

# ESCUELA DE POSGRADO Y ESTUDIOS CONTINUOS

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS LÍNEAS DE EMPACADO DE LA EMPRESA YARA, SALVERRY 2022.

Tesis para optar por el grado de **MAESTRO** en:

**DIRECCIÓN DE OPERACIONES Y CADENA DE ABASTECIMIENTO**

**Autor:**

Bachiller Armando Serguei Peña Cordova

**Asesor:**

Maestro Jorge Guillermo Calizaya Portal

<https://orcid.org/0000-0002-9392-029X>

Perú

2023

## Resumen

Esta investigación presenta como objetivo general la aplicación del estudio de tiempos en las líneas de empaqueo en una empresa de fertilizantes.

En el marco metodológico, la investigación tiene un enfoque cuantitativo, de tipo preexperimental y un alcance descriptivo. Las herramientas usadas fueron:

Un método de resolución de problemas A3 que proporciona un enfoque estructurado para analizar y proponer mejoras de procesos. La metodología del estudio de tiempos y movimientos, que incluye a su vez el desarrollo y análisis de un diagrama de operaciones del proceso, un diagrama de actividades del proceso, un diagrama de circulación y la medición del trabajo. El indicador EGE (eficacia general del equipo) o más conocido como OEE (por sus siglas en inglés), es una herramienta de fabricación ajustada y se aplicó a las líneas de empaqueo para monitorear, evaluar y mejorar el proceso de empaqueo.

Fue posible estandarizar y economizar el método de trabajo. Las actividades del empaqueo se redujeron de 22 a 15 (equivalente al 31,8%) por ser innecesarias. La inserción del sistema push and pull redujo el movimiento y el esfuerzo del operador en un 90%. El tiempo de ciclo promedio fue de 20 segundos después de la aplicación del factor de evaluación. El tiempo normal fue igual a 19,52 segundos. Finalmente, multiplicado por los suplementos, el tiempo estándar fue de 21,7 segundos. Se incrementó la productividad en un 63,6% para el empaqueo de nitrato de amonio y en un 80% para yaramila hydran, con respecto a 2018. Se redujo el riesgo de caídas en un 85%.

Los resultados de la investigación confirman cómo la aplicación del estudio de tiempos incrementa la productividad y mejora la seguridad de la operación de empaqueo de fertilizantes.

## Abstract

This research presents as a general objective the application of the study of times in the packaging lines in a fertilizer company.

In the methodological framework, the research has a quantitative, pre-experimental approach and a descriptive scope. The tools used were:

An A3 problem solving method that provides a structured approach to analyzing and proposing process improvements. Motion and time study methodology, including development and analysis of a process flow chart, process activity chart, flowchart, and work measurement. The EGE indicator (general equipment effectiveness) or better known as OEE (for its acronym in English), is a lean manufacturing tool and was applied to packaging lines to monitor, evaluate and improve the packaging process.

It was possible to standardize and economize the working method. Packaging activities were reduced from 22 to 15 (equivalent to 31.8%) as they were unnecessary. The insertion of the push and pull system reduced the movement and the effort of the operator by 90%. The average cycle time was 20 seconds after the application of the evaluation factor, the normal time was equal to 19.52 seconds. Finally multiplied by the supplements, the standard time was 21.7 seconds. Productivity increased by 63.6% for Ammonium nitrate bagging and 80% for Yaramila Complex, compared to 2018. The risk of falls was reduced by 85%.

The results of the investigation confirm that the application of the study of times increases the productivity and improves the safety of the fertilizer packaging operation

## **Dedicatoria y Agradecimientos**

A Dios, por ser mi guía, e iluminar mis pensamientos.

A mi familia, por el ejemplo que me brindan cada día.

A mi esposa, por ser el punto de apoyo en mis  
metas.

A la empresa Yara Perú S.R.L, sus directivos, jefes y a todo el personal operativo, por su respaldo y compañía a lo largo de la investigación.

Armando Serguéi Peña Córdova

## Tabla de Contenidos

<b>Resumen</b> .....	ii
<b>Abstract</b> .....	iii
<b>Dedicatoria y Agradecimientos</b> .....	iv
<b>Tabla de Contenidos</b> .....	v
<b>Índice de Tablas y Figuras</b> .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	8
<b>1.2 Pregunta de investigación</b> .....	12
<b>1.2.1 Pregunta general:</b> .....	12
<b>1.2.2 Preguntas específicas:</b> .....	12
<b>1.3 Objetivos de Investigación</b> .....	12
<b>1.3.1 Objetivo General:</b> .....	12
<b>1.3.2 Objetivos Específicos:</b> .....	13
<b>1.4 Justificación de la Investigación</b> .....	13
<b>1.4.1 Teórica</b> .....	13
<b>1.4.2 Práctica</b> .....	13
<b>1.4.3 Metodológica</b> .....	13
<b>1.5 Alcance</b> .....	14
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1 Antecedentes de Investigación</b> .....	15
<b>2.2 Marco Conceptual</b> .....	17
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	28
<b>3.1 Declaración de hipótesis</b> .....	28
<b>3.1.1 Hipótesis general:</b> .....	28
<b>3.1.2 Hipótesis específicas:</b> .....	28
<b>3.2 Operacionalización de variables</b> .....	28
<b>IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS</b> .....	30
<b>4.1 Metodología de la Investigación</b> .....	30
<b>4.1.1 Tipo de investigación</b> .....	30
<b>4.1.2 Diseño de investigación</b> .....	30
<b>4.1.3 Diseño Preexperimental</b> .....	30
<b>4.1.4 Método de investigación</b> .....	31
<b>4.1.5 Marco Muestral</b> .....	31
<b>4.1.6 Técnicas e instrumentos</b> .....	31
<b>4.2 Procedimiento del estudio de métodos</b> .....	32

4.2.1	<b>Estudio de las Operaciones</b> .....	32
4.2.2	<b>Seleccionar la tarea: Operación de Empacado</b> .....	33
4.2.3	<b>Registrar lo relacionado: Operación de Empacado</b> .....	33
4.2.4	<b>Examinar el Método actual: Operación de Empacado</b> .....	35
4.2.5	<b>Idear el Nuevo Método: Operación de Empacado</b> .....	38
4.2.6	<b>Implementar el nuevo método</b> .....	45
4.2.7	<b>Mantener el nuevo método</b> .....	52
4.3	<b>Procedimiento del Estudio de Tiempos</b> .....	53
4.3.1	<b>Seleccionar la tarea a estudiar</b> .....	53
4.3.2	<b>Registrar los datos necesarios para efectuar la medición</b> .....	53
4.3.3	<b>Examinar los datos</b> .....	55
4.3.4	<b>Medición del Tiempo</b> .....	56
4.3.5	<b>Calcular el Tiempo Básico (Normal)</b> .....	57
4.3.6	<b>Calcular el Tiempo Estándar</b> .....	57
4.4	<b>Efectividad General del Equipo (OEE)</b> .....	58
V.	<b>RESULTADOS</b> .....	61
5.1	<b>Respecto al Método de Trabajo</b> .....	61
5.2	<b>Respecto a la utilidad de los Montacargas (Push and Pull)</b> .....	61
5.3	<b>Respecto al Tiempo Estándar del Método Propuesto</b> .....	61
5.4	<b>Respecto al Indicador OEE</b> .....	63
5.5	<b>Mejoras económicas</b> .....	63
VI.	<b>DISCUSION Y CONCLUSIONES</b> .....	64
6.1	<b>Discusión de resultados</b> .....	64
6.2	<b>Conclusiones</b> .....	64
6.3	<b>Recomendaciones</b> .....	65
	<b>REFERENCIAS</b> .....	66
	<b>ANEXOS</b> .....	68
	<b>Matriz de consistencia</b> .....	68
	<b>Empacado tradicional de empaqueo de fertilizantes Vargas (2021)</b> .....	69
	<b>Método Tradicional de empaqueo de fertilizantes</b> .....	71
	<b>Lista de equipos para empaqueo</b> .....	73
	<b>Recepción de mercadería</b> .....	74
	<b>Método propuesto de empaqueo de fertilizantes granulados</b> .....	75
	<b>Check list de inspección pre-operacional de empaqueo</b> .....	78

## Índice de Tablas y Figuras

### Tablas

Tabla n.º 1.1 Demanda Global de Fertilizantes.....	9
Tabla n.º 1.2 Promedio de Producción (TM/H) por tipo de Producto.....	11
Tabla n.º 2.1 Sistema de factores de valoración de Westinghouse .....	25
Tabla n.º 2.2 Holguras revisadas.....	26
Tabla n.º 3.1 Operacionalización de Variables.....	29
Tabla n.º 4.1 Diseño Preexperimental de la investigación.....	30
Tabla n.º 4.2 Línea de Tiempo de la Operación de Empacado.....	34
Tabla n.º 4.3 Disponibilidad de tiempo en Jornada de Trabajo .....	34
Tabla n.º 4.4 Productividad promedio (TM/h-h) por tipo de Producto .....	35
Tabla n.º 4.5 Valoración de Soluciones por implementar.....	38
Tabla n.º 4.6 Línea de Tiempo de la Operación de Empacado – Mejorado .....	40
Tabla n.º 4.7 Tiempo de preparación por tipo de producto .....	40
Tabla n.º 4.8 Descripción de funciones del método propuesto.....	54
Tabla n.º 4.9 Ficha de Observación .....	55
Tabla n.º 4.10 Tiempos medidos de la muestra.....	56
Tabla n.º 4.11 Tiempos normales .....	57
Tabla n.º 4.12 Tiempos estándares .....	58
Tabla n.º 5.2 Tiempos promedio, Normal y Estándar .....	62
Tabla n.º 19 Matriz de consistencia.....	68

### Figuras

Figura n.º 1.1 Estrategia corporativa de Yara .....	9
Figura n.º 1.2 Evolución Histórico de Empacado (2016-2018) - Nitrato de Amonio .....	10
Figura n.º 2.1 Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa .....	22
Figura n.º 4.1 Diagrama de Operaciones .....	33
Figura n.º 4.2 Análisis del Problema con A3 Problem <i>Solving</i> .....	36
Figura n.º 4.3 Diagrama de Ishikawa .....	36
Figura n.º 4.4 Matriz de Soluciones Potenciales .....	37
Figura n.º 4.5 Acciones de mejora en el trabajo .....	39
Figura n.º 4.6 DOP para el empaqueo tradicional de fertilizantes granulados.....	42
Figura n.º 4.7 DOP del método propuesto de empaqueo de fertilizantes granulados.....	44
Figura n.º 4.8 DAP para el empaqueo tradicional de fertilizantes granulados .....	46

Figura n.º 4.9 Diagrama de recorrido para el empaqueo tradicional de fertilizantes granulados....	47
Figura n.º 4.10 DAP para el método propuesto de empaqueo de fertilizantes granulados .....	48
Figura n.º 4.11 Diagrama de recorrido para el método propuesto de Empaqueo de fertilizantes granulados .....	49
Figura n.º 4.12 Reunión del equipo de operaciones .....	50
Figura n.º 4.13 Especificaciones técnicas de una línea retráctil.....	51
Figura n.º 4.14 Estructura metálica “esquinero” .....	51
Figura n.º 4.15 Estructura metálica “porta láminas” .....	52
Figura n.º 4.16 Densidades en fertilizantes .....	54
Figura n.º 4.17 Estructura del OEE.....	59
Figura n.º 4.18 OEE para el empaqueo de fertilizantes granulados .....	59
Tabla n.º 5.1 Comparación de los métodos de trabajo.....	61
Figura n.º 5.1 Productividad promedio (TM/H-H) de nitrato de amonio.....	62
Figura n.º 5.2 Productividad promedio (TM/H-H) de yaramila hydran.....	62
Figura n.º 5.3 Productividad promedio (TM/H-H) de sulfato de amonio.....	63
Figura n.º 5.4 OEE Mensual en la Líneas de empaqueo de fertilizantes granulados .....	63



---

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, las empresas se ven sumergidas en un mundo de mayor dinamismo y competitividad, la globalización sin duda resulta un reto y a la vez una oportunidad para que las compañías puedan adaptarse a cambios en un ambiente social, político, tecnológico y sobre todo de exigencia del mercado.

La productividad es una palabra usada cuando pensamos en mejorar los métodos de trabajo, y es sin duda una variable importante para medir la gestión de los líderes en el entorno empresarial.

El Foro Económico Mundial (FEM, 2022) se reunió este año tras dos años marcados por La Pandemia (Covid-19) y el conflicto armando entre Rusia y Ucrania. El FEM (Davos, 2022) reunió a líderes políticos de la Región Latinoamericana (entre ellos Perú); quienes concluyeron como un factor común, el incremento del desempleo e informalidad, generado por la Pandemia, así como también el encarecimiento de las materias primas generadas por el conflicto bélico anteriormente mencionado.

El último ranking de competitividad mundial (Suiza, 2021), desarrollado por el instituto Internacional para el Desarrollo Gerencial (IMD, 2021) ubica al Perú en el puesto 58 de 64 países. Los factores de mayor impacto en el resultado son una mala gestión en: economía, marco institucional, productividad e infraestructura científica.

El informe “La Hora de Crecimiento” publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2018) concluye que el factor total de productividad de América Latina y el Caribe, disminuyó un 0,11 % en los últimos 60 años.

La publicación del centro de negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP, 2021) expone que existe una correlación positiva entre el nivel de competitividad y el producto bruto interno (PBI) per cápita, del cual se puede concluir que una mejora en la productividad de la empresa impacta en nivel de competitividad en el mercado.

La presente investigación busca demostrar que la aplicación del estudio de tiempos, herramienta potente en el estudio del trabajo, puede incrementar el nivel de productividad en las líneas de empaque de la empresa Yara Perú y ello impactar positivamente en su competitividad.

## 1.1 Realidad Problemática

Yara Internacional ASA, es una empresa de origen noruego, que se desarrolla en el sector de la industria química. Yara es el mayor fabricante de fertilizantes elaborados a partir de nitrógeno. El nitrógeno es esencial para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, además de generar un mejor rendimiento para el agricultor.

Para América Latina, Yara cuenta con instalaciones de producción en Cartagena (Colombia) y empresas de distribución en países como Perú, Costa Rica, Panamá, Bolivia y Chile.

### Factores Externos:

En el marco mundial de fertilizantes, la Asociación Internacional de Fabricantes de Fertilizantes (IFA, 2021), llevó a cabo en Dubái (Emiratos Árabes Unidos), la conferencia anual "Perspectivas sobre Fertilizantes a corto plazo 2021-2022"; donde se expusieron los siguientes puntos:

- El costo del gas natural, combustible principal en las plantas productoras de fertilizantes, se incrementarían a finales del 2021; generado por el incremento de la demanda (debido a la recuperación económica en Europa y Asia) y una cadena de suministro que retomaba su puesta en marcha.
- Interrupciones relacionadas con Covid-19 han aumentado los tiempos de tránsito y los costos de los fletes marítimos. El informe expone que los costos de envío permanecerían elevados a lo largo de 2021 y en 2022, lo que afectará el mercado de insumos primarios.
- Basado en la red de corresponsales de los países de IFA, la demanda mundial de fertilizantes se espera que se contraiga en un 3% en 2021/22. Muchos corresponsales de países estiman que después de la caída esperada en el año fertilizante 2021/22, la demanda mejoraría en 2022/23. En consecuencia, una recuperación del 3%.

La Tabla n°. 1.1, muestra las variaciones de la demanda en los tres principales macronutrientes: Nitrógeno (N), Fósforo ( $P_2O_5$ ) y Potasio ( $K_2O$ ) a lo largo de los años 2018 y 2021, así como sus proyecciones en los años 2022 y 2023.

**Tabla n.º 1.1**

*Demanda Global de Fertilizantes*

Global Mineral Fertilizer Demand (Mt nutrients)				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Total
2018/19	105.6	45.5	37.1	188.2
2019/20	108.2	46.5	37.0	191.8
2020/21 (f)	113.7	49.7	40.4	203.8
Change	+5.0%	+6.8%	+9.1%	+6.3%
2021/22 (f)	111.3	48.0	38.9	198.2
Change	-2.1%	-3.3%	-3.9%	-2.7%
2022/23 (f)	114.0	49.5	40.3	203.9
Change	+2.4%	+3.1%	+3.8%	+2.9%

(f) Forecast

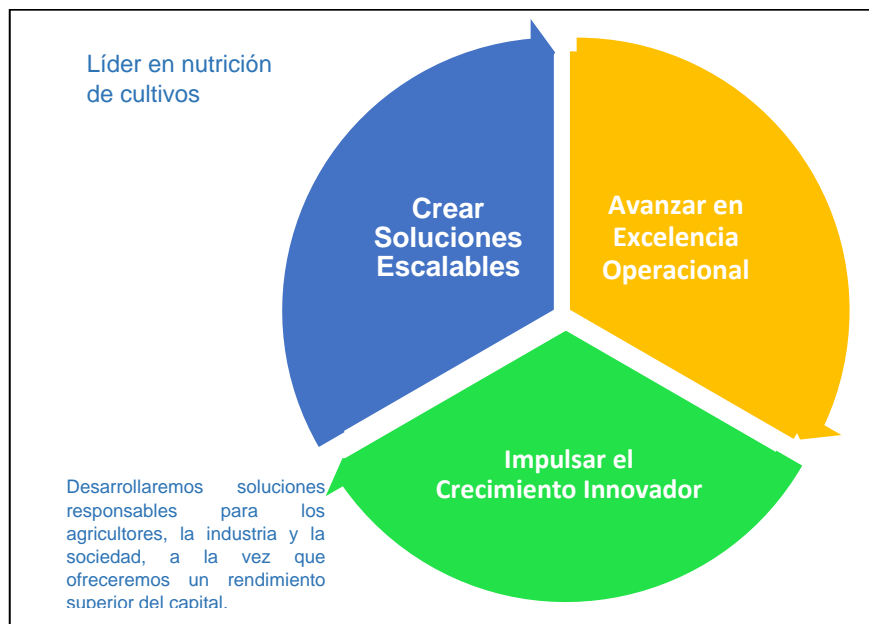
*Nota. De Summary Short (p.3), por International Fertilizer Association (IFA), 2021 (<https://www.ifastat.org/market-outlooks>).*

**Factores Internos:**

Ante la coyuntura mundial, Yara International ASA, debe reforzar la estrategia corporativa definida en 2018, dando prioridad a dos aspectos importantes: Acelerar la excelencia operacional y expandir su alcance en el mercado. La figura n.º 1.1, muestra a detalle la Estrategia Corporativa de la compañía.

**Figura n.º 1.1**

*Estrategia corporativa de Yara*



*Nota. Adaptada de “Nueva estrategia de Yara” por peruyboliviacomunica, 2018, Revista Conexión, pág. 01. (<https://www.yara.com.pe/>)*

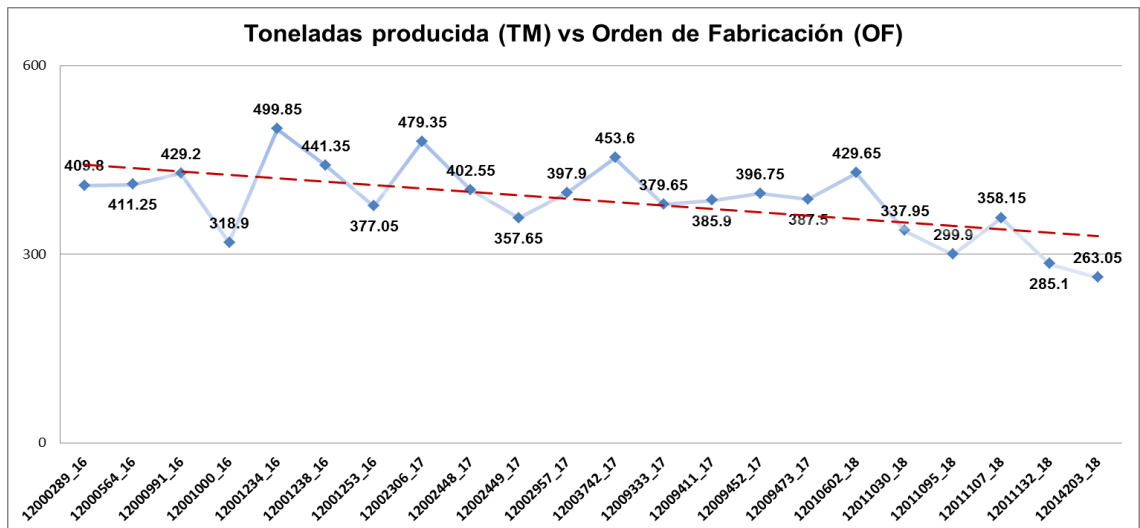
La coyuntura actual en el mercado de fertilizantes exige productos más competitivos y tiempos de entrega cada vez más cortos para los clientes. Un enfoque de Excelencia Operacional, manteniendo los estándares internacionales de seguridad, sin duda es un reto para la sede de Salaverry, que es donde se realiza el estudio.

La investigación inicia con el análisis histórico de las producciones diarias en el área de Empacado de fertilizantes, durante los años 2016 al 2018.

La Figura n.º 1.2. muestra una tendencia a la baja del nivel de producción diario en el empackado de nitrato de amonio. La investigación centra la atención en el nivel de productividad respecto a la mano de obra, por esta razón y sabiendo que la cantidad de operarios por líneas de empackado es constante, el cociente (TM/H-H) seguirá la misma tendencia a la baja.

**Figura n.º 1.2**

*Evolución Histórico de Empacado (2016-2018) - Nitrato de Amonio*



*Nota.* Adaptada de la producción de empackado de fertilizantes, basada en la data MRP Sap, transacción COOIS, 2018.

La Tabla n°.1.2 muestra los promedios de producciones de empaqueo por tipo de producto, de ella se puede concluir:

**Tabla n°. 1.2**

*Promedio de Producción (TM/H) por tipo de Producto*

Descripción de productos		Año de análisis		
		2016	2017	2018
N°01	SAM (21-0-0-24S) SIMPLE IMP	585	566	442.7
	TM / H	68.8	66.6	59.0
N°02	UREA PRILLED (46-0-0)	501	481	301
	TM / H	58.9	56.6	40.1
N°03	NIT AMONIO P/USO AGRICOLA x 50 KG	499.85	479.35	429.65
	TM / H	58.8	56.4	57.3
N°04	KCL GRANULADO ROJO (0-0-60)	520	421	388
	TM / H	61.2	49.5	51.7
N°05	DAP GRANULADO (18-46-0)	528	406	352
	TM / H	62.1	47.8	46.9
N°06	UREA GRANULADA (46-0-0)	400	305	250
	TM / H	47.1	35.9	33.3
N°07	YARAMILA COMPLEX ENVASADO 50 KG	0	363	320
	TM / H	0.0	42.7	42.7
N°08	YARAMILA HYDRAN	0	456	382
	TM / H	0.0	53.6	50.9

*Nota.* Adaptada de la producción de empaqueo de fertilizantes, basada en la data MRP Sap, transacción COOIS, 2018.

- Entre los años 2016 y 2017, la seguridad toma un rol muy importante para el desempeño de operaciones, es decir se implementan medidas preventivas (inspecciones preoperativas en máquinas y equipos, pausas activas, etc.) que impactan reduciendo aproximadamente un 12.4% (7.4 TM/Hora, menos) de la producción diaria.
- El año 2018, se adquieren máquinas montacargas (con un sistema denominado “push pull”), para mejorar la manipulación del material y la seguridad de la operación. El impacto sobre la producción también fue negativo en 7.8 %, debido a que no se tenía definido un método de trabajo que integrase dichas máquinas.

La información anterior muestra una tendencia a la baja del nivel de producción en las líneas de empaqueo, debido a nuevas restricciones en cuanto a una operación más segura y la incursión de tecnología en el proceso. Por esta razón, es necesario analizar de manera más crítica el trabajo en las líneas de empaqueo, plantear una solución, con el objetivo de mejorar el nivel de productividad.

## **1.2 Pregunta de investigación**

### **1.2.1 Pregunta general:**

Ante lo expuesto en el acápite anterior, será que:

- ¿La implementación del estudio de tiempos incrementa el nivel de productividad en las líneas de empaqueo de fertilizantes?

### **1.2.2 Preguntas específicas:**

- ¿Cómo se ve afectada la productividad con la aplicación del estudio de tiempos en las líneas de empaqueo de fertilizantes?
- ¿De qué manera el uso de equipos móviles mejora el trabajo en las líneas de empaqueo de fertilizantes?
- ¿Cuál es la importancia del tiempo estándar dentro de las operaciones de empaqueo de fertilizantes?
- ¿Cuál es la importancia de un indicador global en las operaciones de empaqueo de fertilizantes?

## **1.3 Objetivos de Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General:**

- Aplicar el estudio de tiempos para incrementar la productividad en las líneas de empaqueo de fertilizantes.

### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- Determinar un método de trabajo más productivo y seguro utilizando el estudio de tiempos.
- Determinar la utilidad del equipo móvil (montacarga y "push and pull") en el método de trabajo propuesto.
- Determinar el tiempo estándar del método de trabajo propuesto.
- Implementar el indicador eficiencia general de los equipos (OEE) como indicador del proceso de empaqueo.

## **1.4 Justificación de la Investigación**

### **1.4.1 Teórica**

De acuerdo con los autores Niebel y Freivalds (2004) las principales herramientas que pueden ser usadas para una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares y el diseño del trabajo. La presente investigación busca revalorar el uso del estudio de tiempos y la implicancia sobre la productividad. Así mismo, la investigación marca un precedente respecto a las operaciones tradicionales de empaqueo de fertilizantes, que por lo general son manuales.

### **1.4.2 Práctica**

La investigación propone la aplicación del estudio de tiempos como herramienta para la mejora de los niveles de productividad en las líneas de empaqueo de la empresa Yara Perú. Así mismo busca adecuar el uso de equipos móviles para desarrollar un método más simple, seguro y de mayor eficiencia. Finalmente, se busca replicar la implementación del nuevo método de trabajo en las demás sedes de la compañía a nivel nacional.

### **1.4.3 Metodológica**

La investigación es de tipo aplicada, de diseño preexperimental y con un enfoque cuantitativo.

## **1.5 Alcance**

La investigación tiene un alcance descriptivo, pues busca recoger y medir la variable nivel de productividad en las líneas de empaqueo de fertilizantes, en dos momentos (analizando el método original y posterior al estudio de tiempos).



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de Investigación

Dentro de los diversos estudios que favorecen la investigación podemos citar investigaciones en distintos rubros empresariales:

Gómez (2021) en su investigación “Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa Facalsa de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos”. San Juan Bautista, Ecuador. Estableció como objetivo mejorar el índice de productividad en la producción de calzado, a través del análisis y aplicación de la metodología de estandarización de tiempos. La investigación tiene un alcance descriptivo. Los métodos para la recolección de datos usados fueron la observación e instrumentos específicos, mientras que el instrumento utilizado fue un cuestionario. Con lo cual se demostró que, una vez definido “un método propuesto” y calculado los estándares de tiempo para cada proceso, se obtuvo una mejora del tiempo de 4.48% y un aumento de 30.6% en la productividad, tomando como base una producción de un lote de 12 pares de zapatos.

Muñoz (2021) en su investigación: “Estudio de tiempos y su relación con la productividad”. Chiquisaca, Bolivia. Se planteó como objetivo establecer acciones para mejorar la productividad en el área de despacho, en base al estudio de tiempos. La investigación tiene un alcance relacional, con base a interdependencia entre las variables productividad y tiempos de operación, así como también las condiciones de trabajo. Para la recolección de datos se aplicaron entrevistas personales y la técnica de observación, con lo cual se concluyó: los tiempos improductivos que se presentan en el sector de despacho generan cuellos de botella impactando en la capacidad productiva de la fábrica. Después de un análisis sistémico para mejorar en la productividad, se propuso el estudio de tiempos con una opción para elevar la productividad. La investigación demuestra que existe una correlación positiva ( $Rho = 0.674$ ) entre reducir los tiempos de operación (tiempos improductivos por parada inesperadas) y una mejora en la productividad. El estudio también demuestra que “un método de trabajo propuesto”, con estándares de tiempo establecidos, permitirían reducir en un 19.51% los tiempos de operación.

Chandra, Prakash, Dheeraj y Vaibhava (2020) en su investigación titulada: “Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para incrementar la productividad y la eficiencia. Manipal, India. El propósito de la investigación es resaltar los beneficios del estudio de tiempos y movimientos en el sector de la construcción. La investigación demostró que después de aplicar correcciones en el método de trabajo y medir los resultados, se pudo incrementar la Productividad en 0.61 TM/h (después de una semana de trabajo), llegando a 1.94 TM/h (después de la segunda semana), lo que equivale un aumento del 218,03% luego de aplicada la mejora.

Del Castillo y Arias (2019) en su investigación: “Estudio de tiempos y el incremento de la productividad en el área de acondicionamiento del proceso de mango congelado. Empresa AgroPackers S.A.C. – Végueta 2018”. Huaura, Perú. El objetivo de la investigación fue medir la relación entre el estudio de tiempos y la productividad en el área de acondicionamiento, durante el proceso de mango congelado. El alcance de la investigación es de carácter descriptivo y correlacional. La técnica usada fue la observación y se demostró la existencia de una relación entre el estudio de tiempos y el incremento de la productividad en el sector agropecuario. Se comparó el resultado de la aplicación del estudio de tiempos en dos poblaciones de trabajo ubicadas en diferentes lugares (Vegeta - Lima y Casma – Ancash), donde se logró pasar de 0.9 a 1.3 puntos de productividad respectivamente.

Andrade, Del Río y Daissy (2019) en su investigación: “Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado”. Otavalo. Ecuador. El objetivo es la aplicación de metodologías de mejora en el trabajo, que permita elevar los resultados de la eficiencia. La investigación tiene un alcance descriptivo y demostró que el estudio de tiempos y movimientos (aplicado a un proceso manual), permite un incremento en la eficiencia y productividad.

Su y Quiliche (2018) en su investigación titulada “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera”. Chimbote, Perú. La investigación fue preexperimental longitudinal. La población estuvo compuesta por los tiempos empleados por los trabajadores en el proceso productivo y la muestra la conformaron los trabajadores del área de corte. El objetivo fue establecer propuesta de mejora en el área de trabajo. Se demostró que la aplicación de técnicas de estudio del trabajo en el sector pesca mejora la productividad. Los resultados de la investigación evidencian un incremento de la productividad del 12.85% (de 0.638 a 0.72 cajas/h-h) después de la aplicación de un estudio de tiempos y movimientos en la producción de barriles con anchovetas en salación.

Moreno, Moreno y Moreno (2017) en su investigación titulada: “Mejoramiento de la productividad, a través de un estudio de tiempos del trabajo”. Riobamba, Ecuador. El objeto de la investigación es poder definir de manera confiable la determinación del tiempo estándar en una tarea industrial. Se logró demostrar que es posible mejorar la productividad de una empresa del sector de plásticos, a través del estudio de tiempos. Los resultados evidencian un aumento en la productividad de la mano de obra del 16.67% en base a un nuevo “método de trabajo propuesto”; equivalente a 20 unidades adicionales producidas por turno.

Martínez, Olvera, González y Velázquez (2017) en su estudio: “Incremento en la productividad con análisis de tiempos y movimientos en una empresa de lencería”. Pachuca, México. El objeto de la investigación es incrementar la productividad del área de distribución, utilizando el análisis de tiempos y movimientos. La investigación es de tipo aplicada no experimental,

cualitativa y cuantitativa. Se demostró que un adecuado diagnóstico del problema, así como un correcto estudio de tiempos y movimientos, pueden incrementar la productividad en el área de distribución de una empresa de lencería. La investigación de Martínez et al. (2017) permitió elevar en un 33% la productividad en su producción diaria.

Oliveira, Myrella, Ataide, Rodrigues y Daher (2017) en su investigación titulada: “El estudio de tiempos y movimientos en la eliminación de desperdicios: una aplicación práctica en el área de limpieza industrial mecanizada”. San Luis. Brasil. El objetivo del estudio fue comprobar como el estudio de tiempos y movimientos puede influir en maximizar la productividad. La investigación es de tipo exploratorio, con un enfoque cuantitativo. Después de Mapear la jornada de trabajo, y poder identificar causas posibles de improductividad, y aplicando acciones para una mejor utilización de los equipos móviles; Oliveira et al. (2017) demostraron que la aplicación de la metodología de estudio de tiempos y movimientos mejora la productividad, de 24.99% (antes de la aplicación) hasta alcanzar un acumulado de 34.46% cinco meses después.

Araújo y Saraiva (2017) en su estudio: “Estudio de tiempos y movimientos aplicado a una línea de producción de lentes orgánicos en el centro industrial de Manaus”. Manaus, Brasil. El objetivo propuesto es poder incluir descansos de cinco minutos por hora en la producción, manteniendo la productividad. La investigación tiene un enfoque mixto, es de tipo exploratoria y de finalidad aplicada. Es importante resaltar que una vez que se calcula el tiempo estándar, se aplicó el estudio de micro movimientos a la operación de ensamble, pudiendo reducir en un 39.5% el tiempo de dicha operación y además fue factible la inclusión de pausas de descanso de 5 min cada hora de trabajo, manteniendo el cumplimiento de la demanda.

## 2.2 Marco Conceptual

### **Estudio de Tiempos y Movimientos o Ingeniería de Procesos** (Krick, 1985)

Estudiar los tiempos no es una teoría nueva, ya sea porque se buscaba medir el contenido de trabajo, para definir “la jornada justa de trabajo” (Frederick W. Taylor, 1880) o porque la meta era encontrar “el mejor método de trabajo” (Frank y Lilian Gilbreth, 1900). El impacto gerencial de la aplicación de este tipo de estudio recae en tomar decisiones dirigidas en mejorar la Productividad. (Meyers, 2000).

### **Medición del trabajo**

Para Noriega y Díaz (1998) la medición del trabajo “se centra en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución establecida”.

Antes de iniciar un estudio de tiempos, se deberá explicar el propósito del estudio, a fin de evitar situaciones como nerviosismo o recelos; con el objetivo de mantener un desempeño lo más normal posible. Es importante también, para fines de medición, se defina el tipo de trabajo como:

Repetitivo, significa que la tarea se da continuamente, durante todo el tiempo que se emplea para la elaboración de dicho producto.

No repetitivo, se incluyen algunos tipos de trabajo de mantenimiento y de construcción, en los que el propio ciclo de trabajo casi nunca se repite (p. 103).

El estudio de tiempos es de suma importancia para las empresas que desean mejorar sus estándares de trabajo, ya sea una empresa productora de bienes o que brinda servicios, el tiempo estándar permiten:

- Planificar las operaciones.
- Contribuir a la estimación de costo de un nuevo producto, antes de su creación.
- Controlar y evaluar la productividad.
- Establecer incentivos por rendimientos, etc.

### **Requerimientos del estudio de tiempos**

Para definir de manera adecuada los requisitos en un estudio de tiempos, se deberá tener en claro, la razón por la cual se realiza la investigación; ya sea porque se genera un estándar para una nueva tarea o porque el método se ve modificado respecto a su desarrollo inicial.

Para el caso específico de la investigación, se modifica el método de trabajo, por lo cual es importante el cálculo del tiempo estándar. Para ejecutar un buen estudio de tiempos, se deberá tener en cuenta:

- El operario debe estar familiarizado con el nuevo método.
- El analista de tiempos debe comunicar que se efectuará el estudio.
- El trabajador debe efectuar el método propuesto de manera correcta.
- El supervisor verifica que el método, la velocidad, las herramientas y equipos cumplan con los estándares establecidos en el procedimiento. Investigar que existan los recursos necesarios para que el proceso no se vea interrumpido. Validar que personal es el idóneo para determinada actividad, de tenerse más de un operario.

(Niebel y Freivalds, 2004).

### Técnicas del Estudio de Tiempos

Rico, Maldonado, Escobedo y De la Riva (2005), describieron un conjunto de técnicas utilizadas en un estudio de tiempos:

- Registros documentados en el pasado para crear la tarea.
- Aproximaciones de tiempo realizadas.
- Tiempos predeterminados.
- Análisis de grabaciones.
- El estudio de tiempos con cronómetro.

Las técnicas más usadas en el estudio de tiempos son, el muestreo del trabajo y el estudio de tiempos con cronómetro.

Noriega y Díaz (1998), exponen una segunda clasificación, dentro de las técnicas usadas para la medición del trabajo:

- **Directas:** Estudio de tiempos con cronómetro / Muestreo del trabajo.
- **Indirectas:** Datos estándar / Sistema de tiempos predeterminados / Estimación.

### Estudio de Tiempos con Cronómetro o Cronometraje industrial

Prokopenko (1989), definió el cronometraje industrial como:

Una técnica de medición del trabajo para registrar el tiempo y el ritmo del trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones determinadas y para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea en un nivel de ejecución preestablecido.

Niebel y Freivalds (2004), afirmaron que “el equipo mínimo requerido para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, una tabla, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo”.

El cronómetro es un reloj, cuya precisión ha sido comprobada y certificada. Existen dos tipos:

- Analógico, reloj tradicional, usa manecillas (para indicar horas, minutos y segundos) que circunscriben una circunferencia.
- Digital, o también llamado reloj electrónico, muestra el tiempo a través de números.

Así mismo, en cada uno de los dos tipos de relojes, debemos definir la lectura que se usará en la investigación, pueden ser:

- Lectura vuelta a cero, el reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero, para el inicio de cada elemento.
- Lectura acumulativa (Continua), el reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento hasta el último.

Sin embargo, actualmente, el avance de la tecnología permite la utilización de herramientas más sofisticadas como celulares, las cámaras de video, y programas computacionales, los cuales sirven de mucha ayuda en la toma y procesamiento de datos.

### **Muestreo del Trabajo**

Noriega y Díaz (1998) definieron al Muestreo como “una técnica de la medición del trabajo para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias simples, el porcentaje de aparición de determinada actividad” (p.139).

El objetivo de ejecutar un muestreo es obtener datos sobre la población, de la cual se extrae la muestra, se analizan los resultados y por lo general sirve para tomar decisiones.

Propósitos:

- Analizar el trabajo a fin de encontrar tolerancias al mismo, para determinar la utilización de la máquina o la fuerza laboral y para establecer estándares de producción, evaluando la productividad.
- El análisis de un número de observaciones comparativamente grande, a intervalos al azar.
- Proporcionar a la dirección una evaluación del porcentaje de tiempo improductivo y sus causas, así como el contenido del trabajo.

### **Elementos del Estudio de Tiempos**

Meyers (2000), concluye con que los elementos del estudio de tiempos deben ser los más pequeños de obtener y que deben estar en un rango de tiempo entre 1.8 – 12 segundos. Así mismo, recomienda que aquellos elementos con un valor superior a 12 segundos (0.200 minutos) deben ser analizados, para ver si es factible una subdivisión adicional.

### **Estándares**

“Los estándares son el resultado final del estudio de tiempos o la mediación del trabajo” (Niebel y Freivalds, 2004).

### **Tiempo Normal y Estándar**

Chase, Jacobs y Aquilano (2009), definen cada uno de los conceptos como:

- a) **Tiempo normal**, aquel que es obtenido de la multiplicación entre el tiempo promedio (valor promedio de un número dado de repeticiones) y el índice de desempeño (que se define en base a la velocidad con que el operario realiza el trabajo). En conclusión, la aplicación de un factor de desempeño al tiempo promedio genera el tiempo normal.

**Tiempo normal = Tiempo del desempeño observado por unidad × Índice del desempeño**

- b) **El tiempo estándar** se encuentra mediante la suma del tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales (como descansos para ir al baño o tomar café), las demoras inevitables en el trabajo (como descomposturas del equipo o falta de materiales) y la fatiga del trabajador (física o mental).

**Tiempo estándar = Tiempo normal + (Tolerancias × Tiempo normal)**

### **Producción**

Rojas Rodríguez (1996), definió producción como:

Es el conjunto de procedimientos destinados a transformar una materia prima en producto terminado. Prácticamente un proceso productivo se identifica con una línea o red de producción formada por un número dado de estaciones de trabajo y un tiempo predeterminado en cada una de ellas.

### **Productividad**

La productividad es el cociente entre la producción (bienes y servicios) y los factores productivos

(recursos como el trabajo o el capital). El trabajo de un director de operaciones es potenciar (mejorar) este cociente entre producción y factores productivos. Mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia (Heizer y Render, 2007).

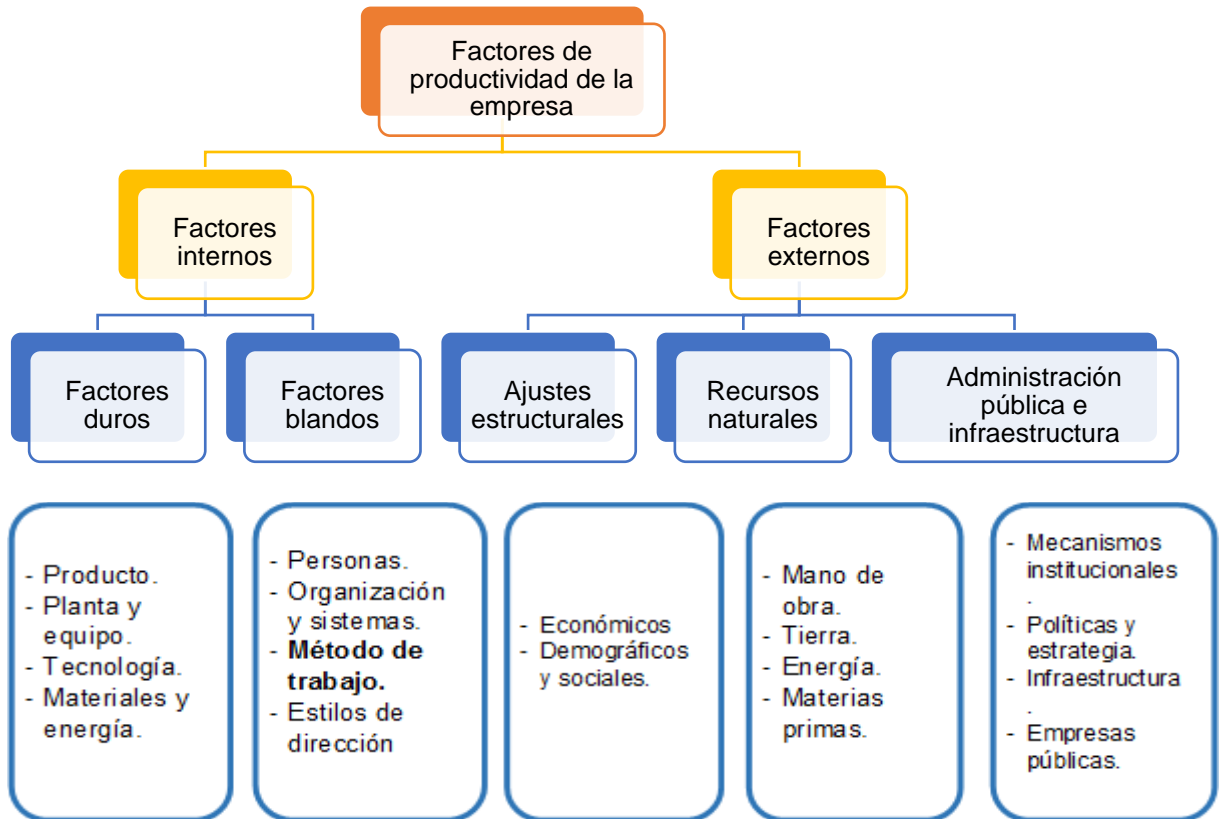
Según Noriega y Díaz (1998), los **factores productivos**, pueden clasificarse como:

- **Materia Prima:** elementos esenciales extraídos de la naturaleza para elaborar determinados productos.
- **Mano de Obra:** es el trabajador industrial que, con su capacidad de creación, sus conocimientos y fuerza de trabajo, utiliza materia prima, aprovecha el capital y la tecnología para dinamizar la fábrica y producir.
- **Capital:** es el elemento fundamental para la instalación y el desarrollo de una industria. Mediante él se adquieren las materias primas, las maquinarias y se paga a los trabajadores.
- **Máquinas y herramientas:** es el recurso tecnológico que transforma la materia prima en un producto terminado.

Prokopenko (1989), en su libro *Gestión de la Productividad (Manual Teórico)*, organizó los factores de productividad que se tienen en una empresa, en donde situó al **método de trabajo** como un factor blando, por su relación con las personas.

**Figura n.º 2.1**

*Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa*



*Nota.* Adaptada de *La gestión de la productividad* (p. 10), por J. Prokopenko, 1989, Oficina Internacional de Trabajo (OIT).  
(<https://docer.com.ar/doc/x8n8nn8>)

### **Eficiencia General de los Equipos (OEE)**

Wetherill y Künnapu (2017), definieron el OEE como una “herramienta de Lean Manufacturing y las mejores prácticas universales para monitorear, evaluar y mejorar la efectividad del proceso de producción”.

OEE es una medida total del rendimiento que se centra en la mejora del enfoque en las áreas más críticas (comunes) de pérdida de productividad. Este indicador se divide en tres categorías principales: disponibilidad, rendimiento y calidad.



### **Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)**

El DOP es una representación gráfica que enfatiza las operaciones e inspecciones como parte de un proceso, relacionándolas cronológicamente y con los materiales utilizados.

- Operación: Tiene lugar cuando se modifican intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto. Se produce también, cuando el operario proporciona o recibe información y cuando planea o calcula.
- Inspección: Tiene lugar cuando se examina un objeto para identificarlo cuando se verifica la calidad y/o la cantidad de cualquiera de sus características.

### **Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)**

Además de poder registrar operaciones e inspecciones, como en el DOP, este diagrama, muestra el manejo del material y las demoras en el proceso, con las que tropieza el producto en el recorrido. Por tal motivo es necesario adicional otros símbolos complementarios y referentes a: demoras, transportes y almacenamientos (Noriega y Díaz, 1998).

Pueden diseñarse DAP para: productos (o materiales), personas y equipos.

### **Diagrama de recorrido o de circulación**

Noriega y Díaz (1998), definen el diagrama de recorrido, como un esquema de distribución de planta, que puede ser diseñado en un plano o tridimensionalmente a escala; permite mostrar gráficamente las actividades detalladas en el DAP, así como evidenciar las distancias recorridas de los materiales o personas. Es un complemento necesario del Diagrama de Actividades del Proceso (DAP).

### **Diagrama de Pescado**

También llamado Espina de Pescado o Causa-efecto, El método consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, el efecto, como la "cabeza del pescado" y después identificar los factores que contribuyen, es decir las causas, como el "esqueleto del pescado" que sale del hueso posterior de la cabeza. (Niebel y Freivalds, 2004).

### **Planificación Agregada**

Busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio, a menudo con un adelanto de 3 a 18 meses. Los administradores de operaciones tratan de determinar la mejor forma de satisfacer la demanda pronosticada ajustando los índices de

producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo en tiempo extra, la tasa de subcontratación, y otras variables controlables (Jay Heizer, 2009).

### **Seguridad Ocupacional**

La Seguridad en el concepto moderno significa más que una simple situación de seguridad física, una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importante y una imagen de modernización y filosofía de vida humana en el marco de la actividad contemporánea.

### **Prevención de Accidentes**

Es la combinación de políticas, estándares, procedimientos, actividades y prácticas en el proceso y organización del trabajo, que establece el empleador con el objetivo de prevenir los riesgos en el trabajo (Ramírez Cavassa, 2011).

### **El periodo de recuperación de capital (Payback)**

Indica el número de años requerido para recuperar el capital invertido en un proyecto. De acuerdo con este indicador, se preferirá los proyectos con menor período de recuperación. El payback es un instrumento complementario en la toma de decisiones de inversión. En la mayoría de los casos no puede ser usado por sí solo, generalmente, hace posible mejorar la elección.

### **Sistema de Valoración de Westinghouse (V.W)**

EL método de V.W sirve de complemento para el estudio de tiempo, puesto que evalúa factores que rodean al trabajo (vinculados directamente a la persona) y otros que son determinados por el medio ambiente donde se desarrolla el mismo. Este método tiene como base de evaluación a los siguientes factores:

- Destreza, pericia resultante de un método determinado.
- Esfuerzo, se juzga en función del espíritu con el que el operario desarrolla su trabajo, y está en un intervalo desde la ociosidad hasta el exceso.
- Condiciones, relacionadas al medio donde se trabaja, es decir; luz, calor, ventilación, etc.
- Consistencia, relacionada con la concordancia en el método de trabajo.

Finalmente, el objetivo del método de V.W, busca nivelar la actividad realizada y el tiempo que se emplea para ésta (Noriega y Díaz, 1998).

**Tabla n°. 2.1**

*Sistema de factores de valoración de Westinghouse*

<b>Habilidad</b>			<b>Esfuerzo</b>		
<b>0.15</b>	A1	Súper hábil	<b>0.13</b>	A1	Excesivo
<b>0.13</b>	A2		<b>0.12</b>	A2	
<b>0.11</b>	B1	Excelente	<b>0.10</b>	B1	Excelente
<b>0.08</b>	B2		<b>0.08</b>	B2	
<b>0.06</b>	C1	Bueno	<b>0.05</b>	C1	Bueno
<b>0.03</b>	C2		<b>0.02</b>	C2	
<b>0.00</b>	D1	Promedio	<b>0.00</b>	D1	Promedio
<b>-0.05</b>	E1	Regular	<b>-0.04</b>	E1	Regular
<b>-0.10</b>	E2		<b>-0.08</b>	E2	
<b>-0.16</b>	F1	Malo	<b>-0.12</b>	F1	Malo
<b>-0.22</b>	F2		<b>-0.17</b>	F2	
<b>Condiciones</b>			<b>Consistencia</b>		
<b>0.06</b>	A	Ideal	<b>0.04</b>	A	Perfecto
<b>0.04</b>	B	Excelente	<b>0.03</b>	B	Excelente
<b>0.02</b>	C	Bueno	<b>0.01</b>	C	Bueno
<b>0.00</b>	D	Promedio	<b>0.00</b>	D	Promedio
<b>-0.03</b>	E	Regular	<b>-0.02</b>	E	Regular
<b>-0.07</b>	F	Mala	<b>-0.04</b>	F	Mala

*Nota.* De “Estudio de Tiempos y Movimientos aplicado a la línea de producción de lentes orgánicos en el polo industrial de Manaos”, por J. Saraiva, y P. Araújo, 1989, *Gestión y Producción*, v.25, p. 904. (<https://doi.org/10.1590/0104-530X2881-18>)

### **Suplementos de trabajo**

Los suplementos están expresados en porcentajes y son aplicados al tiempo básico, para la obtención del tiempo estándar. Los suplementos se subdividen en: Descanso y contingencias.

**Suplementos de descanso**, pueden ser de dos formas:

- a) Constantes (o fijos), aquellos referidos a las necesidades personales y a la recuperación de la fatiga. Sólo existe una variación dependiendo el sexo del trabajador.
- b) Variables, relacionado al tipo de trabajo que se desempeña (uso de fuerza, posición física, tensión mental, nivel de monotonía, etc.)

### Suplementos por contingencia

Equivalente a esperas inevitables causadas por el operario o la máquina, pero de origen externo. Es conveniente definir en algunos casos la frecuencia de presentación de dichas esperas, puesto que pueden aparecer por cada batch o lote de producción.

**Tabla n.º 2.2**

*Holguras revisadas*

<b>Holguras constantes</b>	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
<b>Holguras de descanso variables</b>	
<i>Holguras por postura</i>	
Parado	2%
Incómodo (flexionado, acostado, en cuclillas)	10%
<i>Niveles de iluminación</i>	
Un nivel (una subcategoría de IES) abajo de lo recomendado	1%
Dos niveles abajo de lo recomendado	3%
Tres niveles (categoría IES completa) abajo de lo recomendado	5%
<i>Esfuerzo visual (atención estrecha)</i>	
Trabajo fino	2%
Trabajo muy fino	5%
<i>Esfuerzo mental</i>	
Primera hora	2%
Segunda hora	4%
Cada hora sucesiva	+2%
<i>Monotonía</i>	
Primera hora	2%
Segunda hora	4%
Cada hora sucesiva	+2%

*Nota.* Adaptada de *Métodos, estándares y diseño de trabajo* (p.381), por B. Niebel y A. Freivalds, 2009, McGraw-Hill (<https://books.google.com.pe/books?id=GI-dQwAACAAJ>)

### Determinación del número de observaciones

Debido a que inicialmente no es posible saber con precisión el número de lecturas u observaciones que vamos a realizar, lo primero será realizar una muestra preliminar; para que, en base a la dispersión, porcentaje de error y nivel de confianza de la misma, nos brinde el dato exacto de observaciones finales para el estudio (Noriega y Díaz, 1998).

$$N = \left( \frac{ZxS}{\%error \times X} \right)^2$$

Dónde:

N : número de observaciones requeridas para el estudio.

Z : número de desviaciones estándar para el nivel de confianza deseado.

S : desviación estándar de la muestra.

*%error* : error relativo.

X : Valor promedio de las observaciones preliminares (muestra).

Meyers (2000), define que para los estudios de tiempos, la precisión debía ser un 5%, con un nivel de confianza del 95%.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1 Declaración de hipótesis**

##### **3.1.1 Hipótesis general:**

- La implementación del estudio de tiempos incrementa la productividad en las líneas de empaqueo de fertilizantes.

##### **3.1.2 Hipótesis específicas:**

- Un nuevo método de trabajo incrementa la productividad y mejora la seguridad.
- Los equipos móviles (montacarga y push & pull) reducen el esfuerzo en los operarios de las líneas de empaqueo.
- El tiempo estándar mejora la planificación de las operaciones de empaqueo.
- El indicador OEE (eficiencia general de los equipos) mejora el control del proceso de empaqueo.

#### **3.2 Operacionalización de variables**

La operacionalización de variables es el proceso dentro de la investigación, que permite atribuir características a una variable, para llevarla de un plano abstracto hacia uno más concreto. Básicamente se usa para precisar al máximo el significado otorgado a una variable (De Alvarado, Pineda, & De Canales, 1994).

**Tabla n°. 3.1**
*Operacionalización de Variables*

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Categorías o Dimensiones	Definición	Indicador	Unidad de Medida	Índice	Instrumento	Técnica
Productividad	Dependiente	Equivale a las Toneladas métricas empackadas x 50 Kg, en un intervalo de una hora.	Productividad respecto a recursos humanos (P1)	La productividad es el cociente entre la producción (bienes y servicios) y los factores productivos (recursos como el trabajo o el capital). Heizer & Render (2007). Pág. 16	TM/H-H	TM	P1: Toneladas métricas / (Horas trabajadas x N° personas)	Ficha de Observación	Cronometraje
			Productividad respecto a equipos (P2)		TM/H-M		P2: Toneladas métricas / (Horas trabajadas x N° máquinas)		
Estudio de Tiempos	Independiente	Es una de las técnicas para medir el Trabajo, con el objetivo de conocer el tiempo necesario para dicho trabajo.	Tiempo Observado	El tiempo estándar se encuentra mediante la suma del tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales (como descansos para ir al baño o tomar café), las demoras inevitables en el trabajo (como descomposturas del equipo o falta de materiales) y la fatiga del trabajador (física o mental).Chase, Jacobs & Aquilano (2009),	Minutos	Min	Minutos empleados / Tonelada Métrica empackada	Ficha de Observación	Cronometraje
			Tiempo Normal						
			Tiempo Estándar						

## IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Metodología de la Investigación

#### 4.1.1 Tipo de investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2010) clasificaron los tipos de investigación, según su propósito, en básica y aplicada.

En base a dicha clasificación, la investigación es de tipo “aplicada”, porque busca resolver un problema específico.

#### 4.1.2 Diseño de investigación

Hernández et al. (2010) consideran dos tipos de diseño de investigación, los no experimentales (aquellos donde no se operan variables y sólo se observa los fenómenos) y experimentales (donde se pueden aplicar estímulos o procedimientos).

La investigación persigue un enfoque cuantitativo, de tipo experimental y en específico preexperimental. El estudio aplica a un grupo de individuos (operarios que conforman las líneas de empackado) un estímulo (estudio de tiempos), para medir el resultado y compararlo con la etapa inicial. El control en las variables es mínimo.

#### 4.1.3 Diseño Preexperimental

Se aplica un estímulo a un sólo Grupo de Estudio (G.E), sobre el cual se tendrá un mínimo de control, nuestro primer acercamiento al problema de investigación será representado por:

**Tabla n.º 4.1**

Diseño Preexperimental de la investigación

Grupo	Asignación	Pre-Prueba	Tratamiento	Post prueba
GE		O1	X	O2

Donde:

**G.E:** Grupo de estudio.



O1: Pre-test.

O2: Post-test.

#### **4.1.4 Método de investigación**

Lógico-deductivo.

#### **4.1.5 Marco Muestral**

**Población:**

Está conformada por los operarios de la empresa que brinda el servicio de empaqueo de fertilizantes. Podemos afirmar que la población es finita en vista que se analizarán al total de los 26 operarios que conforman las líneas de empaqueo (13 personas por línea).

**Muestra:**

La investigación define una muestra no probabilística pues lo más común en las operaciones de empaqueo de fertilizantes es trabajar con un número definido de operarios, que para el caso serán las 26 personas mencionadas anteriormente.

**Unidad de análisis:**

Los tiempos de trabajo de los operarios desarrollando determinado método.

#### **4.1.6 Técnicas e instrumentos**

**Técnicas:**

- a) Observación.
- b) Cronometraje (Grabaciones).
- c) Recolección y análisis de datos.

**Instrumentos:**

- d) Ficha de observación.

## **4.2 Procedimiento del estudio de métodos**

Es importante recordar que la obtención de tiempos estándares precisos van de la mano con definir un “método de trabajo propuesto”, de mayor eficiencia del que se pueda tener al inicio del estudio. En base a lo expuesto, nuestro análisis inicia con el estudio actual de cómo se está realizando el trabajo, seguido de aplicar un método propuesto, para finalmente medir el trabajo.

Noriega y Díaz (1998) definen seis pasos para mejorar el método de trabajo actual:

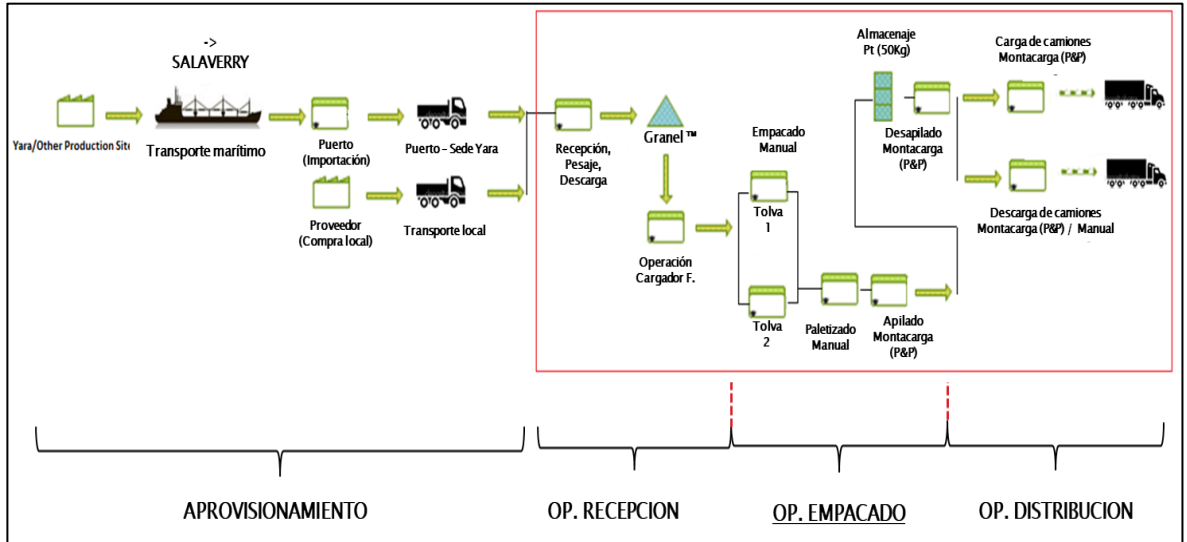
- a. Seleccionar la tarea a estudiar.
- b. Registrar lo relacionado con la tarea.
- c. Examinar críticamente el método actual, plantear mejoras.
- d. Idear un nuevo método, teniendo como base las mejoras propuestas en el inciso c.
- e. Implementar el nuevo método (propuesto) sustituyendo el actual.
- f. Mantener el nuevo método.

### **4.2.1 Estudio de las Operaciones**

La compañía maneja operaciones similares en los puertos del Perú donde opera, la figura n.º 4.1, muestra gráficamente las operaciones de manera general.

**Figura n.º 4.1**

*Diagrama de Operaciones*



*Nota.* Adaptada de *OEE at work* (p.16), por M. Wetherill y A. Künnapu, 2017, BB &B. ([https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets\\_feature\\_div](https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets_feature_div))

#### 4.2.2 Seleccionar la tarea: Operación de Empacado

Las operaciones tradicionales de empaqueo en el rubro de fertilizantes se componen de actividades 100 % manuales, según lo descrito por Vargas (2019) en el **Anexo 02**. Las líneas de empaqueo están formadas por 13 personas cada una, generando un escenario de alto riesgo para la compañía, debido al sobre esfuerzo físico y al trabajo en altura (**Ver Anexo 03**).

El porcentaje de personas que se encuentran expuestas a la actividad de apilado son el 61% (es decir 8 de 13 personas), lo cual hace muy riesgosa la operación. Adicionalmente con la cantidad actual de personas bajo la tolva (5 por la línea de empaque), se genera una especie de aglomeración, lo que puede sobrellevar a un accidente.

#### 4.2.3 Registrar lo relacionado: Operación de Empacado

La operación de empaqueo maneja tres secciones marcadas (la preparación, la operación de empaqueo propiamente dicha y el cierre de la operación), en la figura n.º 4.2, podemos ver a detalle la línea de tiempo de la operación de empaqueo de fertilizantes sólidos.

**Tabla n.º 4.2**

*Línea de Tiempo de la Operación de Empaqueo*

Tiempo empleado	8 AM	9 AM	10 AM	11 AM	12 PM	13 PM	14 PM	15 PM	16 PM	Total (min)
Jornada de Trabajo	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	540
Preparación	47									47
Operación de empaqueo	13	51.3	51.3	51.3	51.3		51.3	51.3	21.3	342.1
Almuerzo						60				60
Paradas (no programado)		8.7	8.7	8.7	8.7		8.7	8.7	8.7	60.9
Cierre de operación									30	30

Los tiempos revisados en la tabla anterior, fueron obtenidos después de observar y registrar la tarea durante las operaciones de un mes.

La tabla n.º 4.3, muestra el detalle y los conceptos que involucran los tiempos programados (preparación, almuerzo, cierre) y tiempos no programados (averías, paradas por demanda y otros.)

A su vez, el tiempo de preparación, lo conforman: contacto de seguridad, inspección preoperativa y otros que puedan presentarse.

**Tabla n.º 4.3**

*Disponibilidad de tiempo en Jornada de Trabajo*

FACTOR	MES MARZO 2019		
	Tiempo promedio	Horas	Minutos Total
<b>Disponibilidad</b>	<b>Paradas programadas</b>		
	Almuerzo	1	60
	Contacto de seguridad	0.08	5
	Inspección pre-operativa	0.45	27
	Otros	0.25	15
	Cierre de operación	0.5	30
	<b>Total de tiempo programado</b>	2.28	137
	<b>Paradas no programadas</b>		
	Averías		
	Parada por demanda		
Otros	1.02	61	
<b>Total de tiempo no programado</b>	0.00	0	

Respecto a la categoría “otros”, para paradas programadas se observó con mayor frecuencia errores en la colocación de la tolva de empaqueo y exceso de tiempo en la inspección pre-operativa; para el caso de las paradas no programadas, se pudo evidenciar que el estado de la materia (compactado) fue la mayor incidencia observada.

#### 4.2.4 Examinar el Método actual: Operación de Empacado

En base a las tablas n.º 4.2 y n.º 4.3 se puede evidenciar que el método actual tiene hasta 138 minutos (descontando la hora de alimentación), compuestos por: 77 minutos por paradas programadas (que son necesarias en la operación) y 61 minutos por paradas no programadas. La eficiencia actual de la operación respecto al tiempo es 71.3%.

La Tabla n.º 4.4 muestra la productividad respecto al recurso humano (TM/h-h) para los diferentes fertilizantes sólidos que se empaquen en el almacén de Salaverry. Es importante recordar que la operación de empaqueo utiliza dos líneas de 13 personas cada una, por tal motivo, la producción diaria mostrada en la Tabla n.º 1.2 Promedio de producción (TM/H) por tipo de Producto, fue dividida entre 26, número total de trabajadores.

**Tabla n.º 4.4**

*Productividad promedio (TM/h-h) por tipo de Producto*

Producto / Año		Productividad (TM/h-h)		
		2016	2017	2018
Nº 01	SAM (21-0-0-24S) SIMPLE IMP	2.6	2.6	2.3
Nº 02	UREA PRILLED (46-0-0)	2.3	2.2	1.5
Nº 03	NIT AMONIO P/USO AGRICOLA x 50 KG	2.3	2.2	2.2
Nº 04	KCL GRANULADO ROJO (0-0-60)	2.4	1.9	2.0
Nº 05	DAP GRANULADO (18-46-0)	2.4	1.8	1.8
Nº 06	UREA GRANULADA (46-0-0)	1.8	1.4	1.3
Nº 07	YARAMILA COMPLEX ENVASADO 50 KG	--	1.6	1.6
Nº 08	YARAMILA HYDRAN	--	2.1	2.0

*Nota.* Adaptada de Los registros de producción diaria de las líneas de empaqueo de fertilizantes de la empresa Yara Perú, sede Salaverry, 2016-2018.

A la luz de una evidente reducción de la productividad en la operación de empaqueo, la cual en primera instancia fue afectada por la inclusión de nuevos parámetros de seguridad dentro de todos los procesos de la compañía; el estudio plantea un análisis de otros qué otros factores pueden estar influyendo en una reducción progresiva de la productividad.

Se aplicó la herramienta A3 Problem Solving (Resolución de problemas A3), que analiza la situación del problema, las potenciales causas y propone soluciones a implementar.

**Figura n.º 4.2**

Análisis del Problema con A3 Problem Solving

### A3 Problem Solving

Planta:

**1 PROBLEM STATEMENT (Situación del Problema)**

**Cual es el problema?**  
No se están alcanzado los niveles históricos de producción.

**Donde ocurrió el problema?**  
En las Líneas de empackado de fertilizantes sólidos.

**Porque es el problema?**  
Demoras diversas previas y durante la operación, respecto a nuevos parámetros de seguridad.

**Impacto del problema?**  
Baja en la Productividad

**El problema es nuevo o repetitivo?**  
Nuevo

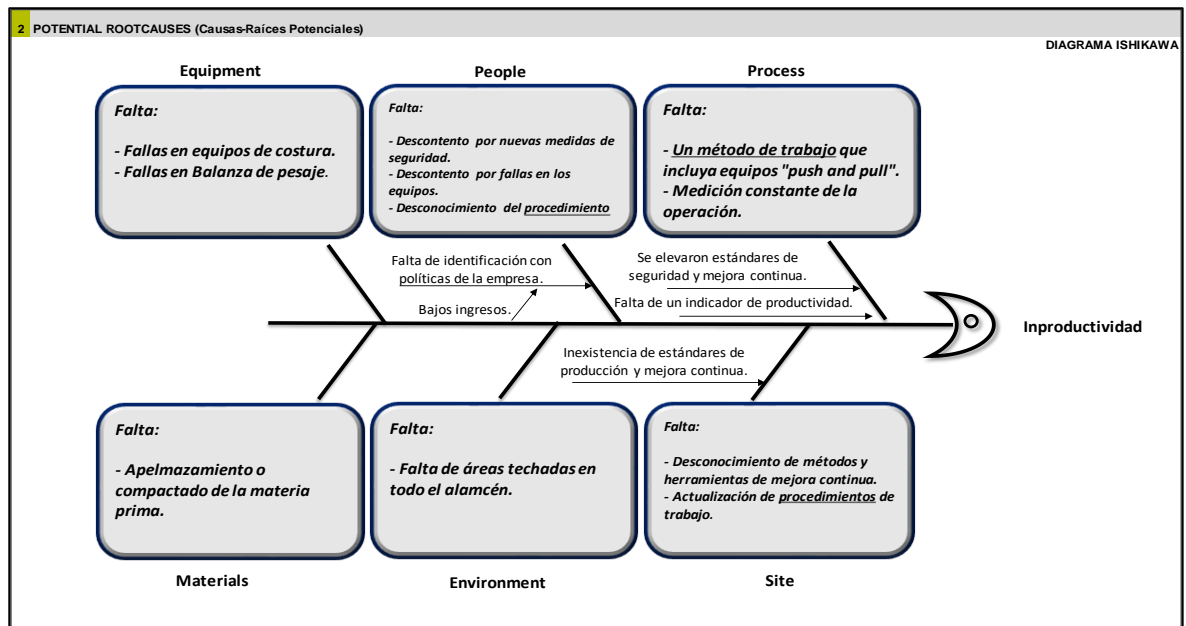
**Estado de contención del Problema**  
Actualmente ninguna

*Nota.* Adaptada de *OEE at work* (p.48), por M. Wetherill y A. Künnapu, 2017, BB &B. ([https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets\\_feature\\_div](https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets_feature_div))

Para conocer a fondo el problema, se aplicó un Diagrama Ishikawa (Causa-efecto) para poder atacar en específico potenciales causas que afectan la productividad. La Figura n.º 4.3, muestra el detalle de la espina de pescado.

**Figura n.º 4.3**

Diagrama de Ishikawa



*Nota.* Adaptada de *OEE at work* (p.48), por M. Wetherill y A. Künnapu, 2017, BB &B. ([https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets\\_feature\\_div](https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets_feature_div))

Para esta tercera parte, en base a las causas potenciales encontradas como:

- Falta de un método de trabajo que incluya equipos “push and pull”, generado por la elevación de los estándares de seguridad, para reducir accidentes.
- Falta de indicador, para monitorear constantemente la operación de empackado.
- Falta de determinación de estándares de trabajo en la operación.

La Figura n.º 4.4, muestra las potenciales soluciones, al escenario de baja productividad.

**Figura n.º 4.4**

Matriz de Soluciones Potenciales

		ESFUERZO		
		DIFÍCIL DE HACER 3	MODERADO DE HACER 2	FÁCIL DE HACER 1
EFECTO	EFFECTO ALTO 3		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elaborar un método de trabajo incluya equipos "push and pull" y sea seguro.</li> <li>○ Medición del Trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacitación al personal Yara en Herramientas de Mejora Continua.</li> <li>○ Realizar inspecciones mensuales en herramientas y equipos de los terceros.</li> </ul>
	EFFECTO MEDIO 2		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Realización de capacitaciones semestrales, al personal operativo, en Seguridad y Procedimiento de Trabajo Seguro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elaboración de un Procedimiento de Recepción, Almacenaje y Conservación de Materia Prima.</li> <li>○ Realizar capacitaciones semestrales, al personal operativo, en el nuevo método de trabajo.</li> </ul>
	EFFECTO BAJO 1			

*Nota.* Adaptada de *OEE at work* (p.54), por M. Wetherill y A. Künnapu, 2017, BB &B. ([https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets\\_feature\\_div](https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets_feature_div))

Para mejorar la eficiencia en la mejora del trabajo, es importante asignar responsable a las soluciones potenciales propuestas en la matriz anterior, la Tabla n.º 4.5, muestra la equivalencia de la matriz de soluciones potenciales, incluyendo a los responsables de ejecutarlas.

**Tabla n.º 4.5**

Valoración de Soluciones por implementar

Solución	Responsable	Fecha final	Fácil	Efectiva	Total
Capacitar el personal de la Compañía en Lean Manufacturing	José B.	Febrero,2019	1	3	3
Definir un método de trabajo seguro que incluya el uso del "Sistema Push and Pull" .	Armando P.	Agosto,2019	2	3	6
Aplicar un Estudio de Tiempos al nuevo Método y medir nuevamente la Productividad.	Armando P.	Agosto,2019	2	3	6
Realizar capacitaciones semestrales, al personal operativo, en el nuevo método de trabajo.	Miguel S.	Septiembre, 2019	1	2	2
Realización de capacitaciones semestrales, al personal operativo, en Seguridad y Procedimiento de Trabajo Seguro.	Mayra A.	Octubre, 2019	2	2	4
Elaboración de un Procedimiento de Recepción, Almacenaje y Conservación de Materia Prima	Eduard A.	Marzo,2019	1	2	2

En la Tabla anterior, se puede evidenciar que definir un nuevo método de trabajo seguro (que incluya los equipos "push and pull" adquiridos 2018) y la aplicación del estudio de tiempos, son dos acciones que impactarán con mayor eficiencia en el incremento de la productividad.

#### 4.2.5 Idear el Nuevo Método: Operación de Empacado

Esta sección se desarrolla bajo dos premisas, la primera reducir el tiempo en la etapa pre-operativa, la segunda estudiar a detalle los movimientos en el proceso de empackado (correspondiente a la operación propiamente dicha), para finalmente poder estudiar los tiempos de método propuesto.

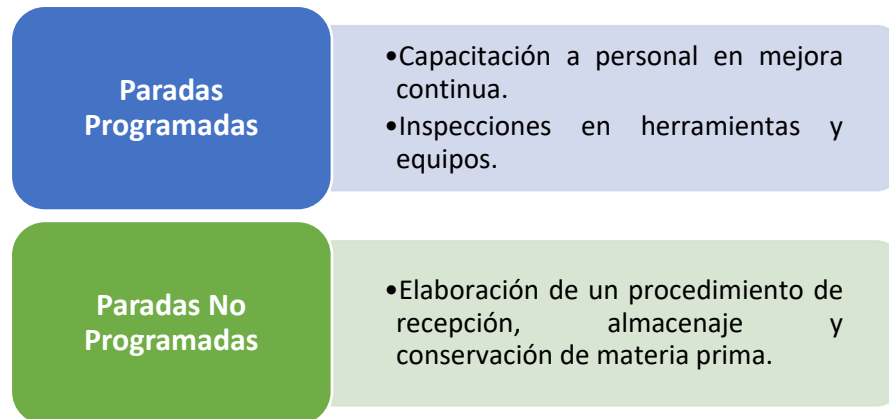
El análisis de la operación detallado en la Tabla n.º 4.2 Línea de Tiempo de la Operación de Empacado, muestra una oportunidad de mejora y reducción del tiempo tanto en la preparación (paradas programadas) como en las paradas no programadas, que juntas suman hasta 138 min.

La Figura n.º 4.5 muestra algunas soluciones potenciales descritas en la Tabla n.º 4.5 se enfocan en reducir las paradas programadas y no programadas a través de acciones sencillas.



**Figura n.º 4.5**

*Acciones de mejora en el trabajo*



Las acciones que se definieron para reducir el tiempo en la inspección preoperativa fueron las siguientes:

Acciones generales:

- Se comunicó al personal operativo, el cual pertenece a una empresa tercerizada, la finalidad del estudio de tiempos, y sus beneficios en el trabajo.
- Se estableció un **procedimiento** para la recepción, almacenaje y conservación de la materia prima (**Anexo 05**).

Acciones previas al día de trabajo:

- Se definió una **lista de chequeo**, de las herramientas y equipos de empackado, que debe ser revisada por el supervisor de la empresa tercerizada un día antes de la operación de empackado (**Ver Anexo 07**).
- Se elaboró un Programa Semanal de Producción de empackado, el cual se envía semanalmente a la Empresa tercerizada, para que planifique sus actividades.
- Se instruyó al operador del cargador frontal, el mover de la tolva de empackado, a la zona de trabajo, un día antes.

Acciones el mismo día de trabajo:

- Los jefes de cada una de las líneas de empackado, en coordinación con el operador del cargador frontal, trasladan las herramientas y accesorios (ya verificadas en el punto anterior por el supervisor), hasta el punto de trabajo.

El resultado de la aplicación de las instrucciones descritas anteriormente impacta en una reducción significativa de los tiempos de preparación y paradas no programadas. La Tabla n.º 4.6 Línea de Tiempo de la Operación de Empacado – Mejorado.

**Tabla n.º 4.6**
*Línea de Tiempo de la Operación de Empacado – Mejorada*

Tiempo empleado	8 AM	9 AM	10 AM	11 AM	12 PM	13 PM	14 PM	15 PM	16 PM	Total (min)
Jornada de Trabajo	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	540
Preparación	32									32
Operación de empackado		28 55.5	55.5	55.5	55.5		55.5	55.5	25.5	386.5
Almuerzo						60				60
Paradas (no programado)		4.5	4.5	4.5	4.5		4.5	4.5	4.5	31.5
Cierre de operación									30	30

La Tabla anterior muestra una reducción de 15 minutos en la preparación, respecto al método inicial, resultado de trabajo conjunto entre personal Yara y personal tercero. El tiempo obtenido de preparación, es un promedio, de las diferentes mediciones realizadas en tres meses, como se detalla en la Tabla n.º 4.7, es un promedio de 32 minutos.

**Tabla n.º 4.7**
*Tiempo de preparación por tipo de producto*

Nº Obs.	Producto	Fecha	Hora Inicio
1	COMPLEX	1/02/2019	08:33
2	YARAMILA HYDRAN	21/03/2019	08:31
3	SULFATO DE AMONIO	27/03/2019	08:37
4	SULFATO DE AMONIO	28/03/2019	08:37
5	SULFATO DE AMONIO	28/03/2019	08:33
6	FOSFATO DIAMONICO	3/04/2019	08:28
7	FOSFATO DIAMONICO	5/04/2019	08:20
8	Nitrato de Amonio	20/05/2019	08:37
9	Nitrato de Amonio	21/05/2019	08:23
10	Nitrato de Amonio	6/08/2019	08:36
11	Nitrato de Amonio	8/08/2019	08:34
	Promedio (min)		00:32

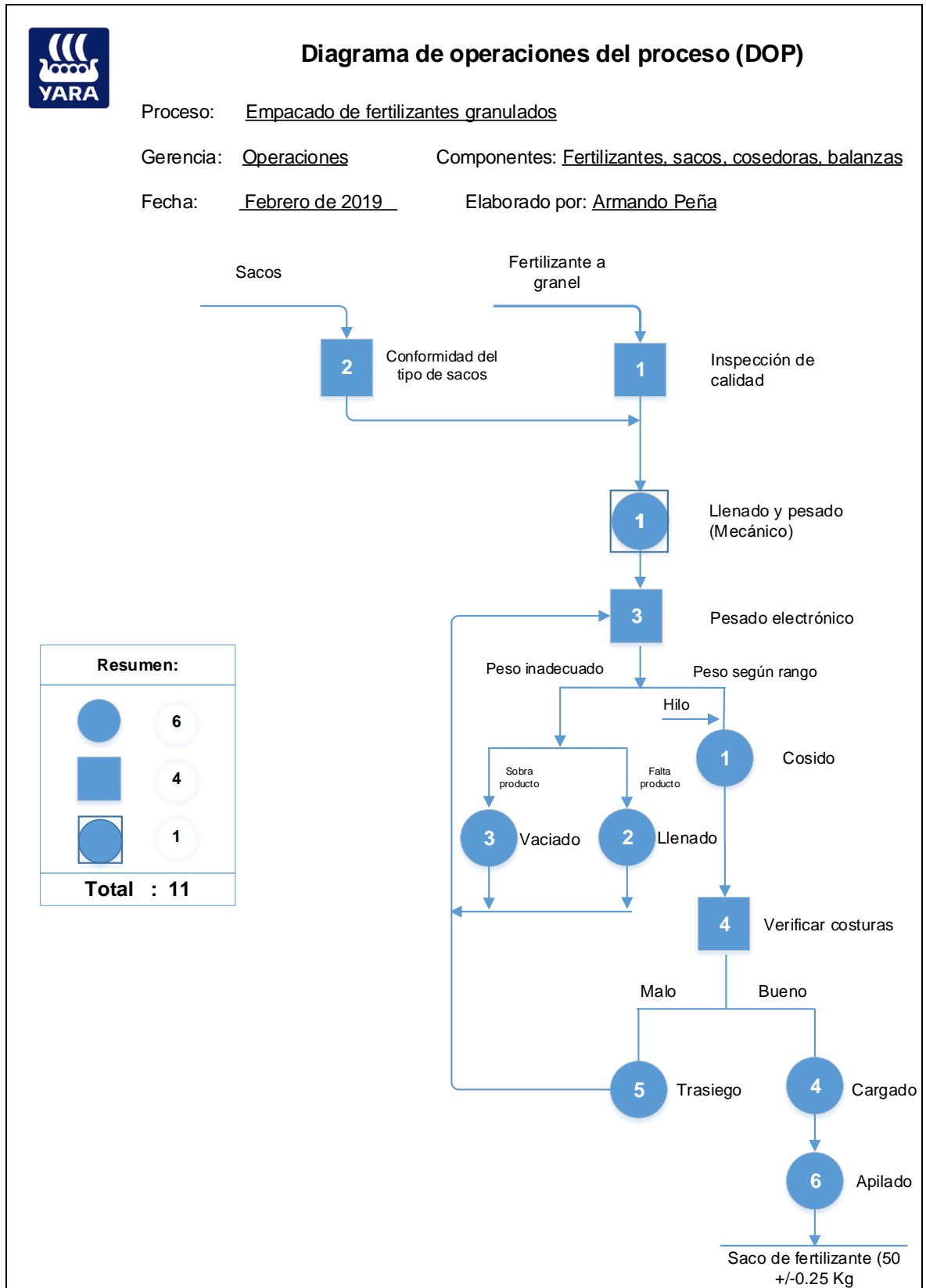
En cuanto al tiempo de paradas no programadas, originado por el estado de la materia prima, gracias al procedimiento de recepción de materias primas definido se logró un mejor control y cuidado, a pesar de que las condiciones de alta humedad en el medio ambiente (zona portuaria de Salaverry) y a que la infraestructura de almacén (sólo 30% techado), se pudo reducir el nivel de compactamiento a un 50 %. Se logró elevar la disponibilidad de tiempo al 80.5% (reduciendo 15 min de paradas programadas y 29.4 min de no programadas).

Es importante disponer del máximo tiempo en la jornada laboral, analizar los recursos utilizados y medir su nivel de desempeño. Por tal razón iniciamos conociendo el método

actual de empaqueo. La Figura n.º 4.6, muestra la operación de empaqueo tradicional que se realiza comúnmente en los almacenes de fertilizantes y que es 100% manual.

Figura n.º 4.6

DOP para el empackado tradicional de fertilizantes granulados



El método tradicional de empaqueo tiene un total de siete operaciones, tres inspecciones y una actividad que involucra una operación e inspección en simultáneo.

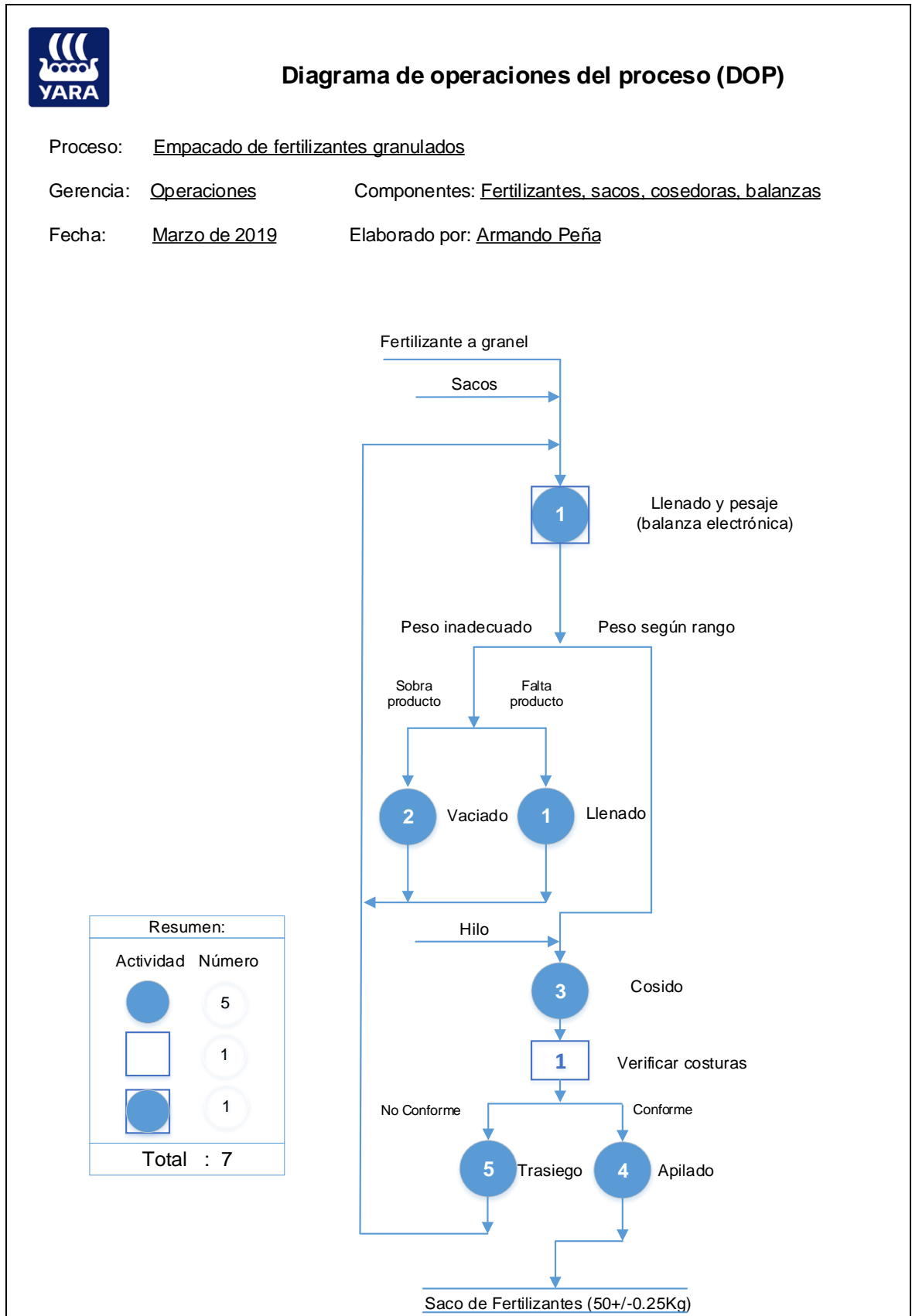
### **Propuesta de nuevo método**

El método propuesto mejora el flujo de la materia prima en el proceso, en la figura n.º 4.7, muestra el Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) propuesto que reduce algunas operaciones innecesarias. Las acciones de elaborar un programa semanal de producción y una buena administración del producto eliminan las dos inspecciones previas que se realizaban en el método inicial, pues se puede realizar un día antes de la producción al igual que la lista de chequeo de herramientas.

Se elimina el pesado mecánico, realizando una única actividad de llenado y pesado directamente desde la tolva a la balanza electrónica. En concordancia con el objetivo de incluir en el proceso el uso de los equipos “push and pull” que la compañía adquirió, se ingresan dos montacargas para realizar el movimiento de producto terminado (saco de 50 Kg) desde el lugar de costura hacia la zona final de almacenamiento. El nuevo método reduce el tiempo y esfuerzo de traslado y manipulación del producto terminado.

Figura n.º 4.7

DOP del método propuesto de empackado de fertilizantes granulados



En resumen, el DOP propuesto se compone de cinco operaciones, una inspección y una doble acción (operación e inspección).

Se puede evidenciar, de manera gráfica, los cambios que tuvo la operación de empaqueo. (**Ver Anexo 06**).

#### **4.2.6 Implementar el nuevo método**

El DOP del método propuesto en la Figura n.º 4.7, se complementa con el Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) y a su vez con el Diagrama de Recorrido.

El DAP, además de las operaciones e inspecciones del DOP, muestra la manipulación del fertilizante, así como las demoras que se presenta en dicho proceso.

Por su parte, El diagrama de recorrido, muestra en el plano, las actividades que aparecen en el DAP y aquí se verá el recorrido de los participantes del proceso.

La Figura n.º 4.8, muestra una representación simbólica de las actividades necesaria para el empaqueo de fertilizantes sólidos. El objetivo es evidenciar las distancias recorridas y demoras que podrían mejorarse en el proceso.

La Figura n.º 4.9, muestra el diagrama de recorrido del método actual, donde puede evidenciarse las grandes distancias que recorre, ya sea la materia prima, los insumos y equipos.

Figura n.º 4.8

DAP para el empackado tradicional de fertilizantes granulados











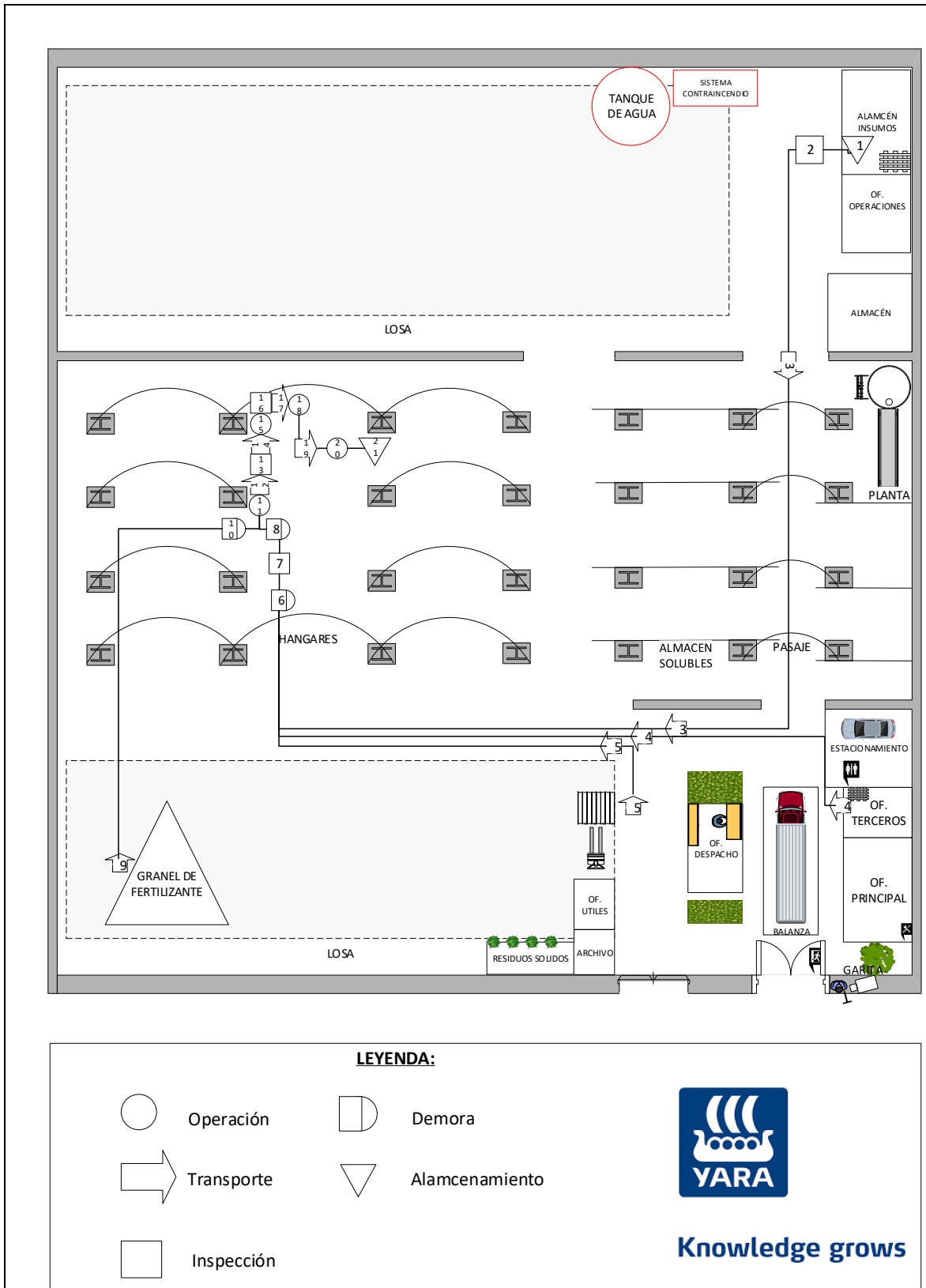
Diagrama N° 01		Hoja N° 01		Resumen					Operario/material/equipo
Objetivo: Determinar el tiempo de trabajo		Actividad	Actual	Propuesta	Econom.				
Actividad: Empacado de fertilizantes granulados x 50 KG		Operación 	4						
		Transporte 	8						
		Espera 	3						
		Inspección 	5						
		Almacenamiento 	2						
Método: Actual / Propuesto		Distancia	475						
Lugar: Salaverry, Trujillo, Perú		Tiempo							
Operario(s): 12 empackadores + 1 apoyo	Ficha N° 01	Costo							
Compuesto por: Armando Peña	Marzo 2019	Mano de obra	28						
Aprobado por: Gerente de operaciones		Material	8						
		Total							
Descripción	Cantidad (millar)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
									
1. Sacos de polietileno									
2. Conteo e identificación de sacos	8								
3. Traslado de sacos a zona de trabajo		201							Recorrido garaje-almacén insumos-zona trabajo
4. Traslado de equipos y herramientas a zona de trabajo		122							Recorrido garaje-oficina de terceros-zona trabajo
5. Traslado de Tolva a zona de trabajo		82							
6. Colocación de equipos y herramientas en Tolva									
7. Se realiza inspección pre-operativa									Aquí se verifica estado de materia prima.
8. Se realiza "contacto de seguridad"									
9. Se traslada el fertilizantes a granel hacia la Tolva		55							Incluye movimiento de fertilizante a granel.
10. Se llena la Tolva con fertilizante granulado									
11. Apertura de Tolva, llenado y pesado (Balanza mecánica)									Involucra una operación e inspección en simultáneo
12. Traslado de saco a balanza electrónica									
13. Pesado de saco en balanza electrónica									
14. Traslado de saco a zona de cosido									
15. Cosido de saco									
16. Inspección de costura									
17. Traslado de saco a zona de estiba									
18. Se carga el saco									
19. Traslado de saco a ruma (zona de almacenamiento)		15							
20. Se apila el saco									
21. Se almacena producto termiando									Reinicia el ciclo
Total	8	475		4	8	3	5	2	



Figura n.º 4.9

Diagrama de recorrido para el empaque tradicional de fertilizantes granulados













Los Diagramas mostrados (DAP y de Recorrido), evidencian una distancia de 475 metros, el 85% lo realizan máquinas y el otro 15% personas. Las acciones para reducir

el tiempo en la inspección preoperativa impactan positivamente en acortar las distancias, pues con un programa de producción de toda una semana se puede hacer el conteo e inspección de sacos y equipos de empaqueo un día antes y dichos materiales pueden ser almacenados en la zona de trabajo definida.

La Figura n.º 4.10, muestra un DAP del método propuesto, en donde se reduce hasta 259 metros (45% menos) las distancias recorridas.

**Figura n.º 4.10**

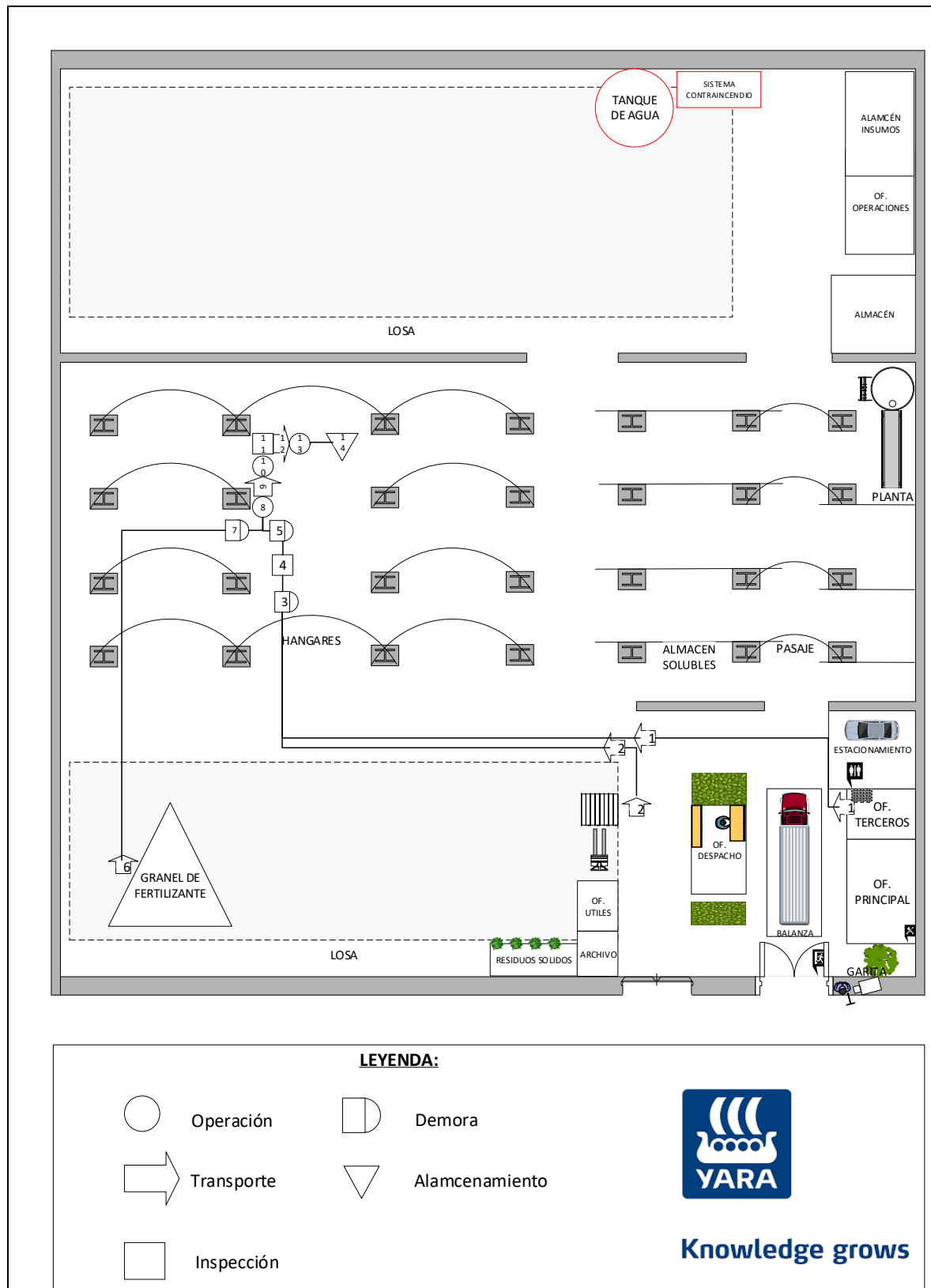
*DAP para el método propuesto de empaqueo de fertilizantes granulados*

Diagrama N° 02		Hoja N° 01		Resumen			Operario/material/equipo		
		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
<b>Objetivo:</b> Determinar el tiempo de trabajo		Operación 	4	3	1				
		Transporte 	8	5	3				
		Espera 	3	3	0				
<b>Actividad:</b> Empaqueo de fertilizantes granulados x 50 KG		Inspección 	5	3	2				
		Almacenamiento 	2	1	1				
<b>Método:</b> Actual / Propuesto		Distancia	475	259	216				
<b>Lugar:</b> Salaverry, Trujillo, Perú		Tiempo							
<b>Operario(s):</b> 16 empacadores		Costo							
<b>Compuesto por:</b> Armando Peña		Mano de obra	28	16	12				
<b>Aprobado por:</b> Gerente de operaciones		Material	8	8					
		<b>Total</b>							
Descripción	Cantidad (millar)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
									
1. Traslado de equipos y herramientas a zona de trabajo		122							Recorrido garaje-oficina de terceros-zona trabajo
2. Traslado de Tolva a zona de trabajo		82							
3. Colocación de equipos y herramientas en Tolva									
4. Se realiza inspección pre-operativa									Aquí se verifica estado de materia prima.
5. Se realiza "contacto de seguridad"									
6. Se traslada el fertilizantes a granel hacia la Tolva		55							Incluye movimiento de fertilizante a granel.
7. Se llena la Tolva con fertilizante granulado									
8. Apertura de Tolva, llenado y pesado (Balanza electrónica)									Involucra una operación e inspección en simultáneo
9. Traslado de saco a zona de cosido									
10. Cosido de saco									
11. Inspección de costura									
12. Traslado de saco a zona de estiba									
13. Se apila el saco									
14. Se almacena producto terminando									Reinicia el ciclo
15. Revisión de materia prima y herramientas									Previo al día de operación
<b>Total</b>		259		3	5	3	3	1	

Como complemento del DAP propuesto, un diagrama de recorrido, evidencia en el plano, la reducción de las distancias recorridas. La figura siguiente detalla el diagrama de recorrido del nuevo método.

**Figura n.º 4.11**

*Diagrama de recorrido para el método propuesto de Empacado de fertilizantes granulados*



El estudio resalta, que la participación del personal operativo es de suma importancia para que el nuevo método tenga el éxito esperado; ya sea porque termina siendo más productivo o porque se reduce el esfuerzo del trabajo.

La Figura n.º 4.12, muestra el involucramiento del personal en las reuniones sostenidas para mejorar el método trabajo, con énfasis en la inclusión de los montacargas, con el sistema “push and pull”.

**Figura n.º 4.12**

*Reunión del equipo de operaciones*



*Nota.* Fotografía tomada en las instalaciones de la Yara Perú, en la sede Salaverry.

Las mejoras para reducir el esfuerzo fueron las siguientes:

- A) Adecuación de una línea retráctil (usualmente usada en la industria pesquera), para la sujeción de la cosedora industrial (peso entre 6-8 Kg), reduciendo a cero el esfuerzo en la operación de costura.
- B) Confección de una estructura metálica, denominada “esquinero”, que permite el ordenamiento de los sacos como producto terminado, facilitando que los Montacargas tomen la carga y trasladen la misma hasta el punto final de almacenamiento.

- C) Confección de una estructura metálica, denominada “porta láminas”, para la colocación de las láminas “slip sheet”, buscando mantener el orden y evitar riesgos en la manipulación de dichos materiales.


**Figura n.º 4.13**

*Especificaciones técnicas de una línea retráctil*

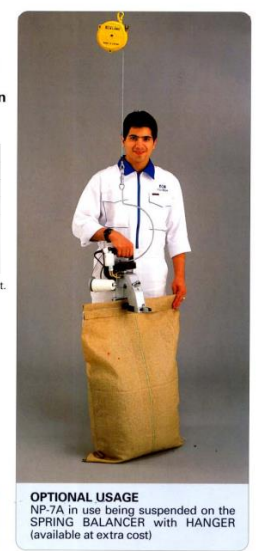
- Ideal for closing bags for agricultural products, animal feeds, fertilizer, flour, chemicals, etc.
- Robust construction and safety design
- Trouble-free continuous operation
- 12V DC motor available for operating on batteries.

SPECIFICATIONS	
Revolutions (r.p.m.)	1,700 + 200
Stitch length	8.5mm (3 per inch) fixed
Needle	DNx1 #25
Weight	6kg (13 lbs) with thread
Drive motor	90W 50/60Hz 1-ph. 12V, 24V, 110V, 220V or 240V (please specify one when ordering.)

★ TAPE BINDING ATTACHMENT available at extra cost.



USO



**OPTIONAL USAGE**  
NP-7A in use being suspended on the SPRING BALANCER with HANGER (available at extra cost)

*Nota.* De NP-7A Portable Bag Closer, por Newlong latín, 2021 (<https://newlong-latin.com/bag-closing/portables/np-7a/>)

**Figura n.º 4.14**

*Estructura metálica “esquinero”*



*Nota.* Fabricación realizada por el área de mantenimiento, Yara Perú, sede Salaverry.

**Figura n.º 4.15***Estructura metálica “porta láminas”*

*Nota.* Fabricación realizada por el área de mantenimiento, Yara Perú, sede Salaverry.

#### **4.2.7 Mantener el nuevo método**

En esta etapa, una vez definido un nuevo método de trabajo, es importante dar continuidad al mismo. En concordancia con el objetivo de determinar la utilidad de los equipos de montacargas (usando “push and pull”), se destinan a uso exclusivo de la operación de empackado dos montacargas, dos esquineros, dos líneas retráctiles (una por cada línea de empackado), así como los materiales ya definidos en el anexo 07.

Las medidas complementarias como estímulo, a manera de poder mantener el método, y evitar variaciones, fueron:

- Compartir con los operarios de empackado, antes del inicio de la operación, el resultado alcanzado la producción anterior.
- Anotar las observaciones generadas en el desarrollo del método, para exponerlas en una reunión semanal, cuando no se programe operaciones de empackado.
- Motivar a los trabajadores de las líneas de empackado a mantener el ritmo constante con el nuevo método de trabajo, pues mejores resultados de productividad impactarán en su remuneración semanal.

### **4.3 Procedimiento del Estudio de Tiempos**

En esencia el estudio de tiempos busca determinar los estándares de tiempos para cada elemento que conforman el trabajo a analizar.

Pigage y Tucker (1954), expresan que es importante desarrollar el trabajo, de la misma manera que se ha definido, inclusive cuando se esté midiendo el mismo. Los autores resaltan la importancia de las grabaciones, pues es factible revisar el trabajo en cualquier escenario futuro.

Noriega y Díaz (1998) definieron seis fases para la medición del trabajo:

- a. Seleccionar la tarea a estudiar.
- b. Registrar los datos necesarios para efectuar la medición.
- c. Examinar los datos.
- d. Medir en el tiempo de la cantidad de trabajo de cada paso con que se lleva a cabo la tarea.
- e. Calcular el tiempo básico.
- f. Calcular el tiempo estándar.

Esta parte del estudio permite determinar la efectividad del trabajador (desempeño), en el tiempo disponible para desarrollar su trabajo.

#### **4.3.1 Seleccionar la tarea a estudiar**

Se analizó la operación de empaqueo, en específico el trabajo realizado por las líneas de empaqueo de fertilizantes granulados de la empresa. Los detalles de la operación están en el DOP, DAP y Diagrama de Recorrido que se muestran en el punto 4.2.

#### **4.3.2 Registrar los datos necesarios para efectuar la medición**

Se reunió información pertinente con el propósito de comprender el estudio que se lleva a cabo. La información es la siguiente:

- A) Descripción de la operación, se puede revisar el Diagrama de Actividades del Proceso (DAP). El Método propuesto define ocho personas por cada línea de empaqueo, totalizando 16. La Tabla n.º 4.8 muestra los roles de cada operario dentro de la línea de empaqueo.

**Tabla n.° 4.8**

*Descripción de funciones del método propuesto*

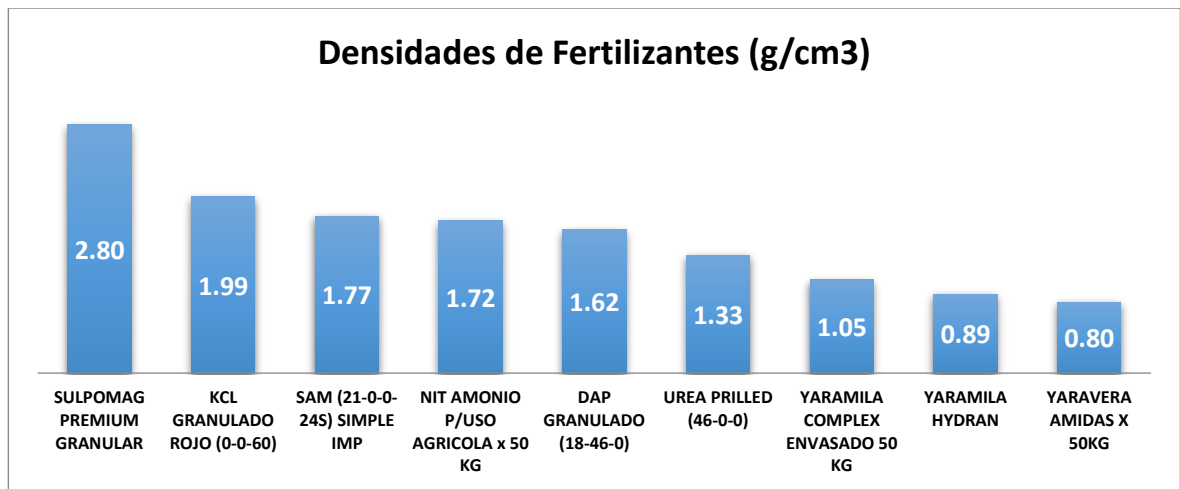
N°	Trabajador	Función
1	Operario 01, denominado “cachimbero”	Apertura y llenado de saco
2	Operario 02, denominado “pasador”	Mueve el saco al sig. Paso
3	Operario 03, denominado “cosedor”	Cose el saco lleno
4	Operario 04, segundo “pasador”	Mueve el saco al sig. Paso
5-8	Operarios 5, 6, 7 y 8; estibadores.	Mueven el saco al esquinero

*Nota.* Desarrollado en base al método tradicional de empaque en almacenes de fertilizantes.

- B) Descripción del producto, debido a que existe una variedad de fertilizantes, los mismos que pueden variar por su densidad y forma. La figura n.° 4.16 muestra la gama de densidades por tipo de fertilizantes que pueden existir, siendo objeto de estudio fertilizantes granulados con un valor de entre 1.6-2.8 g/cm<sup>3</sup>.

**Figura n.° 4.16**

*Densidades en fertilizantes*



*Nota.* De Fichas de seguridad, por Yara Perú, 2022

(<https://www.yara.com.pe/fichas-de-seguridad/>)

- C) Revisar el lugar de trabajo, el diagrama de recorrido muestra el almacén donde se desarrollan las operaciones, tiene áreas techadas y otras no. La medición del trabajo se desarrolla en aquellos productos que se destinaron a almacenar bajo techo, para cuidar las condiciones de temperatura para los trabajadores. La compañía brinda condiciones adecuadas de seguridad para



desarrollar un trabajo adecuado, desde charlas (o contactos de seguridad), inspecciones preoperativas, hasta equipos de protección y prevención contra accidentes. Precisamente la implantación de un Método que reduzca la manipulación y esfuerzo es la finalidad del estudio y política de la Compañía.

### 4.3.3 Examinar los datos

Se examina a mayor detalle la operación de empackado con la utilización del DAP. En esta etapa se divide el trabajo en elementos. Un elemento, es una actividad comprendida en el rango de entre 1.8 y 12 segundos.

La Tabla n.º 4.9, muestra la ficha de observación, incluidos los elementos de la operación de empackado.

**Tabla n.º 4.9 Ficha de Observación**

*Ficha de Observación*

Fecha de estudio:	Término:		Nombre de operación: Empacado de fertilizantes granulados por 50 Kg		Nombre de operarios:			Estudio N°		
	Comienzo:							Hoja N°		
	Tiempo transcurrido :									
Elemento N°	1	2	3	4	5	6	7	Observado por: Armando Peña		
	Colocar saco	Abrir tolva y pesar	Mover saco (1)	Coser saco	Mover saco (2)	Lanzar saco	Pisar saco	Aprobado por: Jefe Operaciones		
								Elementos extraños		
Ciclo N°								Símbolo		Descripción
N° Obs.										
<b>Media</b>										
<b>Tiempo normal</b>										
<b>Tiempo estándar</b>										

*Nota.* Adaptada de Técnicas para el estudio del trabajo (p.109), por T. Noriega y B. Díaz, 1998, Fondo de desarrollo editorial de la Universidad de Lima (primera reimpresión). (<https://www.ulima.edu.pe/node/2840>)

### 4.3.4 Medición del Tiempo

La medición propiamente de cada elemento de la operación de empaçado se desarrolla en este punto. Se realiza una muestra inicial de 9 ciclos de 7 elementos, es decir un total de 63 lecturas. Los tiempos fueron obtenidos de las grabaciones de video realizadas. En base a la fórmula para determinar el número de observaciones (descrita en el marco teórico) que contempla la dispersión de los datos obtenidos, el porcentaje de error definido y el nivel de confianza se calculó el número final de observaciones. Si la muestra es mayor que el número de observaciones calculado entonces tiene validez.

La Tabla n.º 4.10, muestra los datos recolectados de la toma de tiempos de la muestra inicial, incluye los promedios de tiempos observados por elemento.

**Tabla n.º 4.10**

*Tiempos medidos de la muestra*

Fecha de estudio: 16/08/2019	Término: 09:47		Nombre de operación: Empacado de fertilizantes	Nombre de operarios: Jimmy Becerra, José Benites, Carlos Vasquez, José López, Jhon Saldaña				Estudio N°	
	Comienzo: 09:46			Tamaño de muestra: 9		Hoja N°			
Tiempo transcurrido: 00:01		Observado por: Armando Peña		Aprobado por: Jefe Operaciones		Elementos extraños			
Elemento N°	1	2	3	4	5	6	7	Símbolo	Descripción
	Colocar saco	Abrir tolva y pesar	Mover saco (1)	Coser saco	Mover saco (2)	Lanzar saco	Pisar saco		
Ciclo N° (segundos)									
1	1	4	2	5	2	2	3		
2	1	4	2	4	3	2	4		
3	1	4	2	4	3	2	5		
4	1	4	2	4	3	2	5		
5	1	4	2	4	2	2	4		
6	1	4	2	4	3	2	4		
7	1	4	2	5	2	2	4		
8	1	4	2	4	3	2	4		
9	1	4	2	4	3	2	4		
N° Obs.	9	9	9	9	9	9	9		
Media	1.0	4.0	2.0	4.2	2.7	2.0	4.1		

*Nota.* Valores obtenidos de las grabaciones de los tiempos de cada una de las actividades definidas como elementos.

La decisión de una muestra de nueve ciclos se da para evitar incomodidad en el personal operativo de la línea de empaçado, los videos eran de un minuto aproximadamente.

Se analizan los datos obtenidos (9 ciclos), para comparar si la muestra es aceptable o se debe realizar una nueva toma con mayores observaciones. Se aplica la fórmula de determinación del número de observaciones, definida en el marco teórico. Las investigaciones y bibliografía consultadas proponen mantener un nivel de confianza del 95%.

### 4.3.5 Calcular el Tiempo Básico (Normal)

El tiempo normal, es básicamente ajustar el tiempo promedio obtenido, mediante una valoración (Sistema de Westinghouse), para obtener un desempeño normal del trabajador. La valoración analiza habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia en cada elemento del trabajo. La Tabla n.º 4.11, muestra el tiempo normal. El detalle de la formulación se encuentra descrito en el marco teórico.

**Tabla n.º 4.11**

*Tiempos normales*

Fecha de estudio: 16/08/2019	Término: Comienzo:	09:47 09:46	Nombre de operación: Empacado de fertilizantes	Nombre de operarios: Jimmy Becerra, José Benites, Carlos Vasquez, José López, Jhon Saldaña				Estudio N° Hoja N°	
Elemento N°	1	2	3	4	5	6	7	Observado por: Armando Peña	
	Colocar saco	Abrir tolva y pesar	Mover saco (1)	Coser saco	Mover saco (2)	Lanzar saco	Pisar saco	Aprobado por: Jefe Operaciones	
Ciclo N° (segundos)								Elementos extraños	
								Símbolo	Descripción
1	1	4	2	5	2	2	3		
2	1	4	2	4	3	2	4		
3	1	4	2	4	3	2	5		
4	1	4	2	4	3	2	5		
5	1	4	2	4	2	2	4		
6	1	4	2	4	3	2	4		
7	1	4	2	5	2	2	4		
8	1	4	2	4	3	2	4		
9	1	4	2	4	3	2	4		
<b>N° Obs.</b>	9	9	9	9	9	9	9		
<b>Media</b>	1.0	4.0	2.0	4.2	2.7	2.0	4.1		
<b>Valoración</b>	Habilidad	0.06	0.15	0.06	0.15	0.06	0.11	0.06	
	Esfuerzo	-0.12	0.05	0.10	0.05	0.10	0.06	0.02	
	Condiciones	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	Consistencia	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	
	-0.01	0.27	0.21	0.27	0.21	0.22	0.13		
<b>Tiempo básico</b>	0.99	5.08	2.42	5.36	3.23	2.44	4.65		

*Nota.* Valores obtenidos de las grabaciones de los tiempos de cada una de las actividades definidas como elementos.

### 4.3.6 Calcular el Tiempo Estándar

Es importante contemplar las interrupciones que se generan en cualquier tipo de trabajo, para el estudio de tiempos, estas interrupciones se consideran cuando asignamos suplementos. Los suplementos para la operación de empaqueo de fertilizantes son los siguientes: suplementos constantes 9% (5% para necesidades personales y 4% para fatiga básica) así como suplemento por trabajar de pie del 2%. La Tabla n.º 4.12, muestra el tiempo estándar. Para un mejor detalle respecto a la formulación del tiempo estándar, se tiene una descripción en el marco teórico.

**Tabla n.º 4.12**
*Tiempos estándares*

Fecha de estudio: 16/08/2019		Término:	09:47	Nombre de operación:		Nombre de operarios: Jimmy Becerra, José Benites, Carlos Vasquez, José López, Jhon Saldaña		
		Comienzo:	09:46	Empacado de				
		Tiempo transcurrido	00:01	fertilizantes				
Elemento N°	1	2	3	4	5	6	7	
	Colocar saco	Abrir tolva y pesar	Mover saco (1)	Coser saco	Mover saco (2)	Lanzar saco	Pisar saco	
Ciclo N° (segundos)								
1	1	4	2	5	2	2	3	
2	1	4	2	4	3	2	4	
3	1	4	2	4	3	2	5	
4	1	4	2	4	3	2	5	
5	1	4	2	4	2	2	4	
6	1	4	2	4	3	2	4	
7	1	4	2	5	2	2	4	
8	1	4	2	4	3	2	4	
9	1	4	2	4	3	2	4	
<b>N° Obs.</b>	9	9	9	9	9	9	9	
<b>Media</b>	1.0	4.0	2.0	4.2	2.7	2.0	4.1	
<b>Tiempo básico</b>	0.99	5.08	2.42	5.36	3.23	2.44	4.65	
<b>Suplementos</b>	Necesidades	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
	Fatiga	4%	4%	4%	4%	4%	4%	
	Trabajo de pie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
<b>Tiempo estándar</b>	1.10	5.66	2.70	5.97	3.59	2.72	5.17	

*Nota.* Valores obtenidos de las grabaciones de los tiempos de cada una de las actividades definidas como elementos.

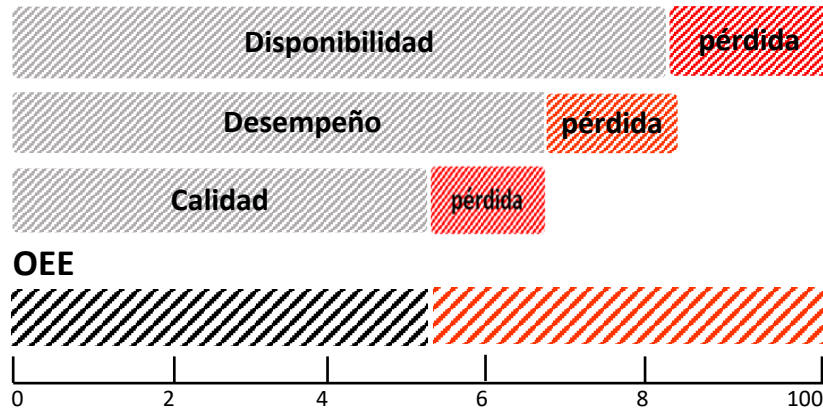
La sumatoria del tiempo estándar de cada uno de los elementos que componen el proceso de empackado de fertilizantes nos proporciona el tiempo estándar por ciclo, con un total de 21.7 segundos. Esta parte evidencia el cumplimiento del tercer objetivo del estudio, Determinar el tiempo estándar del Método de trabajo mejorado.

#### 4.4 Efectividad General del Equipo (OEE)

Este indicador, permite evaluar en manera conjunta la disponibilidad, el desempeño y la calidad, y es una buena práctica para monitorear, evaluar y mejorar el proceso de producción. La Figura n.º 4.17, muestra gráficamente la composición del OEE.

**Figura n.º 4.17**

*Estructura del OEE*



*Nota.* Adaptada de *OEE at work* (p.8), por M. Wetherill y A. Künnapu, 2017, BB &B. ([https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets\\_feature\\_div](https://www.amazon.es/OEE-Work-Practice-Equipment-Effectiveness/dp/2956197800#detailBullets_feature_div))

Dentro de la jornada laboral de ocho horas, en promedio 32 min son destinados para la pre-operación y 30 min para el cierre de la operación de empackado; quedando un neto disponible de siete horas aproximadamente para efectuar el trabajo. Sobre ese estimado de tiempo se realiza el estudio. La Figura n.º 4.18, muestra una forma de cómo calcular el OEE para la operación de empackado de fertilizantes. Este indicador incluye la disponibilidad, desempeño y calidad.

**Figura n.º 4.18**

*OEE para el empackado de fertilizantes granulados*

FACTOR	MES	DIA							TOTAL	OBSERVACIONES
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado		
DISPONIBILIDAD	TIEMPO LABOR DISPONIBLE (HORAS)	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PARADAS PROGRAMADAS (HORAS)	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ALMUERZO									0
	CAPACITACION									0
	MANTENIMIENTO									0
	OTROS									0
	TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PARADAS NO PROGRAMADAS (HORAS)	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AVERIAS									0
	PARADO POR DEMANDA									0
OTROS									0	
TIEMPO NETO (HORAS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	
FACTOR DISPONIBILIDAD (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
DESEMPEÑO	CAPACIDAD NOMINAL (TON/HORA)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	PRODUCCION NOMINAL (TON)	0	0	0	0	0	0	0		
	PRODUCCION REAL (TON)								0	
	FACTOR DESEMPEÑO (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
CALIDAD	PRODUCCION NO CONFORME (TON)	0	0	0	0	0	0	0		
	PRODUCCION CONFORME (TON)	0	0	0	0	0	0	0		
	FACTOR CALIDAD (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
OEE	OEE								#¡VALOR!	

*Nota.* Formato interno del área de operaciones de la empresa Yara Perú.

El Factor Disponibilidad, es la razón entre el tiempo neto y tiempo programado.

El Factor Desempeño, se obtiene de dividir producción real y producción nominal. La producción nominal, no es más que la capacidad nominal (TM/H) multiplicada por el tiempo neto. La capacidad nominal, es el valor referencial, el cual es obtenido del estudio de tempos realizado.

El Factor Calidad, se obtiene de dividir la producción conforme y la producción real. La producción conforme es la producción real, restando todos aquellos sacos no conformes en el proceso (reprocesado por falla en la costura o rotos).

La adecuación del OEE, como herramienta para medición y mejora de la operación de empaçado de fertilizantes granulados, aborda el objetivo n°4: Implementar el OEE como indicador global del proceso, último indicador específico propuesto en el estudio.

## V. RESULTADOS






Los resultados alcanzados en este estudio son los siguientes:

### 5.1 Respecto al Método de Trabajo

El estudio muestra una reducción en las actividades de las líneas de empaqueo, respecto al método inicial. La Tabla n.º 5.1, muestra el resumen de ambos métodos de trabajo.

**Tabla n.º 5.1**

*Comparación de los métodos de trabajo*

Resumen				
Actividad		Actual	Propuesta	Economía
Operación		4	3	1
Transporte		8	5	3
Espera		3	3	0
Inspección		5	3	2
Almacenamiento		2	1	1
Distancia		475	259	216

### 5.2 Respecto a la utilidad de los Montacargas (Push and Pull)

- La inserción de los montacargas, uno por cada línea de empaqueo, redujo en 90% los metros que el operario tenía que movilizar el saco (50Kg) desde la tolva al punto final de almacenamiento.
- El esfuerzo se ve reducido a cero, en el apilamiento, en el punto final de almacenamiento.
- El personal operativo, adopta de buena manera, la inclusión de los montacargas y el sistema "push and pull".

### 5.3 Respecto al Tiempo Estándar del Método Propuesto

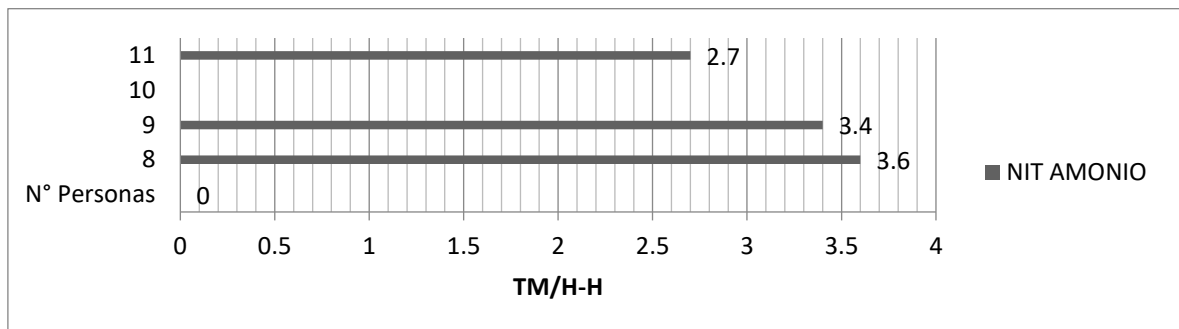
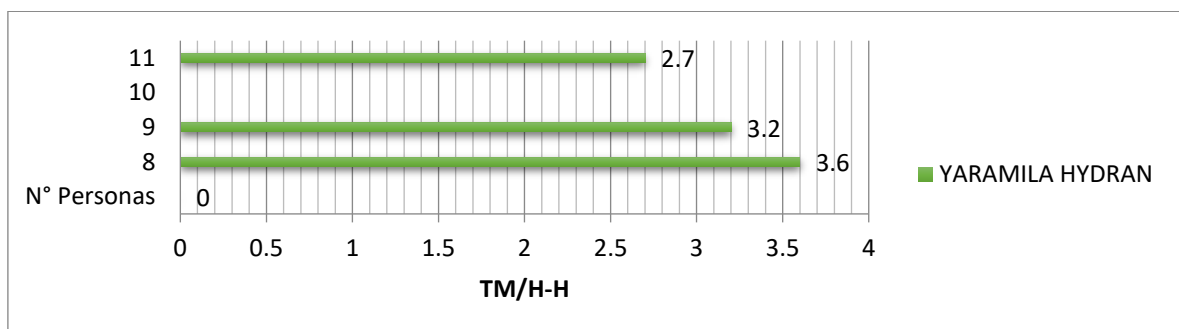
Se calcularon los estándares del tiempo para cada elemento que componen la operación de empaqueo, cabe resaltar que el estudio tuvo incidencia en fertilizante granulados. Por lo general, este tipo de fertilizantes, tienen una mayor densidad, lo que proporciona mayor rapidez a la operación de empaqueo.

La Tabla n.º 5.2, muestra el resumen de los tiempos obtenidos, así como los estándares por elemento. La operación totaliza un ciclo de 21.7 segundos.

**Tabla n.º 5.2**
*Tiempos Promedio, Normal y Estándar*

Fecha de estudio: 16/08/2019	Término: 09:47	Comienzo: 09:46	Nombre de operación: Empacado de fertilizantes	Nombre de operarios: Jimmy Becerra, José Benites, Carlos Vasquez, José López, Jhon Saldaña			Estudio N°	
	Tiempo transcurrido 00:01						Hoja N°	
Elemento N°	1	2	3	4	5	6	7	
	Colocar saco	Abrir tolva y pesar	Mover saco (1)	Coser saco	Mover saco (2)	Lanzar saco	Pisar saco	Observado por: Armando Peña
								Aprobado por: Jefe Operaciones
								Elementos extraños
Media	1.0	4.0	2.0	4.2	2.7	2.0	4.1	
Tiempo básico	0.99	5.08	2.42	5.36	3.23	2.44	4.65	
Tiempo estándar	1.10	5.66	2.70	5.97	3.59	2.72	5.17	

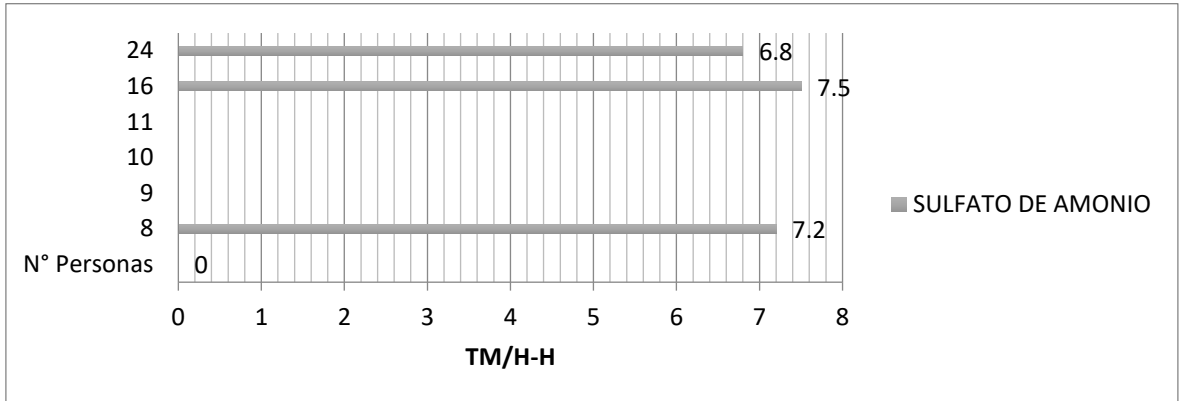
La productividad fue medida aplicando el método propuesto con diferentes números de operarios (por líneas de empackado). Las figuras: n.º 5.1; n.º 5.2 y n.º 5.3 muestran los niveles de productividad para nitrato de amonio, yaramila hydran y sulfato de amonio correspondientemente.

**Figura n.º 5.1**
*Productividad promedio (TM/H-H) de nitrato de amonio*

**Figura n.º 5.2**
*Productividad promedio (TM/H-H) de yaramila hydran*




**Figura n.º 5.3**

Productividad promedio (TM/H-H) de sulfato de amonio

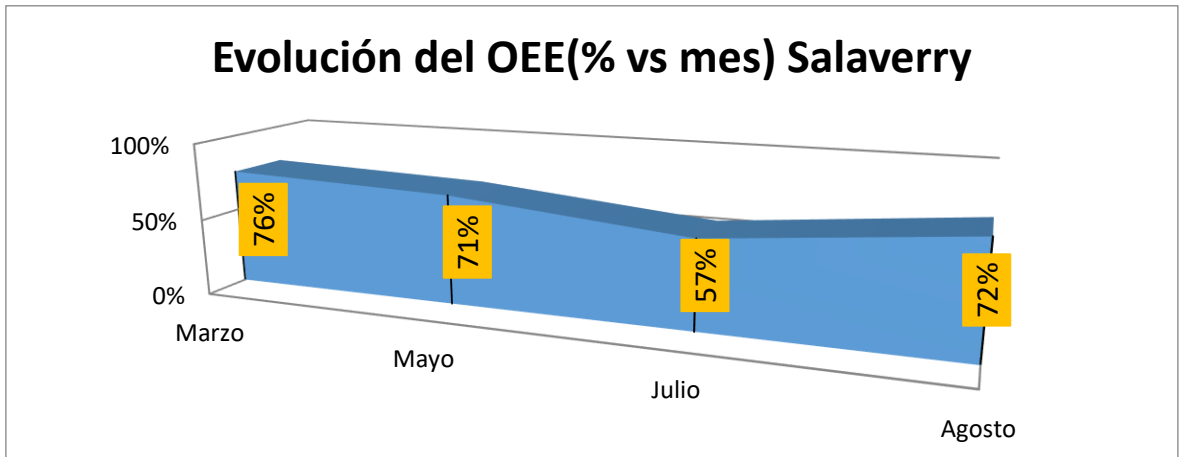


### 5.4 Respecto al Indicador OEE

Se implementa el OEE, indicador de mejora continua que usa la compañía para medir sus procesos, para el caso del estudio en las líneas de empackado de fertilizantes.

**Figura n.º 5.4**

OEE Mensual en la Líneas de empackado de fertilizantes granulados - 2018



### 5.5 Mejoras económicas

La utilización de los montacargas en la operación, impactaron también en los despachos a los clientes, debido a que con la aplicación de los sistemas “Push and Pull” la mercadería apilada podía ser también despachada haciendo usos de las mismas máquinas. El beneficio económico generado en las tarifas de empackado y estiba, representan una reducción de 24.8 % y 50.8%.

## VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES

### 6.1 Discusión de resultados

- El estudio de tiempos es una herramienta muy poderosa, ya sea que se aplique a una industria de impacto nacional como la de cemento o simplemente a una empresa local de calzado, aplicarlo mejora el nivel de productividad. En ese camino, un adecuado estudio de tiempos, tienen como predecesor la mejora del método de trabajo. El estudio permitió mejorar el método inicial en 31.8%, reduciendo de 22 a 15 las actividades de trabajo.
- Desde el punto de vista de las operaciones, el nuevo método redujo de 11 a 7 las operaciones e inspecciones, reduciendo un 36% de operaciones, por ser innecesarias.
- El esfuerzo de movilizar el producto terminado (saco de 50Kg) fue reducido en 90%, mientras que el apilamiento se ve reducido totalmente con la adecuación de los Montacargas (su sistema “Push and Pull”) al nuevo Método.
- Las pruebas con el nuevo método se realizan con distintas cantidades operarios por línea de empaqueo. Se evidenció una mayor productividad promedio con una línea de 8 operarios. Dicha productividad se puede contrastar cuando se analiza el tiempo estándar del cuello de botella (elemento “coser saco”, con 5.97 segundos/saco), la producción por hora con el estándar es 30.15 TM, lo que genera una productividad meta de 3.8 TM/H-H, mientras que la real alcanzada fue 3.6 TM/H-H tanto para nitrato de amonio como yaramila hydran. Para el caso del empaqueo de sulfato de amonio, donde se probaron dos líneas de empaqueo (16 personas en total) en simultáneo, podemos evidenciar que se logró el mayor resultado de productividad.
- El OEE medio entre los marzo-agosto son superiores al 70%, propio del inicio de su implementación, salvo el mes de Julio, donde el valor resultante bajó debido a la caída del desempeño en la Producción pues uno de los Montacargas realizó una doble función (empaocar y despachar).

### 6.2 Conclusiones

En base a los resultados que sustentan la investigación:

- Se confirma la hipótesis de la investigación. El uso adecuado de un estudio de tiempos, en el rubro de fertilizantes, aumenta la productividad de las líneas de empaqueo.
- La mejora de métodos, como parte importante del estudio de tiempos, logra simplificar el Método de Trabajo inicial, permitiendo elevar la disponibilidad, así como el desempeño de los operarios en la línea de empaqueo de fertilizantes granulados. La mejora del método reduce el esfuerzo del trabajador, así como la exposición al riesgo de caída (en altura) en 85%.

- El ahorro de tiempo aplicando las soluciones potenciales generadas por el A3 Solving, mejora la disponibilidad horaria para el trabajo. Por su parte la inclusión de montacargas en la operación de empaqueo, mejorar la eficiencia en las toneladas producidas. La productividad (TM/H-H) pasa de un 2.2 para el Nitrato de amonio (método inicial) a un 3.6 (método propuesto), lo que significa un 63.6% de aumento. Para el caso del Hydran, el aumento es 80%.
- Los estándares de tiempo calculados, ratificados con los ensayos realizados con el Método propuesto, permiten dar solidez a los resultados. Estos valores pueden servir como parámetros para planificar la producción, así como sincerar los resultados que puedan alcanzarse con el OEE.
- El indicador OEE es una herramienta de mejora continua, aplicada a la operación de empaqueo de fertilizantes granulados; permite valorar, analizar y mejorar dicho proceso.

### **6.3 Recomendaciones**

- Es importante ser más exhaustivo en la aplicación del método propuesto, se recomienda calcular el tiempo estándar en el empaqueo de los demás productos granulados.
- Replicar el estudio de tiempos en fertilizantes solubles, que manejan una forma similar de empaqueo.
- Para una correcta aplicación de estudios de tiempos, es importante la aprobación y respaldo de las gerencias relacionadas, así como la predisposición del personal operativo, ya sea propio o tercero.
- Para un adecuado análisis económico es importante que el método propuesto tenga unos años de aplicación y control del costo.

## REFERENCIAS

- Andrade, A., Del Río, C., & Daissy, A. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información Tecnológica*, 91-92.
- Araújo, P., & Saraiva, J. (2017). Estudio de Tiempos y Movimientos aplicado a la línea de producción de lentes orgánicos en el polo industrial de Manaus. *Gestión y Producción*, 907-915.
- Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes. (20 de 07 de 2018). *www.anffe.com*.  
Obtenido de *www.anffe.com*.
- BID. (5 de Abril de 2018). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/investigacion-y-datos/informe-macroeconomico-de-america-latina-y-el-caribe-2018>
- Chandra, P., Prakash, R., Dheeraj, S., & Vaibhava, S. (2020). Aplicación del Estudio de Tiempos y Movimientos para incrementar la Productividad y Eficiencia. *Serie de Conferencia de La Revista de Física* (págs. 6-7). Bristol: IOPscience. doi:10.1088/1742-6596/1706/1/012126
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *ADMINISTRACION DE OPERACIONES - Producción y cadena de suministros* (12ma ed.). México D.F.: Mc Graw-Hill.
- De Alvarado, E. L., Pineda, E. B., & De Canales, F. (1994). *Metodología de la investigación (Manual para el desarrollo de personal de salud)* (Segunda ed.). Washington, E.U.A: Organización Panamericana de la Salud.
- Del Catillo, J., & Arias, J. (2019). Estudio de tiempos y el incremento de la productividad en el área de acondicionado del proceso de mango congelado. Empresa AgroPackers S.A.C. – Végueta 2018. *Epigmalión*, 1.
- FEM. (22 de Mayo de 2022). *Foro Económico Mundial*. Davos, Suiza. Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2022/05/davos-2022-el-camino-de-america-latina-hacia-una-recuperacion-economica-resiliente/>
- Fundación Ellen MacArthur. (2017). *ellenmacarthurfoundation.org*. doi:Copyright 2017 Ellen MacArthur Foundation
- Gómez, R. (2021). Mejora de la Productividad en la producción de calzado en la Empresa "Facalsa" de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos. *Ciencia Latina*, 7-8.
- Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la Producción y de las Operaciones* (8va ed.). Madrid, España: Prentice Hall.
- Hektoen, O. (10 de 12 de 2014). Noruega Yara planea introducir nuevos productos en mercado peruano. (W. Haunachín, Entrevistador)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL.
- IFA. (2021). *Public Summary Short-Term Fertilizer Outlook 2021 2022*. Informes resumidos de perspectivas de fertilizantes, Dubai. Obtenido de <https://www.ifastat.org/market-outlooks>

- IMD. (21 de Junio de 2021). *International Institute for Management Development*. Obtenido de imd.org: <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/>
- Jay Heizer, B. R. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (7ma. ed.). México D.F., México: Pearson Education.
- Krick, E. V. (1985). *Ingeniería de Métodos* (Séptima ed.). México, México: Limusa S.A.
- Martínez, L., Olvera, V., González, J., & Velázquez, I. (2017). Incremento en la productividad con análisis de tiempos y movimientos en una empresa de lencería. *Aplicaciones de la Ingeniería*, 35-37.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (Segunda ed.). México: Pearson Educación.
- Moreno, R., Moreno, S., & Moreno, M. (2017). Mejoramiento de la Productividad a través de un Estudio de Tiempos del Trabajo. *mktDescubre*, 121-124.
- Muñoz, A. (2021). Estudio de Tiempos y su relación con la Productividad. *Enfoques*, 6-9.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo* (Décimo primera ed.). México: Alfaomega.
- Noriega, T., & Díaz, B. (1998). *Técnicas para el estudio del trabajo* (Primera ed.). Lima, Perú: Universidad de Lima.
- Oliveira, S., Myrella, D. S., Ataíde, I., Rodrigues, E., & Daher, R. (2017). El Estudio de Tiempos y Movimientos en la eliminación de desperdicios: Una aplicación práctica en el área de limpieza industrial mecanizada. *Exacta*, 1.
- Pigage, L., & Tucker, J. (Junio de 1954). Estudio de Tiempos y Movimientos. Urbana, Illinois, Estados Unidos: I.L.I.R. Publicaciones.
- Prokopenko, J. (1989). *LA GESTION DE LA PRODUCTIVIDAD, Manual Práctico* (Primera ed.). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- PUCP, C. (2021). *Resultados del Ranking de Competitividad Mundial 2021*. Lima: Centrum PUCP. Obtenido de <https://centrumthink.pucp.edu.pe/publicaciones/ranking-de-competitividad-mundial/>
- Ramírez Cavassa, C. (2011). *Seguridad Industrial, un enfoque integral* (1ra. ed.). México D.F., México: Limusa.
- Rico, L., Maldonado, A., Escobedo, M. T., & De la Riva R, J. (2005). Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo. *Cultura, Ciencia y Tecnología*, II(2).
- Rojas, C. (1996). *Diseño y Control de la Producción* (1ra. ed.). Trujillo, Perú: Libertad E.I.R.L.
- Su, Y., & Quiliche, R. (2018). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera. *INGnosis*, 72-73.
- Vargas, J. (30 de Junio de 2021). Ensacado de producto varios. (A. Peña, Entrevistador) Lima.
- Wetherill, M., & Künnappu, A. (2017). *OEE at work*. Paris, Francia.

## ANEXOS

### Anexo 01:

#### Matriz de consistencia

Tabla n.º 19

Matriz de consistencia

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA				
AUTOR: Peña Córdova, Armando Sergués			FECHA: 14 / 05 / 2022	
TÍTULO: Estudio de tiempos para incrementar la productividad en las líneas de empaqueo de la Empresa Yara , Salaverry 2022.				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>1. Problema General:</b>	<b>1. Objetivo General:</b>	<b>1. Hipótesis General:</b>	<b>V. Independiente</b>	
¿El estudio de tiempos incrementa el nivel de productividad en las líneas de empaqueo de fertilizantes?	Aplicar el estudio de tiempos para incrementar la productividad en las líneas de empaqueo de fertilizantes.	El estudio de tiempos incrementa la productividad en las líneas empaqueo de fertilizantes.	Estudio de Tiempos	<b>1. Tipo de Investigación Aplicada</b> , por su propósito. <b>2. Nivel de Investigación Descriptiva</b> <b>3. Método: Lógico Deductivo</b>
<b>2. Problemas Específicos:</b>	<b>2. Objetivos Específicos</b>	<b>2. Hipótesis Específicas (opcional):</b>	<b>V. Dependiente:</b>	
o ¿Cómo se ve afectada la productividad con la aplicación del estudio de tiempos en las líneas de empaqueo de fertilizantes? o ¿ De qué manera el uso de equipos móviles mejora el trabajo en las líneas de empaqueo de fertilizantes ? o ¿Cuál es la importancia del tiempo estándar dentro de las operaciones de empaqueo de fertilizantes? o ¿Cuál es la importancia de un indicador global en las operaciones de empaqueo de fertilizantes?	o Determinar un método de trabajo más productivo y seguro utilizando el estudio de tiempos. o Determinar la utilidad del equipo móvil (montacarga y "push and pull") en el método de trabajo propuesto. o Determinar el tiempo estándar del método de trabajo propuesto. o Implementar el indicador eficiencia general de los equipos (OEE) como indicador del proceso de empaqueo.	o Un nuevo método de trabajo incrementa la productividad y mejora la seguridad. o Los equipos móviles (montacarga y push and pull) reducen el esfuerzo en los operarios de las líneas de empaqueo. o El tiempo estándar mejora la planificación de las operaciones de empaqueo. o El indicador OEE (eficiencia general de los equipos) mejora el control del proceso de empaqueo.	Productividad  <b>V. Intervinientes:</b>  NO APLICA	<b>4. Diseño de la Investigación: Pre experimental</b> <b>5. Marco Muestral:</b> <b>5.1. Población:</b> Los operarios de las líneas de empaqueo de fertilizantes, en total 26 personas. <b>5.2. Muestra:</b> No probabilística conformada por todos los operarios de la población. <b>5.3 Unidad de análisis:</b> Los tiempos de trabajo de los operarios desarrollando determinado método. <b>6. Técnicas:</b> a) Observación. b) Cronometraje (Grabaciones). c) Recolección y análisis de datos. <b>7. Instrumentos:</b> *Ficha de observación. *Hoja de cálculo (Microsoft excel) <b>8. Indicadores:</b> *Productividad (TM/H-H). *Tiempo estándar (min).

## Anexo 02:

### **Empacado tradicional de empaqueo de fertilizantes Vargas (2021)**

#### Equipos y Materiales necesarios:

- 1) Cargador Frontal.
- 2) Tolvas.
- 3) Balanzas mecánicas y electrónicas.
- 4) Cosedoras.
- 5) Cables industriales (extensiones).
- 7) Compresora.
- 8) Hilo, aceite, agua.
- 9) Carretilla, pico, lampa, recogedor.
- 10) Productos de limpieza.
- 11) Cascos, guantes, lentes, mascarillas.

#### Funciones por línea o cuadrilla de trabajo:

**Pesador:** Será el encargado de abrir las compuertas de la tolva, para recibir el producto y depositarlo en un saco de 50 kg aproximadamente. Una vez terminada las labores deberá efectuar el mantenimiento de la balanza mecánica a su cargo, siendo el único responsable de su funcionamiento.

**Repasador:** Como indica su nombre, repesará el producto y será el responsable del peso exacto de 50 kg sin falla alguna. Una vez terminada las labores deberá efectuar el mantenimiento de la balanza electrónica a su cargo, siendo el único responsable de su funcionamiento.

**Jalador:** Retirá los sacos de la balanza electrónica y los colocará cerca al área del cocedor.

**Cosedor:** Responsable de la buena costura y presentación del producto ensacado. Una vez terminada las labores deberá efectuar el mantenimiento de su cosedera manual, siendo el único responsable su funcionamiento.

**Personal de Estiba:** Son los que estibaran los sacos de producto terminado al sitio asignado, arrojándolo en camas de cinco u ocho dependiendo del producto, por una altura de 25 de alto.

**Personal de apoyo:** El bolsero se encargará de entregar los sacos vacíos al pesador, el personal de limpieza deberá mantener la limpieza tanto por el sector de las tolvas, como la loza en general, Asimismo el término de la jornada todo el personal de apoyo deberá dejar limpia toda la zona de trabajo (incluye la loza, la zona de las tolvas y la ruma donde se encuentra el producto a granel.

#### Procedimiento:

Antes de iniciar las labores de ensacado (empaqueo), el Supervisor a cargo, dictará una breve charla al personal operativo sobre las normas y procedimientos de seguridad Industrial, el cual consiste en el debido uso de equipo de seguridad requerido por la empresa, Asimismo dará las pautas para el debido Control de Calidad del producto que consiste en la verificación de peso, costura y limpieza del producto.

Para dicho ensacado se debe tener en cuenta que el área donde se efectuará el trabajo, debe estar en buenas condiciones de trabajo (limpia y seca). Y deberá contar con tomas de fluido eléctrico.

El siguiente paso es descubrir el producto a granel, a cargo del personal, esta labor será rotativa entre todas las líneas de producción. El supervisor del ensaque deberá inspeccionar el producto, verificando el buen estado (limpieza y sin impurezas) antes de iniciar dicho ensacado.

El Cargador Frontal transportara las tolvas al área asignada de ensaque, los mismos que serán verificados por los Líderes de cada línea, de presentarse alguna observación, se informará al Supervisor.

Antes que el cargador frontal inicie sus labores de transportar el producto granel a las tolvas, el supervisor deberá verificar la limpieza total de la pala del Cargador Frontal, en caso que se encuentre sucia deberá efectuar la limpieza necesaria, para no generar impurezas.

Luego se realiza la distribución del personal por líneas; la misma que contara con un líder, un pesador, un repesador, un jalador, un cocedor y siete personas asignadas para arrumar el producto ensacado en sacos de 50 kg.

Inmediatamente después, el pesador y el repesador efectúan la calibración de las balanzas mecánicas y electrónicas con los pesos patrones,

Los cosedores deberán extender el cableado eléctrico con la finalidad de suministrar fluido eléctrico a cada línea, tanto para las balanzas eléctricas como para la maquina cosedora manual, asimismo deberá efectuar la calibración y lubricación de estas, para que deje el punto de la costura correcta de los sacos.

Para cada línea se nombrará dos personas de apoyo (uno para que efectuó la limpieza y otra persona para que pase los sacos al pesador).

El Coordinador procede a la distribución del material que se usara en el ensacado (Sacos de 50 kg, hilo, aceite, peso patrón, solvente y trapo industrial) los mismos que anotara en su control diario de material.

Los líderes de cada línea, una vez que estén listos para el inicio del ensacado, informaran al Supervisor, el mismo que pedirá autorización para el inicio del ensacado al Jefe de Planta el decidirá el inicio y el termino de las labores diarias.

Una vez recibida la autorización por el jefe de planta, el Supervisor ordenara al operador del cargador frontal para que inicie el vaciado del producto a granel a las tolvas, iniciando el proceso de ensacado.



**Anexo 03:**

**Método Tradicional de empaqueo de fertilizantes**



**Foto 3.1: Abastecimiento del fertilizante granulado a Tolva**



**Foto 3.2: Operación en Tolva (dos pesajes, mecánico y electrónico)**




**Foto 3.3: Operaciones de llenado, pesado y cosido**



**Foto 3.4: Actividad de estiba y apliado**









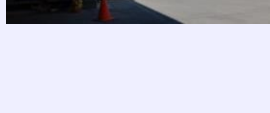
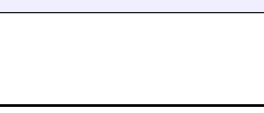

**Anexo 04:**
**Lista de equipos para empaqueo**

 <b>EQUIPOS PARA OPERACIÓN DE EMPACADO</b>								
N°	Descripción	Cantidad	Observación	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	Máquina cosedora	2						
2	Balanza electrónica	2						
3	Pesa patrón	3						
4	Pedestal (tablero eléctrico)	1						
5	Línea retráctil	2						
6	Portalaminas	2	Debidaente lleno.					
7	Mesa para sacos	2						
8	Lava ojos	1						
9	Contenedor de agua	1						
10	Mesa para balanza	2						
11	Estructura de soportes de bal	4						
12	Botiquín	1						
13	Agua	1	Bidón lleno					
14	Extintor	1	Usar el más cercano.					
15	Conos	12						
16	Barras retráctiles	6						
17	Aceitera	2	Debidaente lleno.					
18	Esquineros	2						
19	Hilos	2						
20	Balde	1	Para lavado de manos					
21	Arnés y línea retráctil	2						
22	Escalera	1						
23	Bolsas	1	Una lámina con la cantidad necesaria.					
24	Muros de concreto	2						
25	Escobas	2						
26	Vasos para agua	2						
27	Tijera + cintas	2						
28	Palanas	2						
29	Paleta: PARE / SIGA	1						
30	Tolva	1						
31	Montacargas	2						
32	Cargador Frontal	1						

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 05:**

**Recepción de mercadería**

  <b>Operativo - Recepción de big bag/Contenedor y Almacenamiento</b> 				
Código: SOPG0pe00000X		Fecha de la última actualización: 28/11/2019	Owner: Alexis Gonzales Del Rosario	Aprobado por: Alexis Gonzales Del Rosario / Jesica Rojas Aguirre
ETAPA	TAREAS	PELIGRO	FLUJOGRAMA FOTOGRÁFICO	
1	<b>Consideraciones previas:</b> Realizar una inspección visual del estado de la plataforma antes de iniciar el trabajo. La unidad de transporte deberá estar apagada lo que dure la operación de desestiba.	Obstáculos en el área a transitar / Trabajo en altura		
2	Dirigir la unidad a punto de descarga, trabajo que será realizado por un vigia (o guilador).	Tránsito de unidad		
3	Subir usando una escalera móvil y asegurar los frenos. Desde la base de la escalera, un operario de estiba, a través de un extensión, colocará en la uñas del montacarga, las orejas (o pasadores) del big bag.	Caida de altura		
4	El operador traslada uno a uno los big bag, desde la plataforma, hacia la zona de almacenaje final.	Tánsito de maquinaria liviana		
5	Los big bag son almacenado en forma de pirámide, de acuerdo al requerimiento de buenas práctica de Yara. (*) Se inicia el almacenaje colocando un par de big bag a nivel del suelo, que soporta la base de la "Torre de anclaje", la otra mitad de la Torre, se completa con big bag (s) hasta un ancho máximo de 6 big bag (s).	Tánsito de maquinaria liviana		
6	Completar la pirámide a dos niveles de alto, finalizada la descarga, en el frontis se coloca una nueva "Torre de anclaje" para poder efectuar el tapado del producto.	Tánsito de maquinaria liviana		
7	Retirar los accesorios y equipos de trabajo como escalera a su lugar, etc.	Obstáculos en el área a transitar		
8	Finalmente dirigir salida de unidad vacía. trabajo que será realizado por un vigia (o guilador).	Tránsito de unidad		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN NECESARIOS: 				

**Fuente:** Departamento de seguridad y salud en el trabajo de la empresa Yara Perú

**Anexo 06:**

**Método propuesto de empaqueo de fertilizantes granulados**



**Foto 6.1: Distribución de los equipos de trabajo y líneas de empaqueo**



**Foto 6.2: Líneas de empaqueo (8 personas), pesaje directo.**

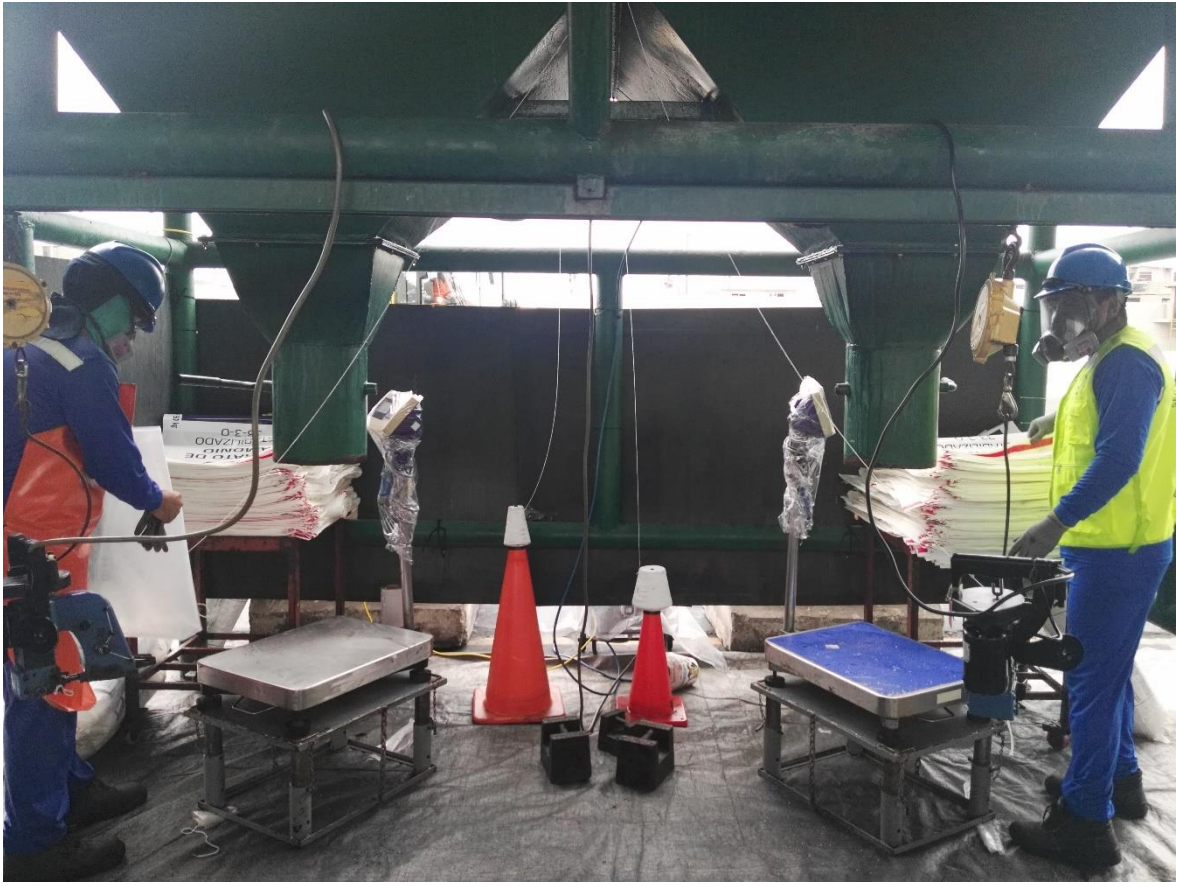


Foto 6.3 Distribución de equipos de pesado u cosido, incluye línea retráctil.



Foto 6.4: Apilamiento de Nitrato de amonio con Montacargas (Sistema Push and Pull)



**Foto 6.5: Apilamiento de Cloruro Rojo con Montacargas**



**Foto 6.6: Apilamiento de Sulfato de amonio**

**Anexo 07:**

**Check list de inspección pre-operacional de empaqueo**

		CHECK LIST DE INSPECCIÓN PRE OPERACIONAL DE ENSACADO			Código: FRGseg000039 Versión: 02
Sede:					
Responsable Yara:					
Nº de personas en el área:					
Fecha:		OP:			
ELEMENTOS A INSPECCIONAR		ESTADO			OBSERVACIONES
		SI	NO	N/A	
<b>1. INSTALACIONES DE LA TOLVA DE ENSAQUE</b>					
1.1. ¿La escalera de acceso a la tolva está segura, en buen estado, libre de óxido?					
1.2. ¿El nivel superior cuenta con barandas de seguridad en buen estado?					
1.3. ¿La infraestructura de la tolva se encuentra en buen estado?					
1.4. ¿La malla metálica dentro de la tolva se encuentra en buen estado?					
<b>2. SUELOS Y PASILLOS</b>					
2.1. ¿Los suelos están limpios, sin restos de fertilizantes ni material innecesario?					
2.2. ¿Las vías de circulación de personas y vehículos están señalizadas?					
2.3. ¿Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos?					
<b>3. BALANZAS / COSEDORAS</b>					
3.1. ¿Las balanzas se encuentran calibradas?					
3.2. ¿Las balanzas están recargadas?					
3.3. ¿Las cosedoras se encuentran limpias de aceite y grasa?					
3.4. ¿Las cosedoras se encuentran libre de humedad y óxido?					
3.5. ¿Los cables eléctricos se encuentran en buen estado, sin empalmes?					
3.6. ¿Los cables eléctricos no obstaculizan el área de circulación?					
3.7. ¿Los enchufes industriales se encuentran en buen estado, conectados a tomacorrientes industriales con RCD?					
<b>4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ROPA DE TRABAJO</b>					
4.1. ¿El personal de tráfico cuenta con chaleco reflectivo, zapatos de seguridad, casco de seguridad, lentes de seguridad?					
4.2. ¿El personal para descompactar bloques cuenta con ropa c/ cinta reflectiva, zapatos de seguridad, casco de seguridad, lentes de seguridad, respirador c/filtro p/material particulado, guantes antideslizantes, protección auditiva (inserción)?					
4.3. ¿El personal de ensaque, cocido y pesaje de sacos cuenta con ropa c/cinta reflectiva, zapatos de seguridad, casco de seguridad, lentes de seguridad, respirador c/filtro p/material particulado, guantes antideslizantes, protección auditiva (inserción)?					
4.4. ¿El personal de estiba cuenta con ropa c/cinta reflectiva, zapatos de seguridad, capucha, lentes de seguridad, respirador reutilizable, guantes antideslizantes, protección auditiva (inserción)?					
4.5. ¿El conductor del cargador frontal cuenta con chaleco reflectivo, zapatos de seguridad, casco de seguridad, lentes de seguridad, respirador c/filtro para material particulado, protección auditiva (inserción)?					
4.6. ¿Los EPP se encuentran limpios y en buen estado?					
<b>5. PARA LA OPERACIÓN</b>					
5.1. ¿Se han tomado medidas de precaución/desenergizado/revisión de cables/equipos próximos?					
5.2. ¿Las condiciones climáticas permiten que se realice el trabajo?					
5.3. ¿Se ha delimitado con conos la distancia de seguridad entre la tolva de ensaque y el área de maniobra del cargador frontal?					
5.4. ¿El área de almacenamiento o ubicación de la tolva, genera puntos ciegos en la operación de montacargas / Cargador frontal / unidades ?					
5.5. ¿El personal de tráfico cuenta con paletas de PARE y SIGA?					
5.6. ¿Personal que descompacta bloques en la tolva desciende cuando el cargador descarga el fertilizante?					
5.7. ¿El cargador frontal cuenta con check list de inspección?					
5.8. ¿Se cuenta con agua para el personal?					
5.9. ¿Se cuenta con lavaojos portátil en la zona de trabajo?					
5.10. ¿Se cuenta con ducha de emergencia cerca a la zona de trabajo?					
5.11. ¿Se cuenta con un botiquín en el área?					
5.12. ¿Se cuenta con un extintor en el área?					
<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
REALIZADO POR:					

Fuente: Departamento de seguridad y salud en el trabajo de la empresa Yara Perú