			
Regresa al escritorio	●	→	D		441.55 ft			
Envía correo del envío	●	→	D		0			
Subir archivo a la carpeta compartida	●	→	D		0			
Si tiene captura pendiente procesa y prepara archivo gen	●	→	D					
	●	→	D					

## ANEXO C TABLA CON LOS DATOS RECOLECTADOS DEL PRIMER OPERADOR

Columna1	Termino	tiempo	Columna1	Termino	tiempo	Columna1	Termino	tiempo	Columna1	Termino	tiempo	Columna1	Termino	tiempo
1	Acomodar	00:27:53	41	Conseguir	00:53:38	81	Regresar	00:25:29	121	surtir	00:08:06	161	Surtir	01:22:40
2	Buscar	01:00:49	42	Conseguir	00:26:31	82	Regresar	00:35:53	122	surtir	00:13:12	162	Surtir	01:07:01
3	Buscar	00:21:30	43	Conseguir	00:14:50	83	Regresar	00:28:30	123	surtir	00:11:23	163	Surtir	00:54:34
4	Buscar	00:29:20	44	Conseguir	01:24:53	84	Regresar	00:26:19	124	surtir	00:06:50	164	Surtir	00:52:23
5	Buscar	00:25:02	45	Conseguir	00:25:02	85	Regresar	00:32:06	125	surtir	00:07:55	165	surtir	00:55:31
6	Buscar	00:10:26	46	Conseguir	00:41:58	86	Regresar	00:28:18	126	surtir	00:11:11	166	Surtir	00:40:17
7	Buscar	00:14:27	47	Conseguir	00:40:07	87	Regresar	00:15:17	127	surtir	00:25:13	167	Surtir	00:30:00
8	Buscar	00:31:21	48	Conseguir	01:09:53	88	Regresar	00:11:51	128	surtir	00:27:24	168	Surtir	00:57:05
9	Buscar	02:14:24	49	conseguir	00:23:09	89	Regresar	00:17:18	129	surtir	00:46:35	169	Surtir	01:03:41
10	Buscar	01:00:00	50	Conseguir	00:29:20	90	Regresar	00:27:40	130	surtir	00:20:03	170	Surtir	00:30:42
11	Buscar	00:55:55	51	conseguir	00:28:22	91	Regresar	00:11:13	131	Surtir	00:10:07	171	Surtir	00:30:00
12	Buscar	00:42:27	52	Conseguir	00:23:21	92	Regresar	00:29:29	132	Surtir	01:07:12	172	Surtir	00:37:05
13	Buscar	01:14:01	53	Conseguir	00:27:39	93	Regresar	00:11:00	133	Surtir	00:27:22	173	Surtir	00:13:19
14	Buscar	00:29:14	54	Conseguir	00:33:08	94	Regresar	00:39:14	134	Surtir	00:27:06	174	Surtir	00:36:11
15	Buscar	00:29:01	55	Conseguir	00:25:05	95	Regresar	00:11:23	135	Surtir	00:38:11	175	Surtir	00:23:27
16	Buscar	00:40:31	56	Conseguir	00:13:23	96	Regresar	00:35:06	136	Surtir	00:11:16	176	Surtir	02:27:36
17	Buscar	00:47:16	57	Conseguir	01:08:20	97	Regresar	00:24:04	137	Surtir	01:10:53	177	surtir	00:35:45
18	Buscar	00:31:04	58	Conseguir	00:41:00	98	Regresar	00:24:27	138	Surtir	01:13:22	178	Surtir	00:42:04
19	Buscar	00:57:56	59	Conseguir	00:17:05	99	Regresar	00:27:21	139	Surtir	00:35:35	179	surtir	00:22:44
20	Buscar	01:26:36	60	Conseguir	00:57:27	100	Regresar	00:35:23	140	Surtir	00:30:59	180	Surtir	00:38:04
21	Buscar	00:39:25	61	Entrega	00:56:35	101	Regresar	00:27:16	141	Surtir	00:29:28	181	Surtir	01:09:11
22	Buscar	00:40:12	62	Entrega	01:53:02	102	Regresar	00:54:46	142	Surtir	00:22:27	182	Surtir	00:12:40
23	Buscar	00:21:56	63	Entrega	00:55:24	103	Regresar	00:35:45	143	Surtir	00:37:20	183	Surtir	01:43:56
24	Conseguir	00:15:49	64	Entrega	00:58:39	104	Surtir	00:20:47	144	Surtir	01:17:28	184	Surtir	00:49:32
25	Conseguir	00:34:34	65	Entrega	01:29:26	105	Surtir	01:13:14	145	Surtir	00:27:31	185	Tarimas	01:31:02
26	Conseguir	00:12:25	66	Entrega	01:37:50	106	Surtir	02:10:51	146	Surtir	01:22:22			
27	Conseguir	00:45:27	67	Entregar	01:10:26	107	Surtir	00:37:05	147	Surtir	00:45:08			
28	Conseguir	00:25:40	68	Entregar	01:07:28	108	Surtir	04:15:42	148	Surtir	00:38:08			
29	Conseguir	00:14:00	69	Entregar	01:50:40	109	Surtir	00:54:38	149	Surtir	01:14:14			
30	Conseguir	00:19:30	70	Entregar	00:34:07	110	surtir	01:28:37	150	Surtir	00:37:12			
31	Conseguir	00:20:19	71	Pallets	00:40:37	111	surtir	01:14:00	151	Surtir	00:15:23			
32	Conseguir	00:21:56	72	Pallets	00:26:02	112	Surtir	00:19:35	152	Surtir	00:13:18			
33	Conseguir	00:52:28	73	Regresar	00:20:25	113	surtir	00:18:13	153	Surtir	01:03:47			
34	Conseguir	00:15:32	74	Regresar	02:43:25	114	Surtir	00:49:06	154	Surtir	00:48:48			
35	Conseguir	00:24:05	75	Regresar	00:36:07	115	Surtir	00:57:08	155	Surtir	00:36:06			
36	Conseguir	00:13:10	76	regresar	00:56:37	116	Surtir	00:41:06	156	Surtir	00:48:23			
37	Conseguir	00:36:15	77	regresar	00:23:06	117	surtir	00:23:03	157	Surtir	03:48:37			
38	Conseguir	00:59:38	78	Regresar	00:39:38	118	surtir	00:20:29	158	Surtir	00:37:24			
39	Conseguir	00:51:46	79	Regresar	00:33:54	119	surtir	00:14:29	159	Surtir	00:24:07			
40	Conseguir	00:34:36	80	Regresar	00:30:01	120	surtir	00:11:07	160	Surtir	00:29:06			

## ANEXO D TABLA CON LOS DATOS RECOLECTADOS DEL SEGUNDO OPERADOR

Columna 1	Termino	tiempo	Columna 1	Termino	tiempo
1	Bucar	01:08:31	41	Revisa	00:32:04
2	Buscar	00:18:27	42	surte	02:18:10
3	Buscar	00:26:49	43	surte	00:22:19
4	Buscar	00:54:21	44	surte	00:27:38
5	Buscar	01:53:59	45	surte	01:39:50
6	Buscar	04:02:21	46	surte	00:30:32
7	Buscar	02:36:20	47	Surtir	00:24:04
8	Buscar	00:34:40	48	surtir	00:22:10
9	Buscar	00:47:52	49	surtir	00:22:19
10	Cargar	01:46:19	50	Surtir	00:03:01
11	Cargar	00:17:32	51	surtir	00:34:26
12	Cargar	00:20:47	52	Surtir	00:56:13
13	Cargar	00:56:13	53	Surtir	00:55:13
14	Cargar	00:17:29	54	Surtir	00:42:32
15	Conseguir	01:24:02	55	Surtir	01:01:10
16	Conseguir	00:55:06	56	Surtir	00:51:13
17	Conseguir	00:15:42	57	Surtir	01:06:52
18	conseguir	00:54:53	58	Surtir	00:56:30
19	conseguir	00:29:28	59	Surtir	00:56:30
20	Consigue	00:47:12			
21	Consigue	00:50:17			
22	Consigue	00:11:03			
23	Consigue	03:20:16			
24	Consigue	00:55:13			
25	Consigue	00:16:28			
26	Consigue	00:27:14			
27	Consigue	00:23:01			
28	Consigue	00:17:38			
29	Entrega	00:05:48			
30	entrega	01:27:10			
31	Entregar	01:34:50			
32	Entregar	04:02:10			
33	Entregar	02:35:46			
34	Entregar	01:52:00			
35	Regresa	00:34:20			
36	Regresa	00:39:10			
37	Regresa	00:10:38			
38	Regresa	00:57:47			
39	Regresa	00:26:05			
40	Revisa	00:32:04			

## ANEXO E TABLA CON LOS DATOS RECOLECTADOS DEL TERCER OPERADOR

Columna 1	Termino	tiempo	Columna 1	Termino	tiempo	Columna 1	Termino	tiempo
1	Acomodar	00:32:50	42	Consigue	00:33:12	83	Localiza	00:20:24
2	Consigue	00:17:55	43	Consigue	00:29:03	84	Localiza	00:32:00
3	Consigue	00:46:55	44	Consigue	00:32:15	85	Localiza	00:24:04
4	Consigue	00:39:01	45	Consigue	00:28:53	86	Localiza	00:22:21
5	Consigue	00:55:19	46	Consigue	00:18:07	87	Localiza	00:13:53
6	Consigue	00:54:03	47	Consigue	02:35:27	88	Localiza	00:30:53
7	Consigue	00:37:24	48	Consigue	00:53:58	89	Localiza	00:27:21
8	Consigue	00:49:58	49	Consigue	00:52:18	90	Localiza	00:20:19
9	Consigue	01:01:56	50	Consigue	02:45:21	91	Localiza	00:12:19
10	Consigue	01:22:20	51	Consigue	00:48:34	92	Localiza	00:16:06
11	Consigue	01:24:36	52	Consigue	00:16:02	93	Localiza	00:12:37
12	Consigue	03:23:36	53	Consigue	00:09:25	94	Localiza	00:17:25
13	Consigue	04:07:25	54	Entrega	01:32:04	95	Localiza	00:16:09
14	Consigue	01:03:01	55	Entrega	01:15:16	96	Localiza	00:33:29
15	Consigue	00:31:28	56	Entregar	01:09:34	97	Localiza	00:16:22
16	Consigue	00:58:04	57	Entregar	02:25:20	98	Localiza	00:22:21
17	Consigue	00:28:23	58	Localiza	00:54:36	99	Localiza	00:31:00
18	Consigue	00:37:10	59	Localiza	00:53:47	100	Localiza	00:27:28
19	Consigue	00:30:31	60	Localiza	00:28:35	101	Localiza	00:36:25
20	Consigue	00:01:37	61	Localiza	00:37:16	102	Localiza	00:12:21
21	Consigue	00:08:03	62	Localiza	00:44:15	103	Localiza	00:42:18
22	Consigue	00:55:59	63	Localiza	00:30:19	104	Reacomod	01:07:09
23	Consigue	00:26:31	64	Localiza	00:21:16	105	Regresar	00:13:21
24	Consigue	00:26:59	65	Localiza	00:57:10	106	Regresar	00:34:53
25	Consigue	00:17:51	66	Localiza	00:26:19	107	Regresar	00:29:13
26	Consigue	00:12:09	67	localiza	01:06:47	108	Regresar	00:44:20
27	Consigue	00:59:37	68	Localiza	00:20:31	109	Regresar	00:27:45
28	Consigue	00:25:18	69	Localiza	00:30:17	110	Regresar	00:22:22
29	Consigue	00:22:30	70	Localiza	00:37:24	111	Regresar	00:54:16
30	Consigue	00:24:38	71	Localiza	00:44:15	112	Regresar	00:41:24
31	Consigue	00:11:15	72	Localiza	01:08:09	113	Reubicar	00:21:20
32	Consigue	00:30:11	73	Localiza	00:37:09	114	Surte	00:43:10
33	Consigue	00:13:49	74	Localiza	00:44:37	115	Surte	00:25:22
34	Consigue	00:16:37	75	Localiza	00:13:32	116	Surtir	00:58:30
35	Consigue	00:17:22	76	Localiza	00:17:36	117	Surtir	00:47:38
36	Consigue	00:33:16	77	Localiza	00:16:24	118	surtir	00:17:04
37	Consigue	00:14:09	78	Localiza	00:17:00	119	surtir	01:10:46
38	Consigue	00:10:15	79	Localiza	00:25:34	120	surtir	00:24:01
39	Consigue	00:17:16	80	Localiza	00:45:44	121	surtir	00:56:09
40	Consigue	00:13:52	81	Localiza	00:26:21	122	surtir	00:36:54
41	Consigue	00:29:12	82	Localiza	00:28:06			

## ANEXO F TABLA DE HOLGURAS

<p>1) SUPLEMENTOS CONSTANTES</p> <p style="text-align: center;">Hombres-Mujeres</p> <p>Suplemento por necesidades personales.....5 - 7</p> <p>Suplemento básico por fatiga.....4 - 4</p> <p>2) CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BÁSICO POR FATIGA</p> <p style="padding-left: 20px;">A. <b>Suplemento por trabajar de pie</b>..... 2 - 4</p> <p style="padding-left: 20px;">B. <b>Suplemento por postura anormal</b></p> <p style="padding-left: 40px;">Ligeramente incómoda.....0 – 1</p> <p style="padding-left: 40px;">Incómoda (inclinado) .....2 – 3</p> <p style="padding-left: 40px;">Muy incómoda (echado, estirado) 7 – 7</p> <p style="padding-left: 20px;">C. <b>Levantamiento de pesos y uso de fuerza</b> (levantar, tirar o empujar)</p> <p style="padding-left: 40px;">Peso levantado o fuerza ejercida (en kilos)</p> <p style="padding-left: 60px;">2.5.....0 – 1</p> <p style="padding-left: 60px;">5.....1 – 2</p> <p style="padding-left: 60px;">7.5.....2 – 3</p> <p style="padding-left: 60px;">10.....3 – 4</p> <p style="padding-left: 60px;">12.5.....4 -6</p> <p style="padding-left: 60px;">15.....6 – 9</p> <p style="padding-left: 60px;">17.5.....8 -12</p> <p style="padding-left: 60px;">20.....10 – 15</p> <p style="padding-left: 60px;">22.5.....12 – 18</p> <p style="padding-left: 60px;">25.....14</p> <p style="padding-left: 60px;">30.....19</p> <p style="padding-left: 60px;">40.....33</p> <p style="padding-left: 60px;">50.....58</p> <p style="padding-left: 20px;">D. <b>Intensidad de la luz</b></p> <p style="padding-left: 40px;">Ligeramente por debajo de lo recomendado 0 – 0</p> <p style="padding-left: 40px;">Bastante por debajo..... 2 – 2</p> <p style="padding-left: 40px;">Absolutamente insuficiente..... 5 – 5</p>	<p><b>E. Calidad del aire</b> (factores climáticos exclusive)</p> <p style="text-align: center;">Hombres - Mujeres</p> <p>Buena ventilación o aire libre .....0 – 0</p> <p>Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas.....5 – 5</p> <p>Proximidad de hornos, calderas etc.....5-15</p> <p><b>F. Tensión visual</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajos de cierta precisión 0 – 0</p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajos de precisión o fatigosos.....2 – 2</p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.....5 – 5</p> <p><b>G. Tensión auditiva</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Sonido continuo.....0 – 0</p> <p style="padding-left: 20px;">Intermitente y fuerte.....2 – 2</p> <p style="padding-left: 20px;">Intermitente y muy fuerte.....5 – 5</p> <p style="padding-left: 20px;">Estridente y fuerte.....5 – 5</p> <p><b>H. Tensión mental</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Proceso bastante complejo.....1 – 1</p> <p style="padding-left: 20px;">Proceso complejo o atención muy dividida.....4 – 4</p> <p style="padding-left: 20px;">Muy complejo.....8 – 8</p> <p><b>I. Monotonía: mental</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajo algo monótono.....0 – 0</p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajo bastante monótono.....1 – 1</p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajo muy monótono.....4 – 4</p> <p><b>J. Monotonía: físico</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajo algo aburrido.....0 – 0</p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajo aburrido.....2 – 1</p> <p style="padding-left: 20px;">Trabajo muy aburrido.....5 – 2</p>
---	--

## ANEXO G TABLA DE DESCANSO Y NECESIDADES PERSONALES

### GENERAL Caminar

PISO	1.1 Liso sin obstrucciones	1.2 Ordinario de factoría	1.3 Grasiendo con obstrucciones	1.4 Siguiendo grúa o embarques	1.5 Sobre gravilla	1.6 Vía de FF. CC.
Crédito	1.10	1.12	1.16	1.18	1.20	1.22

### Subir o bajar

2.1 Subir a máquina				2.2 Escalera ordinaria		2.3 Escalera de barra		2.4 Andamio	
Sin herramienta		Con herramienta		Subir	Bajar	Subir	Bajar	Subir	Bajar
Limpia- Grasienda		Limpia- Grasienda							
1.25	1.30	1.30	1.40	1.35	1.30	1.55	1.50	1.70	1.65

### Martillar o clavar

3.1 Martillar o cincelar con martillo del:					3.2 Clavar clavos con martillo No. 1	
N°1	N°2	N°4	N°8	N°16	Madera suave	Madera dura
1.22	1.28	1.35	1.50	1.75	1.25	1.35

### Ajustar tuercas con llave abierta. Española, etc.

Operación	Dimensiones del tornillo, pulgadas			
	¼	¾	1, ½	2
Aflojar	1.17	1.20	1.25	1.35
Apretar	1.15	1.18	1.23	1.30

### Manejar pesos a mano

Para manejar pesos en condiciones normales y sin considerar los niveles que deben manejarse, la fórmula siguiente da un valor aproximado del porcentaje de descanso que debe acreditarse incluyendo necesidades personales.

$$\text{Créditos personales} = \frac{W+15}{2} = P + 0.10 \text{ don}$$

W= Peso en libras

P= Peso en kilos

## ANEXO H DATOS PARA CALCULO DE DEMANDA

Date	Drums/Boxes	# Skids	Date	rums/Boxt	# Skids	Date	rums/Boxt	# Skids
12/03/2018	2	2	12/10/2018	16	1	17/12/2018	2	1
12/03/2018	7	2	12/10/2018	40	2	17/12/2018	1	1
12/03/2018	3	1	12/10/2018	10	1	17/12/2018	4	1
12/03/2018	44	1	12/10/2018	79	4	17/12/2018	22	2
12/03/2018	75	7	12/10/2018	43	4	17/12/2018	30	1
12/03/2018	1	1	12/10/2018	8	1	17/12/2018	3	1
12/03/2018	13	1	12/10/2018	3	1	18/12/2018	101	5
12/03/2018	1	1	12/10/2018	1	1	18/12/2018	12	1
12/03/2018	93	6	12/10/2018	1	1	19/12/2018	2	2
12/03/2018	51	5	12/10/2018	1	1	19/12/2018	5	2
12/03/2018	4	1	12/10/2018	2	1	19/12/2018	17	1
12/03/2018	3	1	12/10/2018	32	1	19/12/2018	114	3
12/03/2018	3	1	12/10/2018	4	1	19/12/2018	3	1
12/03/2018	10	1	12/10/2018	37	4	19/12/2018	15	1
12/03/2018	3	1	12/11/2018	1	1	19/12/2018	3	1
12/03/2018	53	5	12/11/2018	7	1	19/12/2018	1	1
12/03/2018	5	1	12/11/2018	7	1	19/12/2018	54	3
12/04/2018	11	5	12/11/2018	1	1	19/12/2018	158	14
12/04/2018	5	1	12/12/2018	23	1	19/12/2018	111	6
12/04/2018	2	1	12/12/2018	1	1	19/12/2018	2	1
12/04/2018	1	1	12/12/2018	8	2	19/12/2018	34	3
12/05/2018	3	1	12/12/2018	14	7	19/12/2018	2	1
12/05/2018	64	1	12/12/2018	9	2	19/12/2018	3	1
12/05/2018	1	1	12/12/2018	2	1	19/12/2018	2	1
12/05/2018	5	2	12/12/2018	6	1	19/12/2018	11	1
12/05/2018	1	1	12/12/2018	15	1	19/12/2018	21	1
12/05/2018	128	11	12/12/2018	103	3	19/12/2018	27	3
12/05/2018	71	2	12/12/2018	8	2	19/12/2018	3	1
12/05/2018	3	1	12/12/2018	125	11	19/12/2018	2	1
12/05/2018	8	2	12/12/2018	38	3	19/12/2018	12	3
12/05/2018	16	1	12/12/2018	49	5	19/12/2018	187	9
12/05/2018	2	2	12/12/2018	2	1	19/12/2018	1	1
12/05/2018	81	5	12/12/2018	4	1	19/12/2018	1	1
12/05/2018	236	13	12/12/2018	73	3	19/12/2018	31	3
12/05/2018	3	1	12/12/2018	33	3	19/12/2018	1	1
12/05/2018	4	1	12/12/2018	1	1	19/12/2018	2	1
12/05/2018	31	3	12/12/2018	5	1	19/12/2018	3	1
12/05/2018	2	1	12/12/2018	88	3	21/12/2018	9	1
12/05/2018	11	3	12/12/2018	317	18	21/12/2018	57	3
12/05/2018	13	4	12/12/2018	24	1	21/12/2018	1	1
12/05/2018	17	1	12/12/2018	24	6	21/12/2018	3	1
12/05/2018	10	1	12/12/2018	1	1	21/12/2018	4	1
12/05/2018	1	1	12/12/2018	1	1	21/12/2018	30	3
12/05/2018	65	6	12/12/2018	2	1	21/12/2018	119	4
12/05/2018	64	2	12/12/2018	3	1	21/12/2018	7	1
12/05/2018	1	1	12/12/2018	32	3	21/12/2018	66	4
12/05/2018	21	1	13/12/2018	8	1	21/12/2018	20	1
12/05/2018	19	2	13/12/2018	3	1	21/12/2018	13	1
12/05/2018	1	1	13/12/2018	4	1	21/12/2018	32	1
12/05/2018	40	1	14/12/2018	8	2	21/12/2018	7	1
12/06/2018	11	1	14/12/2018	1	1	21/12/2018	29	2
12/06/2018	1	1	14/12/2018	3	1	21/12/2018	3	1
12/06/2018	7	1	14/12/2018	153	4	21/12/2018	2	1
12/07/2018	5	1	14/12/2018	25	2	21/12/2018	4	1
12/07/2018	10	3	14/12/2018	39	1	21/12/2018	1	1
12/07/2018	5	1	14/12/2018	82	7	21/12/2018	29	3
12/07/2018	39	1	14/12/2018	116	7	21/12/2018	2	1
12/07/2018	1	1	14/12/2018	178	4	21/12/2018	5	1
12/07/2018	5	1	14/12/2018	21	2	26/12/2018	2	1
12/07/2018	4	1	14/12/2018	3	1	26/12/2018	2	1
12/07/2018	92	8	14/12/2018	217	10	26/12/2018	3	1
12/07/2018	70	1	14/12/2018	1	1	26/12/2018	81	7
12/07/2018	10	1	14/12/2018	2	1	26/12/2018	6	1
12/07/2018	159	6	14/12/2018	1	1	26/12/2018	1	1
12/07/2018	85	5	14/12/2018	77	2	26/12/2018	18	1
12/07/2018	115	3	14/12/2018	32	3	26/12/2018	1	1
12/07/2018	10	1	14/12/2018	12	1	26/12/2018	19	2
12/07/2018	247	14	14/12/2018	21	2	28/12/2019	111	4
12/07/2018	1	1	14/12/2018	29	1	28/12/2019	26	11
12/07/2018	1	1	17/12/2018	2	1	28/12/2019	8	1
12/07/2018	1	1	17/12/2018	5	2	28/12/2019	28	3
12/07/2018	3	1	17/12/2018	6	6	28/12/2019	14	1
12/07/2018	26	3	17/12/2018	55	5	28/12/2019	1	1
12/07/2018	5	1	17/12/2018	3	1	28/12/2019	69	6
12/07/2018	22	2	17/12/2018	1	1	28/12/2019	22	1
12/07/2018	1	1	17/12/2018	73	2	28/12/2019	17	2
12/07/2018	2	1	17/12/2018	52	2	28/12/2019	1	1
12/07/2018	24	1	17/12/2018	74	4	28/12/2019	1	1
12/07/2018	36	3	17/12/2018	13	1	28/12/2019	4	1
12/07/2018	6	1	17/12/2018	27	3	28/12/2019	3	1
12/10/2018	3	1	17/12/2018	39	1	28/12/2019	193	11
12/10/2018	3	3	17/12/2018	1	1	28/12/2019	34	1
12/10/2018	3	1	17/12/2018	3	1	28/12/2019	8	1
12/10/2018	50	5	17/12/2018	1	1	28/12/2019	6	1
12/10/2018	4	1	17/12/2018	50	2		2379	198

