

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



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

**“Propuesta de implementación de herramientas de Lean
Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa
Insumex S.A.”**

Línea de Investigación:

Gestión Empresarial

Autores:

Br. Monja Cruz, Jessica Marilin

Br. Panta Huaman, Thalia

Jurado Evaluador:

Presidente: Ms. Del Castillo Miranda, Victor Manuel

Secretario: Ms. Villar Tiravanti, Lily Margot

Vocal: Ms. De La Rosa Anhuamán, Filiberto

Asesor:

Dra. Ing. Landeras Pilco, María Isabel

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4250-5619>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2021/12/22

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



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

**“Propuesta de implementación de herramientas de Lean
Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa
Insumex S.A., Lima 2021”**

Línea de Investigación:

Gestión Empresarial

Autores:

Br. Monja Cruz, Jessica Marilin

Br. Panta Huaman, Thalia

Jurado Evaluador:

Presidente: Ms. Del Castillo Miranda, Victor Manuel

Secretario: Ms. Villar Tiravanti, Lily Margot

Vocal: Ms. De La Rosa Anhuamán, Filiberto

Asesor:

Dra. Ing. Landeras Pilco, María Isabel

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4250-5619>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2021/12/22

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



“Propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Insumex S.A.”

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

**MS. DEL CASTILLO MIRANDA, VICTOR MANUEL
PRESIDENTE
CIP 68626**

**MS. VILLAR TIRAVANTI, LILY MARGOT
SECRETARIO
CIP 55429**

**MS. DE LA ROSA ANHUAMÁN, FILIBERTO
VOCAL
CIP 90991**

**DRA. ING. LANDERAS PILCO, MARÍA ISABEL
ASESOR
CIP 44282**

DEDICATORIA

A Dios, por estar presente en las etapas de mi vida hasta este momento, A mi madre y especialmente a mi hermana Jemis que siempre me apoyo y dio ánimo en tiempos de dificultad. A mi profesor, el Ing. Alejandro Davalos, que me apoyo a la resolución de problemas académicos en el inicio de mi carrera. A mi hija Luisa, que llegó a mi vida y es lo que más amo e impulsa a ser mejor persona y profesional en el campo laboral. A la Universidad UPAO y sus docentes, que formaron mi profesión académica. A mis amigos, en especial a Guilianna, Rafael y compañera de tesis Thalia Panta, a todos ustedes muchas gracias por haber contribuido con su bondad y apoyo hasta la culminación de mi carrera. Sin duda son logros que muy pronto darán sus frutos.

Br. Monja Cruz Jessica Marilin

A Dios, por estar presente en mi vida y guiar cada paso hacia este gran logro. A mis padres, Pedro Miguel Panta y Rosa Elvira Huaman, por su amor y apoyo incondicional, y por ser la motivación para nunca rendirme sobre todo en los momentos más críticos de la carrera. A mis hermanos, Rosita, Lesly, Pedro, Anthony y Janeth, por motivarme a seguir luchando por mis sueños. A mi compañero de vida, Yurith Angel Montenegro, por motivarme en el trayecto del desarrollo de la presente tesis. A mi abuelito, Gerónimo Flores, que hace 18 años partió de este mundo y desde el cielo me cuida y acompaña siempre. Sin ustedes, este logro no hubiera sido posible, este es el inicio de una nueva etapa en la que, sin duda, seguirán estando presentes.

Br. Panta Huaman Thalia

AGRADECIMIENTO

Agradecemos, a la Universidad Privada Antenor Orrego, por habernos aceptado siendo parte de ella, estudiando nuestra hermosa carrera, y a nuestros maestros, por los conocimientos brindados en todo el proceso de aprendizaje para nuestra carrera profesional. En especial al Dr. Manuel Urcia Cruz y a la Dra. María Isabel Landeras Pilco, por guiarnos en el desarrollo de nuestra tesis de título profesional, por brindarnos sus conocimientos y apoyo total.

Agradecemos a la empresa Insumex S.A., por haber aceptado que se realice esta tesis en su prestigiosa empresa, y a todos sus colaboradores que ayudaron con sus aportes para la investigación de esta tesis y que sin su ayuda esto no hubiera sido del todo posible.

Los Autores

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general el poder elaborar una propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing que mejore la productividad en los procesos del área de producción de la empresa Insumex S.A. Primero, mediante la herramienta VSM se identificó los desperdicios de exceso de almacenamiento (Lead Time) y tiempo de espera elevado de cambio de preparación en los procesos del área de Producción (Chancado, Secado, Molienda y ensacado), considerando solo a los productos de clase “A” de acuerdo a la clasificación ABC de ventas del cuarto trimestre 2020 y la familia de productos de acuerdo a la similitud de sus procesos (Familia 1 y Familia 2). Luego, se calculó la productividad actual de horas - máquina, mano de obra, materiales (materia prima) y la productividad total de los procesos del área de producción teniendo en cuenta la producción del primer trimestre 2021. También, se priorizó las oportunidades de mejora de mayor impacto en los desperdicios en los procesos del área de Producción, siendo este el tiempo de cambio de preparación elevado en el proceso de molienda y ensacado, de modo que, se formuló la propuesta de implementación de la herramienta 5S en las estaciones del proceso de molienda y ensacado, y la propuesta de implementación de herramienta SMED en las operaciones de cambio de preparación de productos en el mismo proceso. Además, se determinó la productividad parcial y total después de la propuesta de mejora en el proceso de molienda y ensacado, considerando la reducción de tiempo de cambio de preparación del 28.88% en la Familia 1 y 31.97% en la Familia 2, y la cantidad de cambios realizados en la producción del primer trimestre 2021. De esta manera, se logró incrementar la productividad de horas -máquina en 2.93% en la familia 1 y 3.23% en la Familia 2, en el caso de la productividad de mano de obra se incrementó en 3.49% en la Familia 1 y 3.52% en la Familia 2, y la productividad total se incrementó en 3.04 en la Familia 1 y 3.28% en la Familia 2, concluyendo que si hubo mejora en función a los objetivos planteados durante la investigación.

Palabras clave: Lean Manufacturing, herramientas, productividad.

ABSTRACT

The general objective of this research project is to be able to develop a proposal for the implementation of Lean Manufacturing tools that improves productivity in the processes of the production area of the company Insumex S.A. First, using the VSM tool, waste from excess storage (Lead Time) and high waiting time for change of preparation were identified in the processes of the Production area (Crushing, Drying, Grinding and Bagging), considering only the products of Class "A" according to the ABC classification of sales of the fourth quarter 2020 and the family of products according to the similarity of their processes (Family 1 and Family 2). Then, the current productivity of hours - machine, labor, materials (raw material) and the total productivity of the processes of the production area were calculated taking into account the production of the first quarter of 2021. Also, opportunities for improvement were prioritized of greater impact on waste in the processes of the Production area, this being the high preparation change time in the grinding and bagging process, so that the proposal for the implementation of the 5S tool was formulated in the process stations of milling and bagging, and the proposal of implementation of the SMED tool in the operations of change of preparation of products in the same process. In addition, the partial and total productivity was determined after the improvement proposal in the milling and bagging process, considering the reduction in preparation change time of 28.88% in Family 1 and 31.97% in Family 2, and the quantity of changes made in the production of the first quarter of 2021. In this way, it was possible to increase the productivity of machine hours by 2.93% in Family 1 and 3.23% in Family 2, in the case of labor productivity the increased by 3.49% in Family 1 and 3.52% in Family 2, and total productivity increased by 3.04 in Family 1 and 3.28% in Family 2, concluding that there was an improvement based on the objectives set during the investigation.

Keywords: Lean Manufacturing, tools, productivity.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, ponemos a vuestra disposición la presente tesis titulada: **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING VSM, 5S Y SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSUMEX S.A., LIMA 2021”**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Br. Monja Cruz Jessica Marilin

Br. Panta Huaman Thalia

Trujillo, 16 de diciembre de 2021

ÍNDICE

DEDICATORIA	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
PRESENTACIÓN	ix
ÍNDICE	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Objetivos	8
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	8
1.2.2. <i>Objetivo Específicos</i>	8
1.3. Justificación del estudio	8
1.3.1. <i>Justificación Práctica</i>	8
1.3.2. <i>Justificación Metodológica</i>	8
1.3.3. <i>Justificación teórica</i>	8
1.3.4. <i>Justificación técnica</i>	9
1.3.5. <i>Justificación social</i>	9
II. MARCO DE REFERENCIA	10
2.1. Antecedentes del estudio	10
2.2. Marco teórico	14
2.2.1. <i>Lean Manufacturing</i>	14
2.2.2. <i>Herramientas del Lean Manufacturing</i>	15
2.2.3. <i>Productividad</i>	23
2.2.4. <i>Tipos de productividad</i>	23
2.3. Marco conceptual	24
2.4. Sistema de hipótesis	27
Variables e indicadores	27
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	29
3.1. Tipo y nivel de investigación	29
3.1.1. <i>Tipo de Investigación</i>	29
3.1.2. <i>Nivel de Investigación</i>	29
3.2. Población y muestra de estudio	29
3.2.1. <i>Población</i>	29
3.2.2. <i>Muestra</i>	29
3.3. Diseño de investigación	30
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	31
3.4.1. <i>Técnicas</i>	31
3.4.2. <i>Instrumentos</i>	32
3.5. Procesamiento y análisis de datos	32

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	33
4.1 Resultados del objetivo específico N° 1: Elaborar diagnóstico de los procesos del área de producción mediante la herramienta VSM, empresa Insumex S.A	33
4.1.1 Identificar la familia de productos.....	33
4.1.2 Calcular las métricas del proceso.....	35
4.1.3 Realizar el VSM del estado actual.....	39
4.1.4 Identificar desperdicios del proceso	42
4.2 Resultados del objetivo específico N° 2: Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción, empresa Insumex S.A	44
4.2.1 Productividad parcial	44
4.2.2 Productividad total	48
4.3 Resultados del objetivo específico N° 3: Formular propuesta de implementación de herramienta 5S y SMED, empresa Insumex S.A.....	50
4.3.1 Propuesta de implementación de herramienta 5S	51
4.3.2 Propuesta de implementación de la herramienta SMED	63
4.4 Resultados del objetivo específico N° 4: Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción después de la propuesta de mejora, empresa Insumex S.A	78
5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	81
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	85
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
7. ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	3
Tabla 2	6
Tabla 3	28
Tabla 4	31
Tabla 5	33
Tabla 6	36
Tabla 7	37
Tabla 8	38
Tabla 9	38
Tabla 10	42
Tabla 11	45
Tabla 12	46
Tabla 13	47
Tabla 14	48
Tabla 15	65
Tabla 16	66
Tabla 17	67
Tabla 18	68
Tabla 19	69
Tabla 20	70
Tabla 21	71
Tabla 22	72
Tabla 23	73
Tabla 24	74
Tabla 25	75
Tabla 26	76
Tabla 27	77
Tabla 28	78
Tabla 29	78
Tabla 30	79
Tabla 31	79
Tabla 32	80
Tabla 33	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	2
Figura 2	7
Figura 3	16
Figura 4	22
Figura 5	34
Figura 6	40
Figura 7	41
Figura 8	51
Figura 9	52
Figura 10	53
Figura 11	54
Figura 12	55
Figura 13	56
Figura 14	56
Figura 15	57
Figura 16	58
Figura 17	58
Figura 18	59
Figura 19	59
Figura 20	60
Figura 21	61
Figura 22	61
Figura 23	62
Figura 24	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Producción minera no metálica según principales productos del 2015 al 2019, según (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020).....	88
Anexo 2: Indicadores económicos de fabricación de otros minerales no metálicos en marzo 2021, según (Informe Técnico - Producción Nacional - N° 5 Mayo 2021)	89
Anexo 3: Exportaciones no tradicionales de minerales no metálicos del 2015 al 2018, según (Sociedad Nacional de Industrias, 2018).....	90
Anexo 4: Inventario de tonelaje de materia prima en diciembre 2020, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.....	90
Anexo 5: Clasificación ABC de productos terminados según índice de rotación de ventas del cuarto trimestre 2020, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A	91
Anexo 6: Descripción de productos de clase “A”, facilitados por el Jefe de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Insumex S.A	93
Anexo 7: Diagrama de Ishikawa de baja productividad en el segundo semestre 2020 en la empresa Insumex S.A.....	95
Anexo 8: Diagrama de operaciones de los productos de la familia 1 de la empresa Insumex S.A	96
Anexo 9: Diagrama de operaciones de los productos de la familia 2 de la empresa Insumex S.A	97
Anexo 10: Reporte de tonelaje de almacenes de materia prima y producto terminado de productos de clase “A” en marzo 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.....	98
Anexo 11: Disponibilidad de funcionamiento y ratio de producción de equipos del área de producción, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.....	98
Anexo 12: Reporte de ventas de productos de clase “A” en el primer trimestre 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A ...	99
Anexo 13: Resultados de priorización de oportunidades de mejora de mayor impacto en los desperdicios y las operaciones que no agregan valor en los procesos del área de Producción según jefaturas y supervisores de la empresa Insumex S.A	100
Anexo 14: Reporte de costos de producción del primer trimestre 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.....	101
Anexo 15: Reporte de costos unitarios del primer trimestre 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.....	102
Anexo 16: Resultado de diagnóstico inicial de la herramienta 5S, en el proceso de molienda y ensacado de la empresa Insumex S.A	104
Anexo 17: Diagrama de análisis de proceso para preparación de cambio de productos de clase “A” de la familia 1, en el proceso de molienda y ensacado de la empresa Insumex S.A.....	105
Anexo 18: Diagrama de análisis de proceso para preparación de cambio de productos de clase “A” de la familia 2, en el proceso de molienda y ensacado de la empresa Insumex S.A.....	106
Anexo 19: Cantidades y tiempos promedios de cambios de productos de clase “A”, extraídos del ERP Sofya de la producción del primer trimestre 2021 de la empresa Insumex S.A	107

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abr.	Abril
Dic.	Diciembre
Ene.	Enero
ERP.	Enterprise Resource Planning - Planificación de Recursos Empresariales
Feb.	Febrero
h.	Horas
H-H.	Hora - Hombre
H-M.	Hora - Máquina
kW.	Kilovatio
Mar.	Marzo
Máx.	Máximo
min.	Minutos
MP.	Materia Prima
MO.	Mano de Obra Directa
Nov.	Noviembre
Oct.	Octubre
Prom.	Promedio
PT.	Producto Terminado
s.	Segundos

SMED.	Single Minute Exchange of Die - Tiempo de cambio en menos de 10 minutos
S.A.	Sociedad Anónima
S/.	Soles
Tm.	Toneladas métricas
Ud. / Uds.	Unidad / Unidades
VSM.	Mapa de cadena de valor

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

A nivel mundial, la minería es una de las actividades económicas más importantes, centrada en la explotación, procesamiento y comercialización de minerales metálicos y no metálicos. La importancia de los minerales no metálicos deriva de las propiedades particulares que poseen, es por ello que son utilizados para la fabricación de diferentes bienes finales. Así, estos productos se emplean en el sector construcción, en la manufactura de materiales, el sector químico, la agroindustria, el sector minero energético y el medio ambiente. El valor económico de los productos mineros no metálicos está asociado a los múltiples usos que se les da en el sector industrial, debido a sus características particulares tales como la durabilidad, resistencia a la compresión, no reactividad química, composición uniforme y la capacidad como aislante térmico (Montesinos et al., 2017, p. 4).

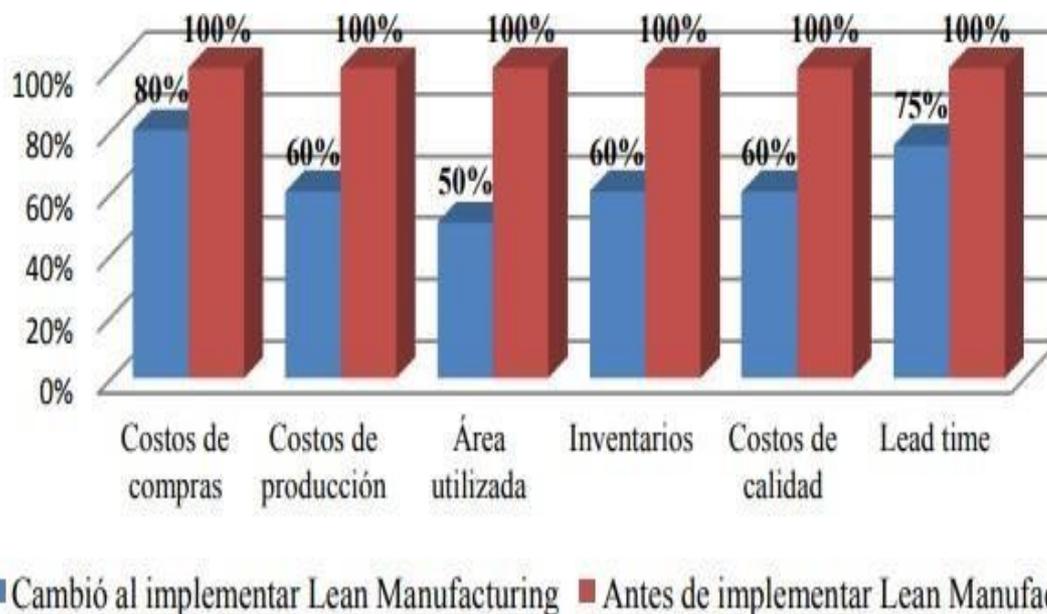
Las industrias que tienen como principal insumo a estos minerales no metálicos, buscan constantemente mejorar sus procesos eliminando todo aquello que le resta valor al producto, es decir optimizar los recursos en sus procesos con el fin de ser más eficientes y eficaces para mejorar la productividad, y ser capaces de adaptarse a las necesidades de los clientes. Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implementar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva (Hernández y Vizán, 2013, p. 6).

Lean Manufacturing ha sido implementado por empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos. El objetivo primordial es eliminar todas actividades que no agregan valor en todo el proceso

productivo. En la figura 1, se muestra los principales beneficios que se obtienen con la implementación de Lean Manufacturing como son: la reducción de un 20% en los costos de compras, el 40% de decremento en los costos de producción, con un mayor porcentaje del 50% en el área utilizada, con la disminución del 40% de igual forma están los inventarios y los costos de calidad. Por último, el Lead time en un 25%. Claramente se puede observar que son grandes los beneficios que reciben las empresas que implementan dicha herramienta.

Figura 1

Beneficios de la implementación Lean Manufacturing



Nota. Resultado de un estudio realizado por Aberdeen Group entre 300 empresas implantadoras estadounidenses que muestra reducciones del 20% al 50% en los aspectos importantes de la fabricación. (Hernández y Vizán, 2013, p. 11).

A nivel nacional, se produce más de 30 tipos de minerales no metálicos, como caliza, fosfato, travertino, hormigón, arena, calcita, sal, arcilla, yeso, cuarzo, mármol, talco, entre otros y que el subsector minero no metálico abastece de materias primas a un amplio mercado. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2021) la producción minera no metálica según principales productos alcanzo 47,126,340 Tm

en el año 2019 (anexo 1). También, en la actividad económica de manufactura se reportó que en el 2020 se alcanzó el 12.5% del Producto Bruto Interno.

Tabla 1

Producto Bruto Interno por años, según actividades económicas (estructura porcentual)

ACTIVIDADES	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	5.2	5.2	5.2	5.4	5.4	6.2
Pesca y acuicultura	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.4
Extracción de petróleo, gas y minerales	12.0	13.0	13.1	12.4	12.1	11.9
Manufactura	13.8	13.3	13.1	13.3	12.8	12.5
Electricidad, gas y agua	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	2.0
Construcción	6.2	5.8	5.8	5.9	5.9	5.7
Comercio	10.8	10.6	10.5	10.4	10.4	9.9
Transporte, almacén, correo y mensajería	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7	4.7
Alojamiento y restaurantes	3.2	3.2	3.1	3.1	3.2	1.8
Telecom. y otros servicios de información	4.0	4.1	4.4	4.4	4.6	5.5
Administración pública y defensa	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	6.0
Otros servicios	22.9	22.9	22.9	23.0	23.4	24.7
Valor agregado bruto	90.8	90.9	91.0	91.0	91.0	91.1
Impuestos a la producción	8.4	8.4	8.3	8.3	8.4	8.3
Derechos de importación	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
Producto bruto interno	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Nota. Las diferencias a nivel de décimas que pudieran presentarse en la estructura porcentual se deben al redondeo de cifras.

Además, con respecto a los indicadores económicos del sub sector de fabricación de productos minerales no metálicos, se alcanzó un incremento del 109.1% en el mes de marzo 2021 a comparación del año precedente (anexo 2). Con respecto a las exportaciones no tradicionales

de minerales no metálicos, se logró un incremento de 39 millones de dólares en el primer trimestre del año 2018, respecto al año anterior (anexo 3). Esta actividad económica contribuye al desarrollo de la economía en el Perú.

En los últimos años en el Perú, muchas empresas ya sea de bienes o servicios han venido implementando la cultura del Lean Manufacturing, con grandes resultados. Esto quiere decir que existe un gran interés por la cultura del Lean, ya que su implementación genera una ventaja respecto a otras, puesto que se relaciona de forma conjunta con las funciones empresariales. Según el Instituto de Mejora Continua (IMC, 2016) entre las empresas peruanas que aplican la metodología Lean Manufacturing tenemos a las siguientes: Minera Yanacocha, ABB, Alicorp, Enersur Representaciones, Compañía Nacional de Chocolates de Perú, Electroperú, Termodinámica, Sociedad Minera Cerro Verde, Unacem, Mondelez Perú, Southern Perú Copper Corporation Sucursal del Perú, Protisa, Kimberly-Clark Perú, Compañía de Servicios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Corporación Pesquera Inca, TOMOCORP, Pluspetrol Perú Corporation, Industrias Nettalco, Sudamericana de Fibras, Pesquera Hayduk, Minera Barrick Misquichilca, Laive, Pesquera Diamante, Industria Gráfica Cimagraf, La Llave, Productos de Acero Cassado - Prodac, Compañía Cervecera Ambev Perú, Faber-Castell, Tecnología e Ingeniería de Alimentos, Gloria, Indeco, Compañía Minera Mercedes De Huallanca, Cogorno S.A., Laboratorios AC Farma, Sodexo Perú, Cocina De Vuelo Docampo, Medifarma, Nicoll Perú, Vale Exploration Perú, Fábrica Nacional de Acumuladores ETNA, y Servicio de Mantenimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - Sedapal.

A nivel local, Insumex S.A., es una empresa peruana especializada en el procesamiento y comercialización de insumos no metálicos para la industria, con 27 años de trayectoria ininterrumpida, cuenta con una infraestructura adecuada para su producción y con la certificación de la norma ISO 9001:2015 modelo de gestión de la calidad, sustentada en la capacidad técnica, profesional y humana de sus colaboradores,

apoyados siempre en la mejora continua. En esta industria se procesan diferentes minerales no metálicos, en el anexo 4 se detalla la lista de los minerales no metálicos y el tonelaje reportado en el mes de diciembre 2020, en el cual se puede observar que, entre los minerales no metálicos más demandados es el carbonato de calcio crema A (400 Tm) y arcilla (350 Tm). De estos minerales no metálicos, Insumex S.A., obtiene diferentes insumos no metálicos, la lista de estos insumos se muestra en el anexo 5. Asimismo, en la lista se muestra la clasificación ABC según índice de rotación de ventas del cuarto trimestre 2020. Los insumos de clase "A" son los siguientes: Bentonita Natural, Caolín Ceratex Abrasivo M-88, Caolín PBA, Carbofilm 3T, Carbofilm CR-70, Hidol Granulado G-14, Hidol P-1000, Kalite PNT, y Yeso Agrícola Fino. En el anexo 6, se muestra información adicional de los productos de clase "A" (descripción, porcentaje de composición, granulometría, nivel de dureza, porcentaje de humedad y aplicación).

Insumex S.A., está en constante crecimiento y en el segundo semestre del año 2020 ha presentado ciertos problemas que causan que la productividad de dicha empresa no sea la ideal. En el anexo 7, se muestra las causas identificadas mediante el diagrama Ishikawa. Con respecto a la mano de obra, las causas identificadas son: falta de capacitación, falta de orden y limpieza e incumplimiento de procedimientos de trabajo. Con respecto a los materiales, las causas identificadas son: diversos proveedores de materia prima, acumulación de materiales innecesarios, y productos no conformes. Con respecto a la maquinaria, las causas identificadas son: baja disponibilidad de equipos (montacarga), baja disponibilidad de repuestos críticos, y paradas por fallas de maquinarias y equipos. Finalmente, con respecto a los métodos, las causas identificadas son: procesos no identificados, distribución deficiente de planta, y tiempos no estandarizados. En la tabla 2, se muestra la matriz de correlación de las causas identificadas en la empresa Insumex S.A., que viene afectando a la productividad.

Tabla 2

Matriz de correlación

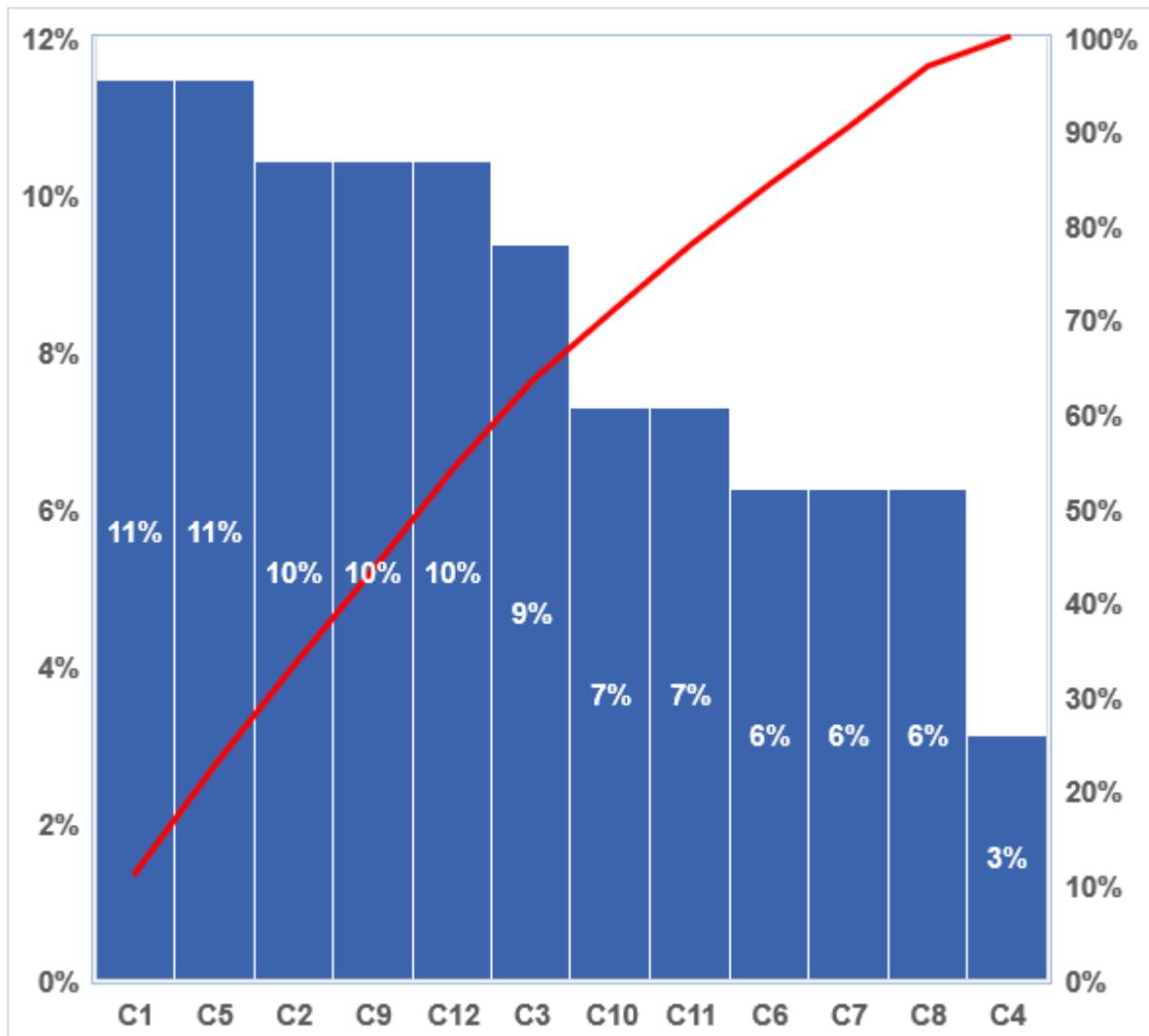
CAUSAS		DEFINICION													
C1		Falta de capacitación													
C2		Falta de orden y limpieza													
C3		Incumplimiento de procedimientos de trabajo													
C4		Diversos proveedores de materia prima													
C5		Acumulación de materiales innecesarios													
C6		Productos no conformes													
C7		Baja disponibilidad de equipos (montacarga)													
C8		Baja disponibilidad de repuestos críticos													
C9		Fallas de maquinarias y equipos													
C10		Procesos no identificados													
C11		Distribución deficiente de planta													
C12		Tiempos no estandarizados													
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	PUNTAJE	% PONDERADO
C1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	11%
C2	1			1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10%
C3	1	1			1	1	1	0	0	1	1	1	1	9	9%
C4	1	0	1			1	0	0	0	0	0	0	0	3	3%
C5	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	11	11%
C6	1	1	1	0	1			0	0	1	0	0	1	6	6%
C7	1	1	0	0	1	0			1	1	0	0	1	6	6%
C8	1	1	0	0	1	0	1			1	0	0	1	6	6%
C9	1	1	1	0	1	1	1	1			1	1	1	10	10%
C10	1	1	1	0	1	0	0	0	1			1	1	7	7%
C11	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1			1	7	7%
C12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1			10	10%
0	Significa que no hay relación entre las causas													96	100%
1	Significa que hay relación entre las causas														

Nota. Elaboración propia.

En la figura 2, se muestra que el 80% de los problemas que afectan la productividad de la empresa de estudio son originados por 8 causas, las cuales son las siguientes: falta de capacitación al personal, acumulación de materiales innecesarios en diferentes puntos de la planta, falta de orden y limpieza, fallas de maquinarias y equipos que interrumpen la producción, tiempos no estandarizados, incumplimiento de procedimientos de trabajo, procesos no identificados, y distribución deficiente de planta. Además, se puede diferenciar que las principales causas nacen en los procesos del área de producción de la empresa Insumex S.A.

Figura 2

Diagrama de Pareto de problemas que afectan la productividad de la empresa Insumex S.A.



Nota. Elaboración propia.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Elaborar propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing VSM, 5S y SMED para mejorar la productividad de los procesos del área de producción, empresa Insumex S.A.

1.2.2. Objetivo Específicos

- Elaborar diagnóstico de los procesos del área de producción mediante la herramienta VSM, empresa Insumex S.A.
- Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción, empresa Insumex S.A.
- Formular propuesta de implementación de herramienta 5S y SMED, empresa Insumex S.A.
- Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción después de la propuesta de mejora, empresa Insumex S.A.

1.3. Justificación del estudio

1.3.1. Justificación Práctica

La presente investigación permitirá optimizar los procesos del área de producción de la empresa Insumex S.A., orientado a mejorar la productividad con la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing

1.3.2. Justificación Metodológica

La propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing, contribuirá a consolidar los objetivos educacionales en el egresado de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Privada Antenor Orrego.

1.3.3. Justificación teórica

La presente investigación permitirá fundamentar las variables de estudio y rescatar antecedentes teóricos, que servirá como aporte

para las futuras investigaciones en los diversos problemas sobre los desperdicios y las actividades que no agregan valor, y que toda empresa debe considerar para mejorar la productividad.

1.3.4. *Justificación técnica*

La presente investigación buscará cumplir los objetivos planteados en el estudio y desarrollo de la misma para mejorar la productividad, basados en el diagnóstico de los procesos del área de Producción y la propuesta de implementación de herramientas de la metodología Lean. Los resultados de la investigación permitirán a la empresa encontrar soluciones que la orienten a una mayor competitividad al reducir sus desperdicios.

1.3.5. *Justificación social*

Al mejorar la productividad de la empresa, esta obtendrá mayores ingresos y en consecuencia sus colaboradores obtendrán mejores remuneraciones, estos a su vez el dinero que ganen podrán invertirlo en otros productos, bienes y/o servicios que ofrecen diversas empresas del mercado; el estado a través de los impuestos generados de estas ventas contribuirá al desarrollo de la comunidad y el crecimiento económico del país.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Internacional

Chapuel y García (2017) en su tesis titulada “Diseño de una propuesta de mejora de la productividad en el proceso de fabricación de placa de yeso cartón de GYPLAC S.A., mediante la utilización de la filosofía Lean Manufacturing, y sus herramientas mapa de cadena de valor y 5S” en la Universidad de Cartagena de Bolívar, Colombia. La presente investigación se realizó en la empresa GYPLAC S.A., que tiene como objetivo diseñar una propuesta de mejora de la productividad en el proceso de fabricación de placa de yeso cartón de GYPLAC S.A., mediante la utilización de la filosofía lean manufacturing, y sus herramientas mapa de cadena de valor y 5S. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las herramientas de VSM y 5S. Esta investigación concluye que el diagnóstico inicial del mapa de cadena de valor permitió identificar aquellas problemas u oportunidades de mejora que actualmente limitan la ejecución de los trabajos y su productividad. También, se pudo establecer los tipos de desperdicios frecuentes están relacionados con tiempo de espera, movimientos innecesarios y defectos. Se logró alcanzar un 85% de implementación de las 5S en las áreas de calcinación, papel y aditivos, mixer, transferencia húmeda, y transferencia seco. Entre las mejoras se evidenció una fluidez productiva óptima, reflejado en la disminución de costos, re-trabajos y desperdicios, logrando de esta manera mayor competitividad en el mercado y aumento en las utilidades. En el presente estudio podemos tomar como referencia las herramientas de VSM y 5S, que permitió a los autores proponer que la implementación de las herramientas Lean Manufacturing constituye una buena alternativa para fortalecer los procesos y optimizar los recursos.

Guzmán y Triana (2020) en su tesis titulada “Propuesta de mejoramiento al sistema de producción de sanitarios One Piece Smart mediante herramientas Lean Manufacturing y de estudio de métodos y tiempos en

la empresa Corona S.A.S Planta Madrid” en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Agustinian de Bogotá, Colombia. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de mejoramiento al proceso de producción de sanitarios OP Smart mediante herramientas Lean Manufacturing y estudio de métodos y tiempos, que permitan disminuir tiempos improductivos y desperdicios, adicionalmente incrementar la productividad de la compañía Corona S.A.S planta Madrid. Aplicando herramientas como diagnostico lean manufacturing, toma de tiempos y movimientos, VSM y Pareto. Esta investigación concluye existe un cuello de botella al momento de que los sanitarios pasen a esmaltado. Observando que con las mejoras realizadas con cada herramienta de Lean Manufacturing la disponibilidad se mantiene con un 97,5%, la eficiencia aumenta un 2% con un porcentaje de 96,33% y la calidad es la que más tiene impacto con un aumento en un 7.33%. En el presente estudio podemos tomar como referencia la herramienta VSM, que permitió a los autores proponer que mediante las herramientas Lean Manufacturing podrán identificar, controlar y rediseñar las actividades de producción buscando la mejora continua.

Ramirez y Martínez (2019) en su tesis titulada “Propuesta para la Mejora del proceso de producción en la Empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing” en la Universidad Agustiniana de Bogotá, Colombia, la presente investigación se realizó en la empresa JPLAST S.A.S que tiene como objetivo desarrollar una propuesta de mejoramiento al sistema de producción mediante la utilización de algunas herramientas de Lean Manufacturing y del sistema para la empresa JPLAST S.A.S., que permita la optimización de sus procesos de producción. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las herramientas de 5S, OEE, SMED (Single Minute Exchange), Andón (Control Visual) y Kanban. Esta investigación concluye que el estado de madurez del Lean Manufacturing de la empresa se encuentra en un nivel básico, la propuesta es aumentar toda su capacidad a un 12% de forma inicial en todas sus categorías, exceptuando la estandarización del trabajo y la mejora continua de esta se espera un incremento de 15% de lo que está en la actualidad. El

calificativo regular OEE (69.7%) permite proponer adoptar la herramienta SMED para disminuir los tiempos. El presupuesto mensual por prestación de servicios es de \$2,000.00 mensual. En el presente estudio podemos tomar como referencia la herramienta de 5S y SMED, que permitió a los autores proponer que las herramientas Lean Manufacturing impacta de forma positiva la productividad de la empresa JPLAST S.A.S.

Nacional

Hualla y Cárdenas (2017) en su tesis titulada “Mejora de Procesos en las Áreas de Mezclado y Molienda de una Empresa Manufacturera de Tubo sistemas PVC y PEAD Aplicando Herramientas de Calidad y Lean Manufacturing” en la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú. La presente investigación se realizó en la empresa manufacturera de Tubo sistemas PVC y PEAD que tiene como objetivo mejorar y optimizar los procesos de mezclado compuestos y molienda scrap y de reducir el inventario de scrap mediante el incremento de su consumo y la reducción de su generación. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las herramientas de 5S, SMED, TPM y Benchmarking. Esta investigación concluye que la implementación de la herramienta 5S logró la disminución de los tiempos de tránsito y tiempos muertos de 482 a 96 dólares mensuales, y la estandarización de actividades evidenció menores casos de contaminación de materia prima y generación de scrap de 323 toneladas (agosto 2013) a 52 toneladas (julio 2015). El resultado del análisis del SMED permitió proceder con la compra de un apilador eléctrico, que permitió el incremento al 96% de la utilización de la capacidad de los equipos. Este equipo permitió la clasificación del scrap permitiendo la disminución del 9% (agosto 2013) a 5.7% (julio 2015). La implementación del Bench marking permitió implementar nuevos procedimientos para el uso de equipos y actividades del área trayendo como resultado un mayor rendimiento y vida útil en los equipos, reduciendo el gasto mensual de 8759 dólares a 3500 dólares. Se implementó nuevas formas de almacenamiento de scrap y se detectó la necesidad de contar con un equipo desgarrador que incrementó la capacidad de procesamiento, ahorrando 8760 dólares mensuales.

Finalmente, la implementación del TPM tuvo como beneficios la reducción de 28 horas a 8 horas al mes de paros por mantenimiento de los equipos, incrementó el rendimiento real de las maquinas de un 49% del rendimiento teorico a un 94% del rendimiento teorico. Tambien, se pudo establecer stock de repuestos. La ejecución de las herramientas Lean ha sido viable económicamente, debido a que el ratio VPN es de 379,849 dólares y la tasa de retorno de alrededor al 40% y un ratio costo beneficio de 1.77. En el presente estudio podemos tomar como referencia la implementación de las herramientas de 5S y SMED, que permitió a los autores demostrar que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing permite la estandarización de actividades, el incremento de rendimientos, la reducción de tiempos muertos y la disminución de la generación de scrap.

Lezama y Chegne (2019) en su tesis titulada “Aplicación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019” en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Perú. La presente investigación tiene como objetivo aplicar las herramientas lean manufacturing en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C., para incrementar de la productividad. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las herramientas de 5S, SMED y TPM. Esta investigación concluye que el uso de las 5S determinó las condiciones de trabajo y la ejecución de las labores, con lo que se reducirá los tiempos de traslado y búsqueda de herramientas mejorando el orden en el área al igual que la limpieza y la organización, el uso de SMED permitió reducir el tiempo al momento de cambio de los rodillos de jebe en la máquina descascaradora, para el cual tuvimos que identificar y separar las actividades internas de las externas que no generan valor al realizar el cambio de rodillos y el uso del TPM aumentó la disponibilidad de los equipos, reduciendo las paradas de las máquinas, mediante el desarrollando de programa de mantenimiento planificado lo que significa un ahorro para la empresa. La productividad de materia prima en el área de producción incremento de 0,78 kg-hora/semana (enero - febrero) a 0,80 kg-hora/semana (abril - mayo). Tambien, la productividad de mano

de obra incrementó de 263,42 kg/hora-hombre (enero - febrero) a 312,98 kg/hora-hombre (abril - mayo). En el presente estudio tomaremos como referencia la implementación de las herramientas de 5S y SMED, que permitió a los autores demostrar que la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing incrementó la productividad en el área de producción.

Aguilar Over (2019) en su tesis titulada “Herramientas Lean Manufacturing para la Mejora Continua de la Productividad del Área de Producción del Molino Castillo S.A.C. Lambayeque 2018” en la Escuela Académico Profesional de Administración de la Universidad Señor de Sipán, Perú. La presente investigación tiene como objetivo proponer herramientas lean manufacturing para la mejora continua de productividad en el área de producción del Molino Castillo S.A.C. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las herramientas de 5S, como son: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (estandarización), Shitsuke (disciplina), y VSM. Esta investigación concluye que al implementar la herramienta 5S y VSM permite diseñar un plan de acción que vaya a fortalecer e incrementar la productividad en un 3.23% lo que genera que la propuesta de implementación sea aceptable. En el presente estudio podemos tomar como referencia la propuesta de implementación de las herramientas de 5S y VSM, que permitió a los autores demostrar que la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad en el área de producción.

2.2. Marco teórico

2.2.1. *Lean Manufacturing*

Según Hernández y Vizán (2013, p. 10) Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción,

tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. De acuerdo a lo mencionado en la cita anterior, Lean Manufacturing permite enfocarse en las necesidades de los clientes, evitando todas aquellas actividades que no suman valor a la calidad del producto o servicio, utilizando los recursos de manera eficiente y realizando la entrega justo a tiempo.

Principios del sistema Lean

Según Hernández y Vizán (2013, p. 20) los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son: Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ, formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros, interiorizar la cultura de “parar la línea”, crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua, desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa, respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos, identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios, promover equipos y personas multidisciplinarios, descentralizar la toma de decisiones, integrar funciones y sistemas de información, y obtener el compromiso total de la dirección con el modelo lean.

2.2.2. Herramientas del Lean Manufacturing

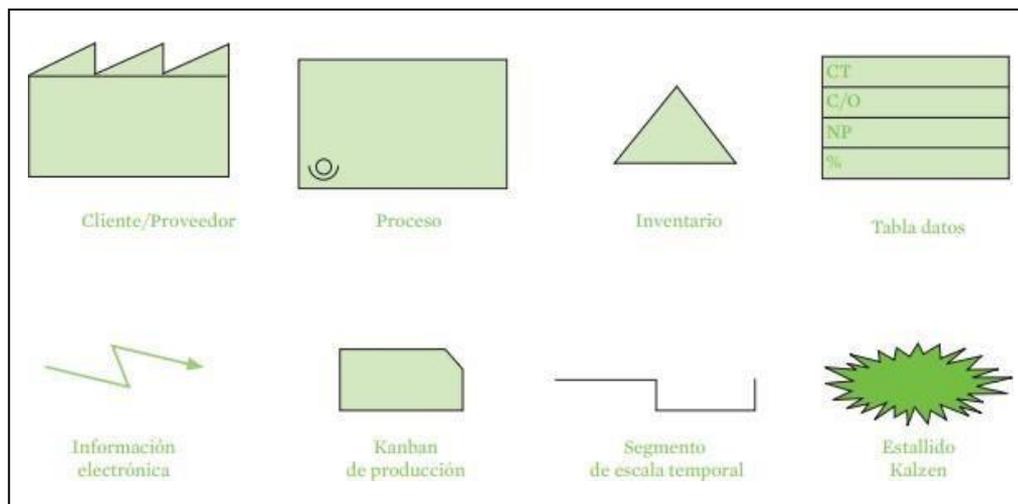
- **Herramienta Value Stream Mapping (VSM) o Mapa de cadena de valor.**

Según Hernández y Vizán (2013, p. 90) el mapa de la cadena de valor es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Tiene por objetivo plasmar en un papel, de una manera sencilla, todas las

actividades productivas para identificar la cadena de valor y detectar, a nivel global, donde se producen los mayores desperdicios del proceso. El VSM facilita, de forma visual, la identificación de las actividades que no aportan valor añadido al negocio con el fin de eliminarlas y ganar en eficiencia. Es una herramienta sencilla que permite una visión panorámica de toda la cadena de valor.

Figura 3

Ejemplos de símbolos VSM



Nota. Algunos ejemplos de símbolos usados para elaborar el Mapa de Cadena de Valor. Fuente: Hernández y Vizán, 2013, p. 90).

Entre los beneficios obtenidos destacan la mayor visualización del proceso, la vinculación del flujo de información y materiales en un esquema mediante un único lenguaje, la obtención de un sistema estructurado para implantar mejoras y la visión de cómo tendría que ser el sistema. El VSM se elabora para cada familia de productos. Los datos se deben recoger sobre el terreno, reflejando la realidad y desconfiando de los facilitados por el sistema de información. Al tratar de descubrir cómo cada proceso sabe lo que debe producir para su cliente (o sea, para el proceso siguiente) y cuándo fabricarlo, se descubre el flujo

real del material. En el VSM se representa también el flujo de la información: las previsiones, programas y pedidos del cliente, y su frecuencia. Análogamente se recogen las previsiones y pedidos de la empresa hacia sus proveedores. Finalmente, se incorpora la manera en que se comunica realmente el programa de producción a los procesos operativos. Un aspecto clave es que VSM recoge una línea de tiempos; tiempos “VA”, en los que se genera valor añadido, y el resto de tiempos “NVA” o de “no valor añadido”. La comparación entre los tiempos totales de valor añadido y totales de no valor añadido es esclarecedora, siempre sorprendente y además un excelente indicador del potencial de mejora (Hernández y Vizán, 2013, p. 90).

- **Herramienta 5S.**

Según Hernández y Vizán (2013, p. 36) es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad por lo que es la primera herramienta a implantar en toda empresa que aborde el Lean Manufacturing. Produce resultados tangibles y cuantificables para todos, con gran componente visual y de alto impacto en un corto tiempo plazo de tiempo. Es una forma indirecta de que el personal perciba la importancia de las cosas pequeñas, de que su entorno depende de él mismo, que la calidad empieza por cosas muy inmediatas, de manera que se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo.

Los principios básicos de las 5S en forma de cinco pasos o fases, que en japonés se componen con palabras cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

- Eliminar (Selección). La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto es útil o inútil?”. Consiste en

separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho (Hernández y Vizán, 2013, p. 38).

- Ordenar (Seiton). La segunda de las 5S consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo (Hernández y Vizán, 2013, p. 39).
- Limpieza e inspección (Seiso). La tercera de las 5S significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir. Debe insistirse en el hecho de que, si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas principales para establecer las acciones correctoras que se estimen oportunas. Otro punto clave a la hora de limpiar es identificar los focos de suciedad existentes para poder así eliminarlos y no tener que hacerlo con tanta frecuencia, ya que se trata de mantener los equipos en buen estado, pero optimizando el tiempo dedicado a la limpieza (Hernández y Vizán, 2013, p. 39).

- Estandarizar (Seiketsu). La cuarta de las 5S permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. El principal enemigo del Seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos: Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras (Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo), integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares, y chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican. (Hernández y Vizán, 2013, p. 40).
- Disciplina (Shitsuke). La quinta de las 5S se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. Los líderes de la implantación lean establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de

colores según el producto o la máquina, etc. (Hernández y Vizán, 2013, p. 41).

Algunos de los beneficios inmediatos derivados de la implantación de las 5S son: Facilidad para el control visual, aumento de la seguridad en el área de trabajo, mejora de la productividad de la planta (reduce los costes, incrementa la calidad y se dispone de mayor capacidad), incremento de la vida útil de los equipos que facilita la reducción del número de averías y el mantenimiento, un conocimiento más profundo de las instalaciones mediante un control visual ya que cualquiera puede reconocer diversos tipos de despilfarros y anomalías tanto en los almacenes como en las operaciones de producción, una mejora del ambiente de trabajo a partir de un mayor compromiso de todos, y un puente hacia otras mejoras (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 66).

- **Herramienta SMED (Single-Minute Exchange of Die).**

SMED es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales (Hernández y Vizán, 2013, p. 42).

Para llevar a cabo una acción SMED, las empresas deben acometer estudios de tiempos y movimientos relacionados específicamente con las actividades de preparación. Estos estudios suelen encuadrarse en cuatro fases bien diferenciadas (Hernández y Vizán, 2013, p. 43).

- Fase 1: Diferenciación de la preparación externa y la interna. Por preparación interna, se entienden todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona. El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa. Para convertir la preparación interna en preparación externa y reducir el tiempo de esta última.
- Fase 2: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones. Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua de las mismas.
- Fase 3: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo. Todas las medidas tomadas a los efectos de reducir los tiempos de preparación se han referido hasta ahora a las operaciones o actividades.
- Fase 4: Preparación Cero. El tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia.

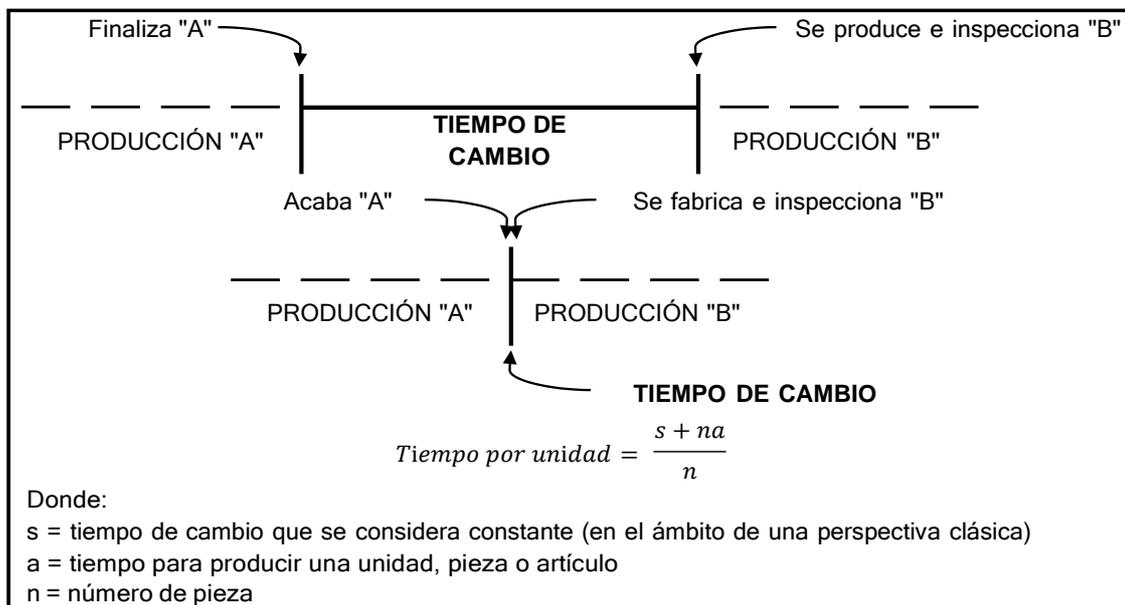
Las técnicas SMED o cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (set-up). El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida del producto "A" y la primera pieza producida del producto "B", que cumple con las especificaciones dadas. El logro de un menor tiempo de cambio y el correspondiente aumento de la moral permiten a los operarios afrontar retos similares en otros campos de la planta, lo cual constituye una importante ventaja

de carácter secundario del SMED (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 123).

El tiempo de cambio debe ser conocido de tal manera que a la pregunta ¿cuánto es el tiempo necesario para llevar a cabo una operación de cambio? la respuesta nunca puede ser del estilo: depende, quizás, probablemente, al menos, no es seguro, aproximadamente, etc. Desde una óptica tradicional, si se conoce el tiempo de cambio s , se puede calcular el tiempo por unidad (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 126).

Figura 4

Esquema y forma para calcular el tipo de cambio



Nota. Fuente: (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 126).

Pasos para reducir los tiempos de cambio según Rajadell y Sánchez (2010, p. 138).

- Paso 1. Identificar las operaciones en que se divide el cambio de modelo
- Paso 2. Diferenciar las operaciones internas de las externas
- Paso 3. Transformar las operaciones internas en externas

- Paso 4. Reducir las operaciones internas
- Paso 5. Reducir las operaciones externas

También, menciona que los beneficios de la aplicación de la técnica SMED se manifestarán en que el equipo puede responder rápidamente a los cambios en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), ya que se reduce el tiempo de fabricación y además permite alcanzar una capacidad de producción mayor y a su vez reducir el stock y los errores mediante unos cambios son más seguros.

2.2.3. Productividad

Según Gutierrez Pulido (2014, p. 20) la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen durante un proceso o un sistema. Por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlo. También indica que en general la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Donde los resultados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los resultados empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

2.2.4. Tipos de productividad

- **La productividad parcial.**

Según Eduardo Biasca (2015, p. 116) es aquella que relaciona lo producido (salida) por un sistema con uno de los recursos (insumo o entrada) utilizados. Las productividades parciales (como la muy usada de la mano de obra) deben considerarse cuidadosamente cuando se hacen comparaciones porque incluyen los efectos de la sustitución de entradas.

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{Producción}}{\text{Uso de los recursos empleados}}$$

- **La productividad total, global o multifactor.**

Según Eduardo Biasca (2015, p. 119) es aquella que involucra a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir es el cociente entre la salida y la agregación del conjunto de entradas. El cálculo de la productividad total es indispensable y de real utilidad para comprender el comportamiento de los diferentes insumos utilizados en su conjunto, ya que el análisis parcializado de los mismos (productividades parciales) puede conducir a interpretaciones erróneas.

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción}}{\text{MO} + \text{Materiles} + \text{Tecnología} + \text{Otros}}$$

2.3. Marco conceptual

Lean Manufacturing

Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios (Hernández y Vizán, 2013, p. 10).

Desperdicios o despilfarros

Todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 2).

Eficacia

Implica hacer lo correcto para alcanzar las metas deseadas y se puede reflejar en cantidad, calidad percibida o ambos (García Criollo, 2005, p. 20).

Eficiencia

Es la forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológicos, etcétera (García Criollo, 2005, p. 19).

Just in Time

Consiste en producir los artículos necesarios en el momento preciso, en las cantidades debidas para satisfacer la demanda combinando simultáneamente flexibilidad, calidad y coste (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 246).

Productividad

Es la razón entre Las unidades producidos y los insumos que se utilizaron. La productividad define adecuado el aprovechamiento de cada uno de los insumos que intervinieron en la producción en un definido periodo (García Cantú, 2011, p. 17).

SMED

Cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (set-up). El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida del producto "A" y la primera pieza producida del producto "B", que cumple con las especificaciones dadas (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 123).

SEIKETSU

Estandarizar la forma de trabajar (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 248).

SEIRI

Eliminar o erradicar lo innecesario para el trabajo (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 248).

SEISO

Limpiar e inspeccionar el área o entorno de trabajo (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 248).

SEITON

Ordenar con el lema “cada cosa en su lugar un lugar para cada cosa (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 248).

SHITSUKE

Disciplina, forjar el hábito de comprometerse (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 248).

Tarjeta roja

Distintivo en forma de tarjeta de color rojo que se utiliza para señalar los objetos susceptibles de ser eliminados por obsolescencia o desuso (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 249).

Trabajo estándar

Una descripción precisa de cada actividad de trabajo, incluyendo tiempo de ciclo y Takt Time, la secuencia de cada actividad y la cantidad mínima de inventario de piezas a la mano para realizar la operación (Hernández y Vizán, 2013, p. 168).

VSM

Herramienta gráfica de análisis de los procesos de cualquier organización. El flujo del valor y el flujo de información se plasman visualmente en un mapa, haciendo evidente la correlación entre ambos (Hernández y Vizán , 2013, p. 168).

5S

Metodología que persigue cambiar los hábitos en el puesto de trabajo para una mejor seguridad, eficiencia y motivación a partir del orden y la

limpieza. Deriva de las cinco palabras japonesas Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Autodisciplina) (Hernández y Vizán, 2013, p. 157).

2.4. Sistema de hipótesis

La propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing, permitirá mejorar la productividad de los procesos del área de producción de la empresa Insumex S.A.

Variables e indicadores

- **Variable Independiente:** Herramientas Lean Manufacturing.
 - Herramienta VSM.
 - Herramienta 5S.
 - Herramienta SMED.
- **Variable dependiente:** Productividad.
 - Productividad parcial
 - Productividad total.

Tabla 3

Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente: Herramientas Lean Manufacturing	Lean Manufacturing es la persecución de la mejora de un sistema productivo mediante la eliminación de desperdicios, y aplicación de un conjunto de herramientas inspiradas en los principios de Deming (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 2).	Es una filosofía japonesa que busca principalmente mejorar la productividad, enfocándose en la eliminación de desperdicios, y la agregación de valor durante el proceso productivo.	VSM	Flujo de información	Ordinal
			(Value Stream Mapping)	Flujo de materiales Medición de tiempos	
Variable Dependiente: Productividad	La productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados (Gutierrez Pulido, 2014, p. 20)	La productividad es una medida que se utiliza para saber que tan bien utilizamos nuestros recursos, y que se puede determinar mediante la eficacia y la eficiencia.	Metodología 5S	% de cumplimiento de cada S	Razón continua
			Metodología SMED	$\Delta\%$ Variación Disponibilidad Tiempo por unidad = $\frac{s \times na}{n}$ Dónde: S = Tiempo de cambio que se considera constante (en el ámbito de una perspectiva clásica) a = Tiempo para producir una unidad, pieza o artículo n = Número de piezas	Razón continua
			Productividad Parcial	$\frac{Producción}{Uso\ de\ los\ recursos\ empleados}$	Razón continua
			Productividad Total	$\frac{Producción}{Mano\ de\ obra + Materiles + Tecnología + Otros}$	Razón continua

Nota. Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a la orientación o finalidad el tipo de investigación es aplicada, porque está orientada a resolver problemas que se presentan en los procesos del área de producción de la empresa Insumex S.A.

Se llaman aplicadas porque se basan en los resultados de la investigación básica, pura o fundamental, de las ciencias naturales y sociales, que hemos visto, se formulan problemas e hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida social de la comunidad regional o del país (Ñaupas et al., 2014, p. 136).

3.1.2. Nivel de Investigación

De acuerdo a la técnica de contrastación el nivel de investigación aplicado será no experimental, porque las variables de estudio a utilizar no serán manipuladas y solo se analizarán la situación ya existente de los procesos del área de producción de la empresa Insumex S.A.

Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos (Hernandez et al., 2014, p. 152).

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

En el presente proyecto de tesis, la población está representada por los procesos de Chancado, Secado, Molienda y ensacado del área de Producción de la empresa Insumex S.A.

3.2.2. Muestra

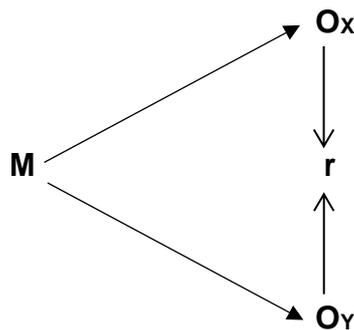
La muestra es no probabilística por conveniencia e igual a los procesos de Chancado, Secado, Molienda y ensacado del área de producción de la empresa Insumex S.A.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación usada será correlacional, porque se analizará la relación no causal existente entre las dos variables de estudio a utilizar y saber cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de la variable vinculada.

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular (Hernandez et al., 2014, p. 93).

Este diseño podrá representarse de la siguiente forma:



Donde:

- M: Muestra
- O_X: Observación de variable independiente (Herramientas Lean Manufacturing)
- O_Y: Observación de variable dependiente (Productividad)
- r: Relación de las variables de estudio

El tipo de investigación que se ha empleado en la tesis es transversal, debido a que se recolectara datos de las variables de estudio en un solo momento.

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede (Hernandez et al., 2014, p. 154).

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Para la recolección de datos se consideró las técnicas e instrumentos que permiten adquirir información y que ayuden a analizar la situación actual del proceso productivo de la empresa Insumex S.A., estos se describen a continuación:

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

OBJETIVO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE DATOS
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar diagnóstico de los procesos del área de producción mediante la herramienta VSM, empresa Insumex S.A. 	Observación	Guía de observación	Microsoft Word
	Análisis de documentos	Ficha de Resumen	Microsoft Visio
<ul style="list-style-type: none"> Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción, empresa Insumex S.A. 	Análisis de documentos	Formato de productividad	Microsoft Excel
<ul style="list-style-type: none"> Formular propuesta de implementación de herramienta 5S y SMED, empresa Insumex S.A. 	Análisis de documentos	Ficha de Resumen	Microsoft Visio
<ul style="list-style-type: none"> Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción después de la propuesta de mejora, empresa Insumex S.A. 	Análisis de documentos	Formato de productividad	Microsoft Excel

3.4.1. Técnicas

- Análisis de documento:** Se utilizará esta técnica para analizar la información obtenida de la empresa Insumex S.A., el cual permitirá el cálculo de la productividad en base a los datos y

cifras reales de la producción y su proyección considerando la propuesta de la presente investigación.

- **Observación directa:** Se realizará esta técnica en el área de producción en las visitas que se realizará a la empresa Insumex S.A.

3.4.2. Instrumentos

- **Guía de observación:** Este instrumento consta de un registro de los procesos del área de producción por parte de las investigadoras para obtener información referente a la situación actual de la empresa Insumex S.A.
- **Ficha de resumen:** Este instrumento se utilizará para organizar, resumir y analizar las ideas principales de la información obtenida de la empresa Insumex S.A.
- **Formato de productividad:** Este instrumento permitirá realizar los cálculos de productividad parcial y total de los procesos del área de Producción de la empresa Insumex S.A.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

El análisis de datos se procederá mediante la siguiente secuencia:

- Se elaborará el diagnóstico de los procesos del área de producción considerando a los productos de clase “A” de acuerdo al índice de ventas del cuarto trimestre 2020 (ver anexo 5), identificando el flujo de información, el flujo de materiales y la medición de tiempos mediante la herramienta VSM.
- Se determinará la productividad parcial actual y la productividad total actual de los procesos del área de producción de clase “A” de la empresa Insumex S.A.
- Se formulará la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing 5S y SMED en los procesos del área de producción de la empresa de estudio.
- Se determinará la productividad parcial y la productividad total de los procesos del área de producción de productos de clase “A” después de la propuesta de mejora de la empresa Insumex S.A.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados del objetivo específico N° 1: Elaborar diagnóstico de los procesos del área de producción mediante la herramienta VSM, empresa Insumex S.A.

Para la elaboración de la herramienta VSM, se realizó una visita a la empresa Insumex S.A., en donde se observó la producción de los productos de clase “A” y los procesos que involucra hasta obtener el producto final. Asimismo, nos facilitaron los procedimientos de secado (PR-P-01), chancado (PR-P-02), molienda y ensacado (PR-P-03), documentos que no se muestran en la presente investigación por pedido de confidencialidad por parte de la empresa, que nos permitió elaborar la herramienta VSM en los procesos del área de Producción considerando el flujo de información, el flujo de materiales y el cálculo de los tiempos empleados.

4.1.1 Identificar la familia de productos

Para identificar la familia de productos se utilizó la matriz producto - proceso que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Matriz Producto – Proceso

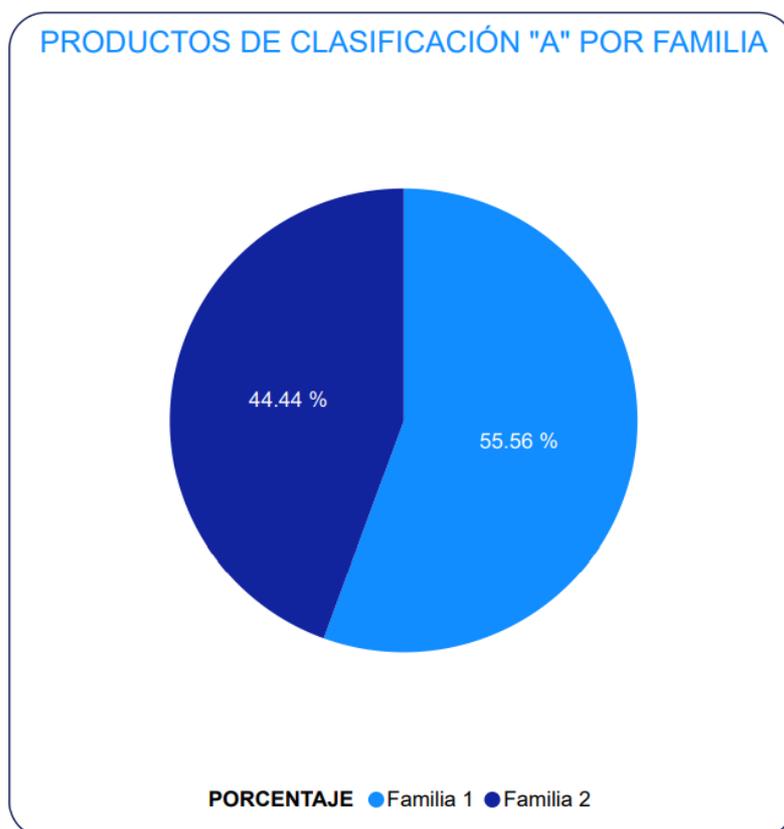
N°	PRODUCTO	PROCESOS DE PRODUCCIÓN			FAMILIA
		SECADO	CHANCADO	MOLIENDA Y ENSACADO	
1	Bentonita Natural	X		X	Familia 1
2	Caolín Ceratex Abrasivo M-88	X		X	Familia 1
3	Caolín PBA	X		X	Familia 1
4	<i>Carbofilm 3T</i>		X	X	<i>Familia 2</i>
5	<i>Carbofilm CR-70</i>		X	X	<i>Familia 2</i>
6	Hidol Granulado G-14	X		X	Familia 1
7	Hidol P-1000	X		X	Familia 1
8	<i>Kalite PNT</i>		X	X	<i>Familia 2</i>
9	<i>Yeso Agrícola Fino</i>		X	X	<i>Familia 2</i>

Nota. Muestra las 2 familias de productos con procesos similares.

Se identificó 2 familias de productos que de acuerdo al porcentaje de humedad y nivel de dureza de la materia prima son procesados de manera diferente, en la figura 5 se muestra el porcentaje de productos por cada familia. La familia 1, está conformada por el 55.56% de los productos de clase “A”, los cuales son procesados por secado, molienda y ensacado. El 44.44% de los productos de clase “A” conforma a la Familia 2, los cuales son procesados por chancado, molienda y ensacado. También, se realizó la secuencia de actividades del proceso de producción de los productos de clase “A” mediante el diagrama de operaciones de los productos de la familia 1 (ver anexo 8) y de la familia 2 (ver anexo 9).

Figura 5

Resumen de productos por familia de productos de clase “A”



Nota. Muestra los porcentajes de productos con procesos similares por familia.

4.1.2 Calcular las métricas del proceso

Para calcular las métricas de los procesos se ha considerado el reporte del tonelaje de almacenes de materia prima y producto terminado que se muestra en el anexo 10, el porcentaje de disponibilidad y ratio de producción de la secadora, chancadora, y estaciones de molienda y ensacado que se muestra en el anexo 11, y el reporte de ventas de productos de clase “A” del primer trimestre 2021 en el anexo 12. La data fue extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

Los datos de los procesos de secado, molienda y ensacado de la familia 1 se muestran en la tabla 6. de igual manera, los datos de los procesos de chancado, molienda y ensacado de la familia 2 se muestran en la tabla 7.

Luego, se realizó el cálculo del Takt Time, Lead Time, y Touch Time, los resultados obtenidos en los procesos de la familia 1 se muestra en la tabla 8. En el caso de la familia 2, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 9.

Tabla 6*Datos de los procesos de la Familia 1 (secado, molienda y ensacado)*

DESCRIPCIÓN	UMD	SECADO	MOLINO Y ENSACADO	CÓDIGO	COMENTARIO
Jornada laboral	h/turno	8.00	8.00		
Tiempo inefectivo	h/turno	0.50	0.50		Refrigerio y servicios higiénicos
Número de turnos	ud.	3.00	3.00		
Días hábiles por mes	días	30.00	30.00	A	
Demanda mensual	Tm	843.33	843.33	B	Promedio del primer trimestre 2021
Tiempo disponible	h/día	22.50	22.50		
	min./día	1350.00	1350.00		
	s/día	81000.00	81000.00	C	
Demanda diaria	Tm/ día	28.11	28.11	B / A	
Producción bruta	Tm/día	36.00	60.00	D	Molienda y ensacado 4 y 5
N° máquinas	ud.	1.00	2.00	E	Molienda y ensacado 4 y 5
% de funcionamiento	%	87.13	79.75	F	
Producción real	Tm/día	31.37	95.70	G = D*E*F	
Tiempo de ciclo	s/Tm	2582.27	846.42	C / G	
	h/Tm	0.72	0.24		
% defectos	%	1.00	2.00		
Tiempo de cambio de preparación de producto	min.	20.00	133.11		
	h	0.33	2.22		
N° operarios	ud.	2.00	4.00		2 operarios por máquina

Nota. Muestra datos de los procesos de la familia 1 en el primer trimestre 2021. Fuente: ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

Tabla 7*Datos de los procesos de la Familia 2 (chancado, molienda y ensacado)*

DESCRIPCIÓN	UMD	CHANCADO	MOLINO Y ENSACADO	CÓDIGO	OBSERVACIONES
Jornada laboral	h/turno	8.00	8.00		
Tiempo inefectivo	h/turno	0.50	0.50		Refrigerio y servicios higiénicos
Número de turnos	ud.	3.00	3.00		
Días hábiles por mes	días	30.00	30.00	A	
Demanda mensual	Tm	1683.00	1683.00	B	Promedio del primer trimestre 2021
Tiempo disponible	h/día	22.50	22.50		
	min./día	1350.00	1350.00		
	s/día	81000.00	81000.00	C	
Demanda diaria	Tm/ día	56.10	56.10	B / A	
Producción bruta	Tm/día	225.60	68.00	D	Molienda y ensacado 1, 2 y 3
N° máquinas	ud.	1.00	3.00	E	Molienda y ensacado 1, 2 y 3
% de funcionamiento	%	85.00%	74.39%	F	
Producción real	Tm/día	191.76	151.76	G = D*E*F	
Tiempo de ciclo	s/Tm	422.40	533.74	C / G	
	h/Tm	0.44	0.15		
% defectos	%	1.00	2.00		
Tiempo de cambio de preparación de producto	min.	15.00	122.90		
	h	0.25	2.05		
N° operarios	ud.	2.00	6.00		2 operarios por máquina

Nota. Muestra datos de los procesos de la familia 2 en el primer trimestre 2021. Fuente: ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

Tabla 8*Resultados de métricos de procesos de productos de la Familia 1*

DESCRIPCIÓN	UMD	FAMILIA 1
Takt Time	h/Tm	0.80
	min./Tm	48.03
	s/Tm	2,881.54
Almacén de Materia Prima	Tm	280
Almacén de Secadora	Tm	500
Almacén Producto Terminado	Tm	262.83
	s/Tm	3,094,417.80
	min./Tm	51,573.63
Lead Time (Tiempo de No Valor Añadido)	h/Tm	859.56
	días	35.82
	s/Tm	3,428.69
Tiempo de Valor Añadido	min./Tm	57.15
	h/Tm	0.95
	s/Tm	3,097,846.49
Tiempo Total	min./Tm	51,630.77
	h/Tm	860.51
	%	0.11%
Touch Time	%	0.11%

Nota. Muestra los resultados del Takt Time, Lead Time y Touch Time.**Tabla 9***Resultados de métricos de procesos de productos de la Familia 2*

DESCRIPCIÓN	UMD	FAMILIA 2
Takt Time	h/Tm	0.40
	min./Tm	24.06
	s/Tm	1,443.85
Almacén de Materia Prima	Tm	550.00
Almacén de Chancadora	Tm	80.00
Almacén Producto Terminado	Tm	922.43
	s/Tm	2,353,976.40
	min./Tm	39,232.94
Lead Time (Tiempo de No Valor Añadido)	h/Tm	653.88
	días	27.25
	s/Tm	956.14
Tiempo de Valor Añadido (Tiempos de ciclo)	min./Tm	15.94
	h/Tm	0.27
	s/Tm	2,354,932.54
Tiempo Total	min./Tm	39,248.88
	h/Tm	654.15
	%	0.04%
Touch Time	%	0.04%

Nota. Muestra los resultados del Takt Time, Lead Time y Touch Time.

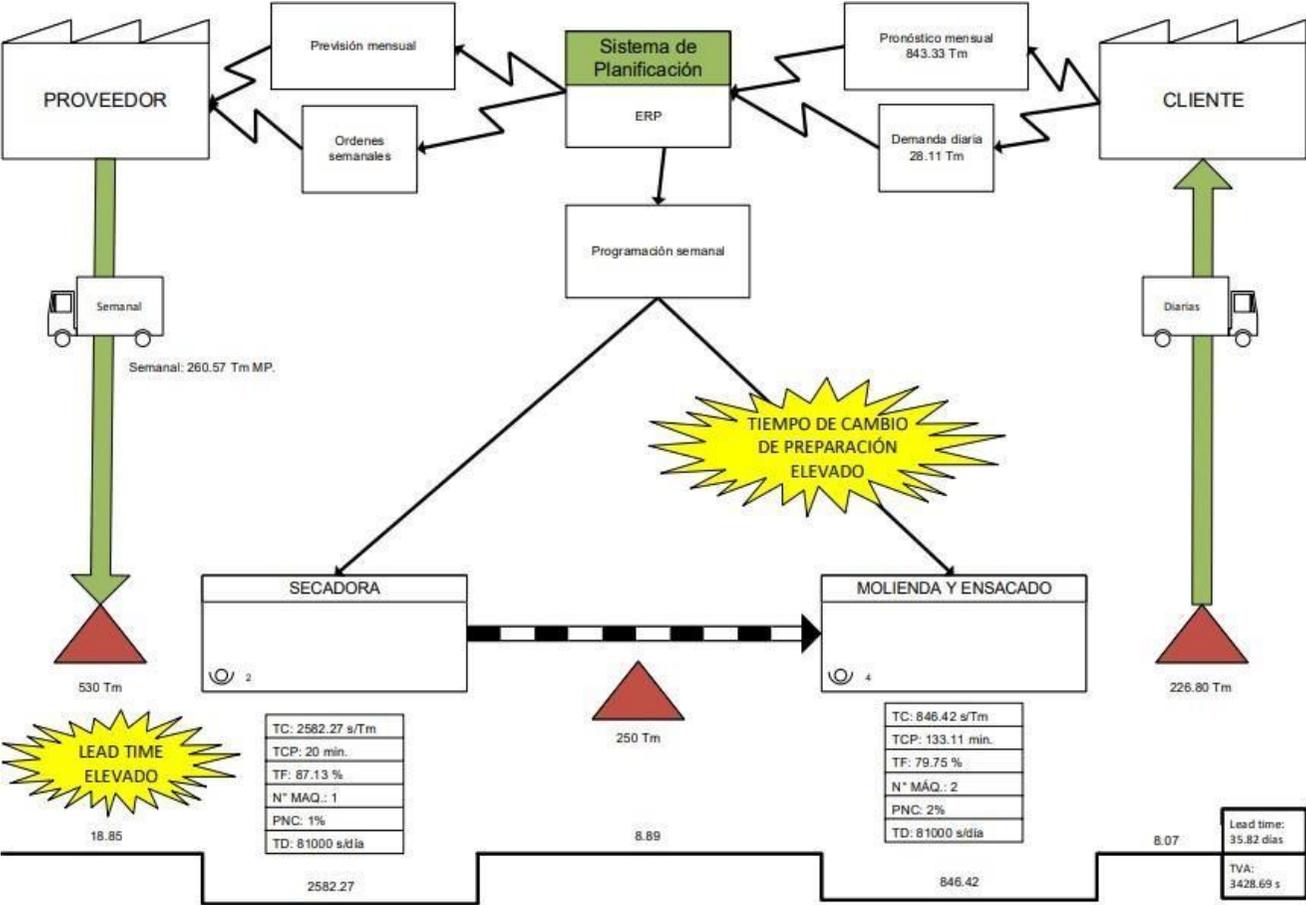
4.1.3 Realizar el VSM del estado actual

Se realizó el diagrama VSM actual de los procesos de secado, molienda y ensacado de la familia 1 (figura 6), en donde se muestra el flujo de información, materiales y medición de tiempos de los procesos.

También, se realizó el diagrama VSM actual de los procesos de chancado, molienda y ensacado de la familia 2 (figura 7), en donde se muestra el flujo de información, materiales y medición de tiempos de los procesos.

Figura 6

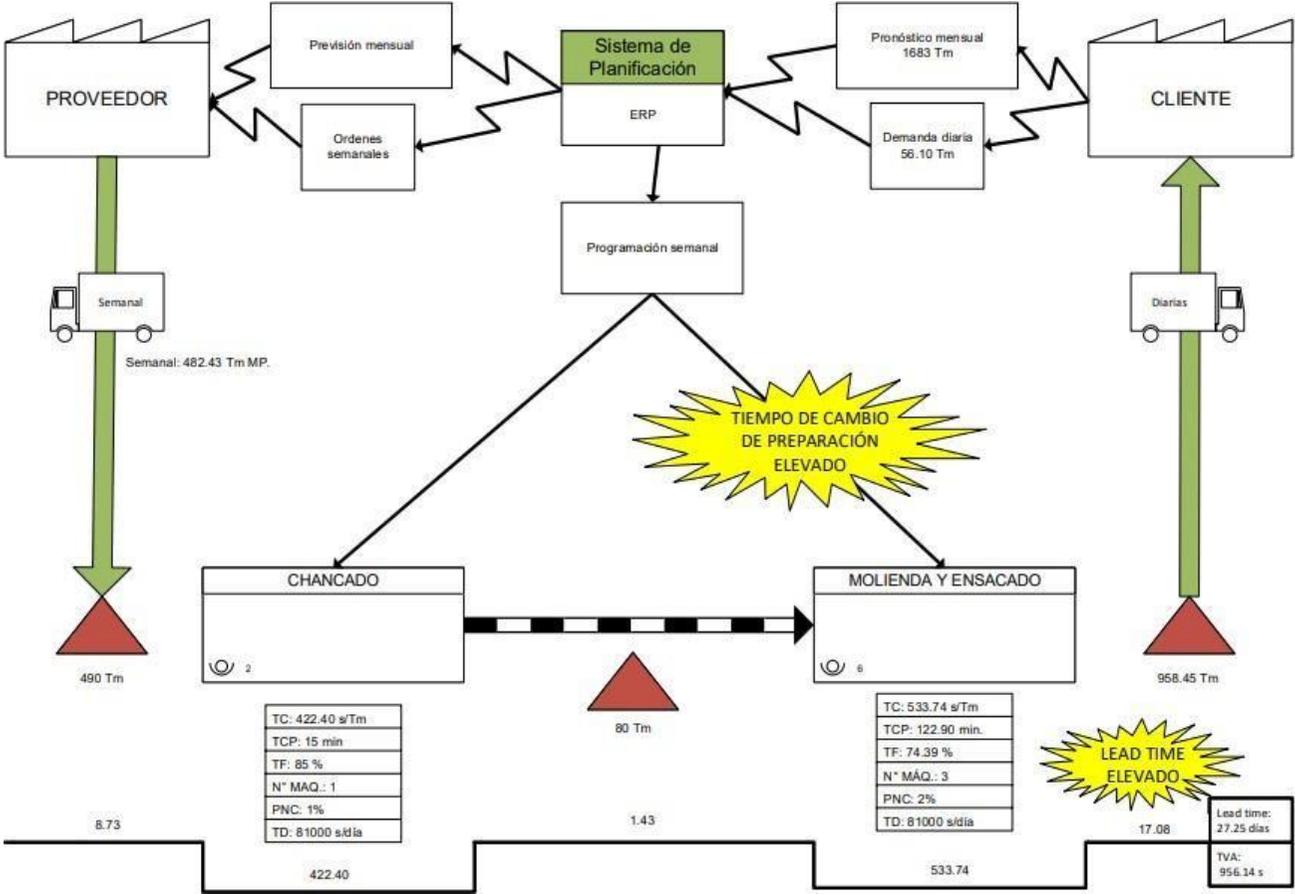
Diagrama VSM actual de los procesos de la familia 1



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

Diagrama VSM actual de los procesos de la familia 2



Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Identificar desperdicios del proceso

Se identificó los desperdicios que no agregan valor en los procesos (secado, chancado, molienda y ensacado) del área de producción de la empresa Insumex S.A. En la familia 1, se identificó exceso de almacenamiento (Lead Time es 452.4 h/Tm) en el proceso de Secado y tiempo de espera elevado (tiempo de cambio de preparación es 2.22 h) en el proceso de molienda y ensacado. En el caso de la familia 2, se identificó exceso de almacenamiento (Lead Time es 409.92 h/Tm) y tiempo de espera elevado (tiempo de cambio de preparación es 2.05 h) en el proceso de Molienda y ensacado.

Tabla 10

Identificación de desperdicios en los procesos del área de producción

DESPERDICIO	METRICA	VSM ACTUAL
FAMILIA 1		
SECADO		
Exceso de almacenamiento	Lead Time	452.4 h/Tm
MOLIENDA Y ENSACADO		
Tiempo de espera elevado	Tiempo de cambio de preparación	2.22 h
FAMILIA 2		
MOLIENDA Y ENSACADO		
Exceso de almacenamiento	Lead Time	409.92 h/Tm
Tiempo de espera elevado	Tiempo de cambio de preparación	2.05 h

Nota. Muestra los desperdicios identificados en los procesos del Área de Producción y la métrica obtenida en el VSM actual.

En el primer objetivo específico donde se elaboró el diagrama VSM de los procesos del área de producción, considerando a los productos de “Clase A”, se logró identificar los desperdicios que afectan en la productividad de la producción.

En el caso de la Familia 1, que involucra a los procesos de secado, molienda y ensacado, y en donde se procesa el 55.56% de los productos de clase “A”, se identificó que existe un tiempo elevado de almacenamiento de materia prima en el almacén del proceso de secado, generando un Lead Time elevado de 452.4 h/Tm. Asimismo, se observa un tiempo elevado de cambio de preparación de productos en el proceso de molienda y ensacado, siendo este 2.22 h, es decir que cada vez que se cambie de producto, el tiempo promedio empleado es de 2.22 horas.

Con respecto a la Familia 2, que involucra a los procesos de chancado, molienda y ensacado, y en donde se procesa el 44.44% de los productos de clase “A”, se identificó que existe un tiempo elevado de almacenamiento de producto terminado, generando un Lead Time elevado de 409.92 h/Tm. Asimismo, se observa un tiempo elevado de cambio de preparación de productos en el proceso de molienda y ensacado, siendo este 2.05 h, es decir que cada vez que se cambie de producto, el tiempo promedio empleado es de 2.05 horas.

4.2 Resultados del objetivo específico N° 2: Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción, empresa Insumex S.A.

Para el cálculo de la productividad parcial actual y la productividad total actual de la producción de los productos de clase “A”, se ha considerado la producción obtenida en el primer trimestre 2021, la data fue extraída del ERP Sofya de la empresa.

Se calculó la productividad parcial actual de horas - máquina, de mano de obra y materiales (materia prima) de los procesos de secado, chancado, molienda y ensacado. Asimismo, se calculó la productividad total de los mismos procesos.

4.2.1 *Productividad parcial*

- **Productividad de horas - máquina**

En el cálculo de la productividad de horas - máquina, se ha tomado el cociente entre la producción obtenida en cada proceso, y las horas máquina empleado. Los resultados de la productividad de horas - máquina de los productos de clase “A” obtenida en el primer trimestre 2021 se muestra en la tabla 11.

Tabla 11*Resultados de productividad de horas - máquina, primer trimestre 2021*

INDICADOR	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	PROMEDIO
FAMILIA 1					
SECADO					
Productividad H-M	Tm / H-M	1.45	1.32	1.31	1.37
Producción	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
Hora - Máquina	H-M	696.00	607.41	542.78	615.40
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad H-M	Tm / H-M	1.65	1.59	1.60	1.61
Producción	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
Hora - Máquina	H-M	614.80	504.15	444.30	521.08
FAMILIA 2					
CHANCADO					
Productividad H-M	Tm / H-M	8.00	8.00	8.00	8.00
Producción	Tm	1873.5	1542.8	1961.15	1792.48
Hora - Máquina	H-M	234.19	192.85	245.14	224.06
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad H-M	Tm / H-M	2.48	2.63	2.44	2.51
Producción	Tm	1873.50	1542.80	1961.15	1792.48
Hora - Máquina	H-M	754.95	586.10	802.15	714.40

Nota. En el primer trimestre 2021, la productividad de horas - máquina del proceso de chancado de la familia 2 presenta los valores más altos, a diferencia del proceso de secado de la familia 1, que presenta los valores más bajos.

- **Productividad de mano de obra**

En el cálculo de la productividad de mano de obra, se ha tomado el cociente entre la producción obtenida en cada proceso, y las horas de mano de obra empleado, data extraída del ERP Sofya. Los resultados de la productividad de mano de obra de los

productos de clase “A” obtenida en el primer trimestre 2021 se muestra en la tabla 12.

Tabla 12

Resultados de productividad de mano de obra, primer trimestre 2021

INDICADOR	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	PROMEDIO
FAMILIA 1					
SECADO					
Productividad MO	Tm / H-H	0.73	0.66	0.65	0.68
Producción	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
Horas - Hombre	H-H	1392.00	1214.82	1085.56	1230.79
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad MO	Tm / H-H	0.82	0.80	0.80	0.81
Producción	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
Horas - Hombre	H-H	1229.60	1008.30	888.60	1042.17
FAMILIA 2					
CHANCADO					
Productividad MO	Tm / H-H	4.00	4.00	4.00	4.00
Producción	Tm	1873.50	1542.80	1961.15	1792.48
Horas - Hombre	H-H	468.38	385.7	490.28	448.12
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad MO	Tm / H-H	1.24	1.32	1.22	1.25
Producción	Tm	1873.5	1542.8	1961.15	1792.48
Horas - Hombre	H-H	1509.9	1172.2	1604.3	1428.80

Nota. En el primer trimestre 2021, la productividad de mano de obra del proceso de chancado de la familia 2 presenta los valores más altos, a diferencia del proceso de secado de la familia 1, que presenta los valores más bajos.

- **Productividad de materiales (materia prima)**

En el cálculo de la productividad de materia prima, se ha tomado el cociente entre la producción obtenida en cada proceso, y las toneladas métricas de materia prima empleado, data extraída del ERP Sofya. Los resultados de la productividad de materia prima de los productos de clase “A” obtenida en el primer trimestre 2021 se muestra en la tabla 13.

Tabla 13

Resultados de productividad de materia prima

INDICADOR	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	PROMEDIO
FAMILIA 1					
SECADO					
Productividad MP	Tm PT / Tm MP	0.99	0.99	0.99	0.99
Producción	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
Materia Prima	Tm	1022.04	810.10	717.45	849.86
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad MP	Tm PT / Tm MP	0.98	0.98	0.98	0.98
Producción	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
Materia Prima	Tm	1032.17	818.12	724.56	858.28
FAMILIA 2					
CHANCADO					
Productividad MP	Tm PT / Tm MP	0.99	0.99	0.99	0.99
Producción	Tm	1873.50	1542.80	1961.15	1792.48
Materia Prima	Tm	1892.24	1558.23	1980.76	1810.41
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad MP	Tm PT / Tm MP	0.98	0.98	0.98	0.98
Producción	Tm	1873.50	1542.80	1961.15	1792.48
Materia Prima	Tm	1910.97	1573.66	2000.37	1828.33

Nota. En el primer trimestre 2021, la productividad de materia prima de la familia 1 y de la familia 2 se mantienen uniformes.

4.2.2 Productividad total

En el cálculo de la productividad total, se ha tomado el cociente entre la producción obtenida de proceso, y los valores de los factores empleados en la producción de los productos de ambas familias. Los costos de producción (ver anexo 14) y los costos unitarios (ver anexo 15) fue extraído del ERP Sofya. Los resultados de la productividad total de los productos de clase “A” obtenida en el primer trimestre 2021 se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Resultados de productividad total

INDICADOR	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	PROMEDIO
FAMILIA 1					
SECADO					
Productividad Total	Tm/(S/)	0.005	0.005	0.005	0.005
PRODUCCIÓN	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
MANO DE OBRA					
Hora - Hombre	H-H	1392.00	1214.82	1085.56	1230.79
Costo Unitario	S./ H-H	7.49	7.29	7.51	7.43
HORAS - MÁQUINA					
Hora - Máquina	H-M	696.00	607.41	542.78	615.40
Costo Unitario	S./ H-M	9.17	8.40	8.40	8.66
MATERIALES (MP)					
Materia Prima	TM	1022.04	810.10	717.45	849.86
Costo Unitario	S./ H-M	188.00	188.00	188.00	188.00
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad Total	Tm/(S/)	0.004	0.004	0.004	0.004
PRODUCCIÓN	Tm	1011.93	802.08	710.35	841.45
MANO DE OBRA					
Hora - Hombre	H-H	1229.60	1008.30	888.60	1042.17
Costo Unitario	S./ H-H	7.49	7.29	7.51	7.43
HORAS - MÁQUINA					
Hora - Máquina	H-M	614.80	504.15	444.30	521.08
Costo Unitario	S./ H-M	62.65	57.43	60.91	60.33
MATERIALES (MP)					
Materia Prima	TM	1032.17	818.12	724.56	858.28
Costo Unitario	S./ H-M	188.00	188.00	188.00	188.00
FAMILIA 2					
CHANCADO					

Productividad Total	Tm/(S/)	0.008	0.008	0.008	0.008
PRODUCCIÓN	Tm	1873.50	1542.80	1961.15	1792.48
MANO DE OBRA					
Hora - Hombre	H-H	468.38	385.70	490.28	448.12
Costo Unitario	S./ H-H	7.49	7.29	7.51	7.43
HORAS - MÁQUINA					
Hora - Máquina	H-M	234.19	192.85	245.14	224.06
Costo Unitario	S./ H-M	22.32	20.46	21.70	21.49
MATERIALES (MP)					
Materia Prima	TM	1892.24	1558.23	1980.76	1810.41
Costo Unitario	S./ H-M	120.00	120.00	120.00	120.00
MOLIENDA Y ENSACADO					
Productividad Total	Tm/(S/)	0.006	0.007	0.006	0.006
PRODUCCIÓN	Tm	1873.50	1542.80	1961.15	1792.48
MANO DE OBRA					
Hora - Hombre	H-H	1509.90	1172.20	1604.30	1428.80
Costo Unitario	S./ H-H	7.49	7.29	7.51	7.43
HORAS - MÁQUINA					
Hora - Máquina	H-M	754.95	586.10	802.15	714.40
Costo Unitario	S./ H-M	68.69	62.96	66.78	66.14
MATERIALES (MP)					
Materia Prima	TM	1910.97	1573.66	2000.37	1828.33
Costo Unitario	S./ H-M	120.00	120.00	120.00	120.00

Nota. En el primer trimestre 2021, la productividad total del proceso de chancado de la familia 2 presenta los valores más altos, a diferencia del proceso de secado de la familia 1, que presenta los valores más bajos.

Se calculó la productividad actual de los procesos del área de Producción, considerando a los productos de clase “A”, los cálculos se realizaron para cada familia de productos identificado en el primer objetivo y considerando la producción obtenido en el primer trimestre 2021.

En la familia 1, la productividad de horas - máquina fue de 1.37 Tm/H-M en el proceso de secado y en el proceso de molienda y ensacado fue de 1.61 Tm/H-M. Asimismo, la productividad de mano de obra fue de 0.68 Tm/H-H en el proceso de secado y en el proceso de molienda y ensacado fue de 0.81 Tm/H-H. También, la productividad de materiales (materia prima) fue 0.99 Tm PT/Tm MP en el proceso de secado y en el proceso molienda y ensacado fue de 0.98 Tm PT/Tm MP. Finalmente, la productividad total fue de 0.005 soles por cada tonelada de producto terminado en el proceso de

secado y en el proceso de molienda y ensacado fue de 0.004 soles por cada tonelada de producto terminado.

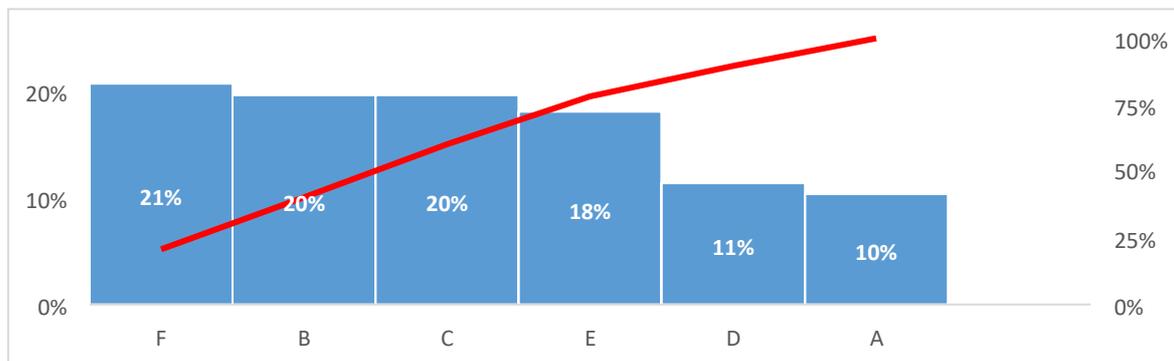
Con respecto a la Familia 2, la productividad de horas - máquina fue de 8.00 Tm/H-M en el proceso de chancado y en el proceso de molienda y ensacado fue de 2.51 Tm/H-M. Asimismo, la productividad de mano de obra fue de 4.00 Tm/H-H en el proceso de chancado y en el proceso de molienda y ensacado fue de 1.25 Tm/H-H. También, la productividad de materiales (materia prima) fue 0.99 Tm PT/Tm MP en el proceso de chancado y en el proceso molienda y ensacado fue de 0.98 Tm PT/Tm MP. Finalmente, la productividad total fue de 0.008 soles por cada tonelada de producto terminado en el proceso de secado y en el proceso de molienda y ensacado fue de 0.006 soles por cada tonelada de producto terminado.

4.3 Resultados del objetivo específico N° 3: Formular propuesta de implementación de herramienta 5S y SMED, empresa Insumex S.A.

De acuerdo a la opinión de las jefaturas y supervisores de la empresa Insumex S.A., se priorizó las oportunidades de mejora de mayor impacto en los desperdicios y las operaciones que no agregan valor en los procesos del área de Producción mediante una escala de valorización, en este proceso participaron 5 jefaturas y 3 supervisores, los resultados se muestran en el anexo 13. Asimismo, mediante el Diagrama de Pareto se clasificó gráficamente las oportunidades de mejora de mayor relevancia (ver figura 8). Por lo tanto, en el presente estudio se propuso la implementación de las herramientas 5S en las estaciones de trabajo y la herramienta SMED en el cambio de preparación de producto de clase "A" del proceso de molienda y ensacado del área de Producción.

Figura 8

Diagrama de Pareto de priorización de herramientas Lean Manufacturing en los procesos del área de producción de la empresa Insumex S.A.



CÓDIGO	FAMILIA	DESPERDICIO	HERRAMIENTA PROPUESTA	PUNTAJE	%	% ACUMULADO
F	Familia 2	Tiempo de cambio de preparación elevado	SMED	40	20.73%	20.73%
B	Familia 2	Tiempo de cambio de preparación elevado	5S	38	19.69%	40.41%
C	Familia 1	Tiempo de cambio de preparación elevado	SMED	38	19.69%	60.10%
E	Familia 2	Tiempo de cambio de preparación elevado	5S	35	18.13%	78.24%
D	Familia 1	Lead Time elevado	JIT	22	11.39%	89.64%
A	Familia 2	Lead Time elevado	JIT	20	10.36%	100.00%

Nota. Muestra herramientas de mayor impacto de acuerdo a la opinión de las jefaturas y supervisores de la empresa Insumex S.A.

4.3.1 Propuesta de implementación de herramienta 5S

Para la formulación de la propuesta de implementación de la herramienta 5S en las 5 estaciones de trabajo del proceso de Molienda y ensacado del área de producción (ver figura 9), en donde se procesan los productos de clase “A”, se plantea realizar el diagnóstico inicial de evaluación de 5S para medir el nivel de cumplimiento de orden y limpieza, realizar plan de acción de las etapas de la herramienta 5S y resultados esperados de la propuesta.

Figura 9

Estaciones de molienda y ensacado del área de Producción



Nota. Muestra fotografías de las 5 estaciones de molienda y ensacado.

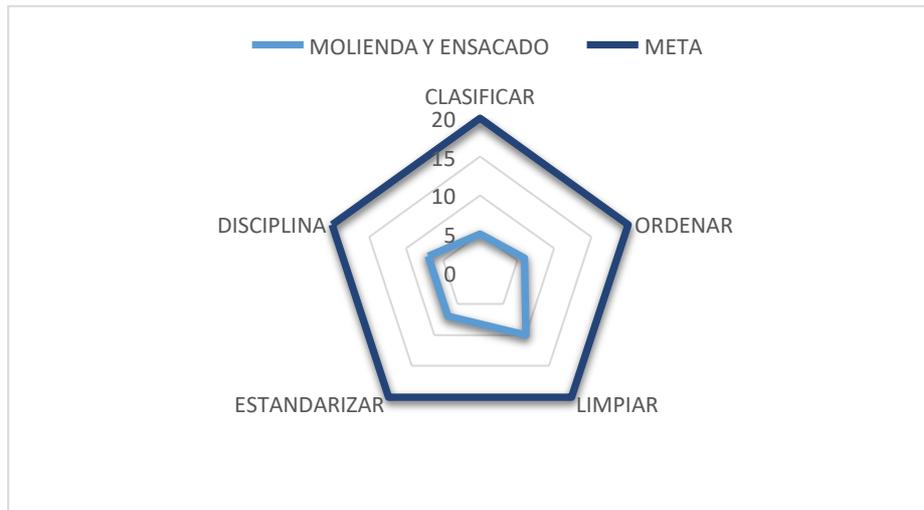
- **Diagnóstico inicial de evaluación 5S**

Se realizó el diagnóstico inicial del nivel de cumplimiento de la herramienta 5S mediante la observación de la situación actual del área de estudio (Estaciones de molienda y ensacado), para evaluar cuantitativamente el nivel del diagnóstico inicial se utilizó un Check List de evaluación 5S en donde se detalla los resultados obtenidos y las observaciones (ver anexo 10). Asimismo, en la figura 15, se muestra la calificación de cumplimiento de cada “S”, siendo la tercera “S” en donde se obtuvo el mayor puntaje (10/20 puntos de calificación) y todo lo

contrario en la primera “S”, donde se obtuvo el menor puntaje (5/20 puntos de calificación).

Figura 10

Nivel de cumplimiento de las 5S en el proceso de molienda y ensacado



Nota. Elaboración propia.

Se obtuvo un 35% de nivel de buenas prácticas de 5S en las estaciones de molienda y ensacado y las evidencias fotográficas se muestran en la figura 11. En las fotografías se puede visualizar la situación actual del área de estudio, revelando que no existe un orden determinado para los elementos necesarios y las zonas de tránsito no están delimitadas y libres para el tránsito peatonal y de los equipos móviles. Entre las observaciones evidenciadas mediante las fotografías tenemos un respirador de media cara y una bolsa colgados en los periódicos murales e información desactualizada, parihuelas mal apiladas en el punto de segregación de residuos sólidos, botellas de vidrio y plástico en la chumacera del molino y en la parihuela de un aditivo (ácido esteárico), compresora y botellas de oxígeno en zona de tránsito, acumulación de residuos no aprovechables y chatarra en zona de tránsito, sacos nuevos en diversos lugares y un balde de grasa junto a un jumbo de material no identificado.

Figura 11

Fotografías de la situación actual del proceso de Molienda y ensacada

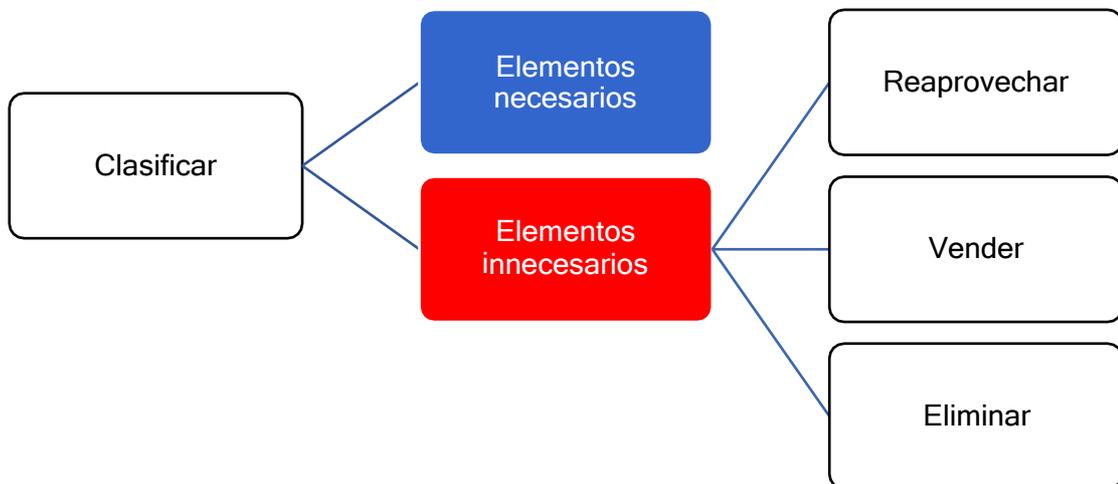


Nota. Elaboración propia.

- **Plan de acción de las etapas de la herramienta 5S**
Acciones propuestas en cada etapa de las 5S.
 - **Clasificar**
Para la implementación de la primera “S”, se propone seguir el método que se muestra en la figura 12.

Figura 12

Método para clasificar los elementos



Nota. Los elementos innecesarios deben identificarse de acuerdo a las 3 acciones propuestas.

Además, para identificar los elementos innecesarios de los necesarios se propone el uso de la técnica de las tarjetas rojas, que consiste en adherir dichas tarjetas a todos los elementos innecesarios, en la figura 13 se muestra el modelo del formato propuesto. Asimismo, las tarjetas rojas deben ser registradas en una lista de control tarjetas rojas como se muestra en la figura 14.

Figura 13

Modelo del formato de tarjeta roja

TARJETA ROJA N° 	
FECHA	
ÁREA	
CATEGORÍA	
MAQUINARIA	
HERRAMIENTAS	
MATERIA PRIMA	
PRODUCTO TERMINADO	
EQUIPO DE OFICINA	
EQUIPO DE LIMPIEZA	
OTROS	
DESCRIPCIÓN	
CANTIDAD	
ESTADO	
UBICACIÓN	
ACCIÓN SUGERIDA	
ELIMINAR	
VENDER	
REAPROVECHAR	
RESPONSABLE	
FECHA	
OBSERVACIONES	

Nota. Muestra el formato que identificar de manera práctica a los elementos innecesarios y conocer la acción sugerida a realizar a cada uno de ellos.

Figura 14

Modelo de formato de lista de control de tarjetas rojas

N° TARJETA ROJA	FECHA	ÁREA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ESTADO	UBICACIÓN	ACCIÓN SUGERIDA	RESPONSABLE	FECHA DE EJECUCIÓN

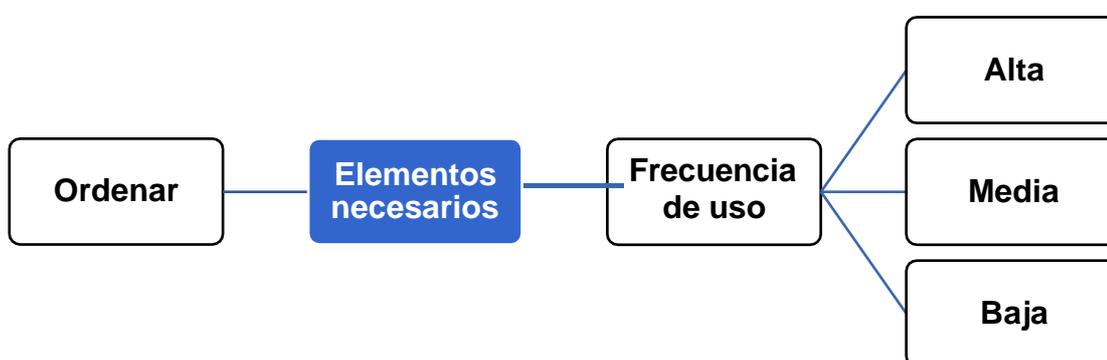
Nota. Muestra el formato que consolida la lista de elementos innecesarios.

- **Ordenar**

Para la implementación de la segunda “S”, se propone el método de ordenar de acuerdo a la frecuencia de uso, que permitirá reestructurar la ubicación y destino final de cada uno de elementos necesarios, el método se muestra en la figura 15.

Figura 15

Método para ordenar los elementos necesarios



Nota. Los elementos necesarios deben ubicarse de acuerdo a tres niveles de frecuencia de uso.

Además, se propone mantener un listado de ubicación de los elementos necesarios y en la figura 16 se muestra el modelo del formato. Asimismo, se propone delimitar con líneas amarillas las zonas de trabajo, almacenamiento y tránsito (Ver figura 17). Finalmente, implementar estantes metálicos cerrados en los procesos de Producción para mantener distribuidas las herramientas y materiales de frecuencia de uso alta (ver figura 18), y contenedores para almacenar los sacos y jumbos que se requieren por turno (ver figura 19).

Figura 16

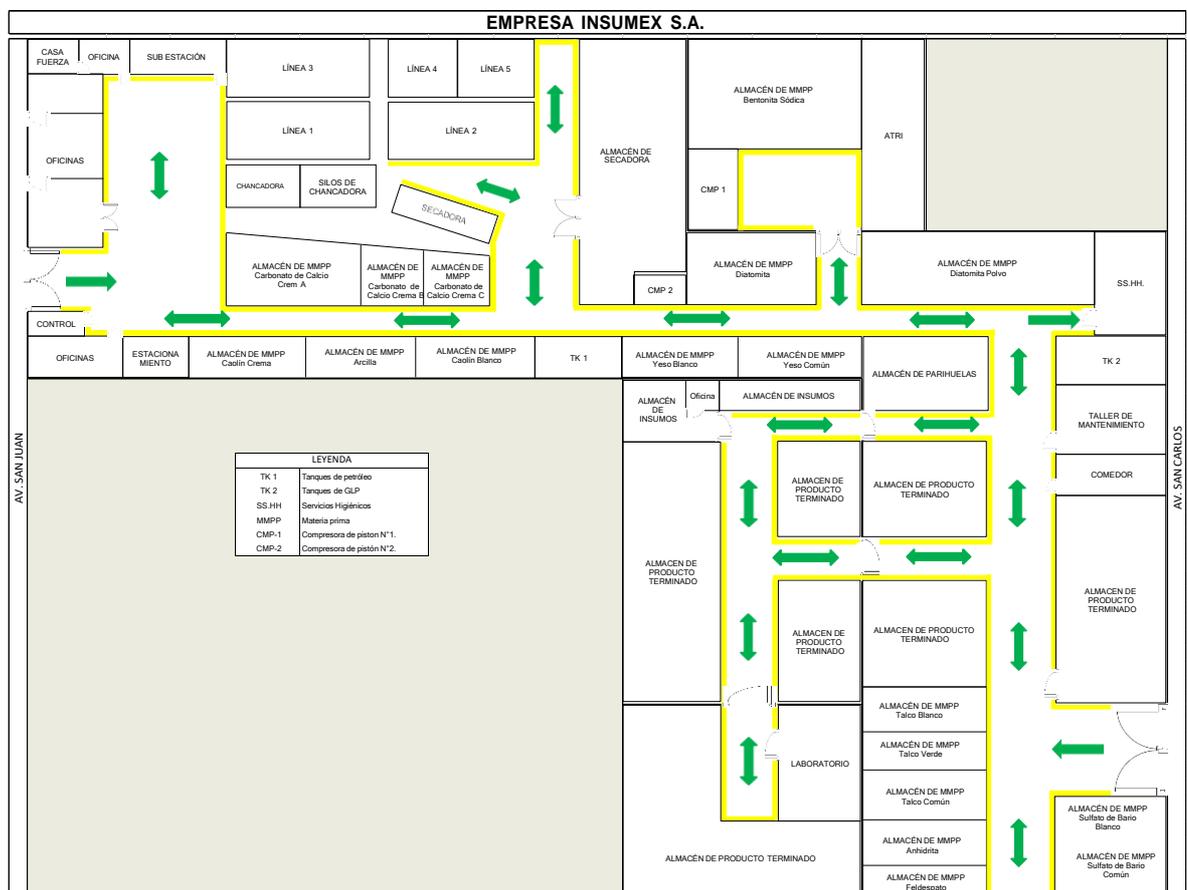
Modelo de formato de lista de ubicación de los elementos

N°	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	FRECUENCIA DE USO	UBICACIÓN	RESPONSABLE

Nota. Muestra el formato que consolida la lista de elementos necesarios.

Figura 17

Propuesta de líneas amarillas en las zonas de trabajo, almacenamiento y tránsito



Nota. Muestras las líneas amarillas que permitirán delimitar las estaciones de trabajo del proceso molienda y ensacado del área de Producción y los almacenes respectivos.

Figura 18

Estante metálico (Medidas: 0.90 X 0.60 X 1.50 metros)



Nota. Muestra el estante donde se ubicarían las herramientas y materiales de frecuencia de uso alto.

Figura 19

Contenedor basculante con ruedas (dos fijas y dos móviles).



Nota. Muestra contener donde se ubicarían los sacos y jumbos de producto.

- **Limpieza**

Para la implementación de la tercera “S”, se propone implementar la entrega de útiles de limpieza para cada proceso, y elaborar un programa de limpieza con participación de todos los colaboradores del área, como se muestra en la figura 20.

Figura 20

Modelo de formato para programa de limpieza

PROGRAMA MENSUAL DE LIMPIEZA																																							
ÁREA												UBICACIÓN																											
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	EQUIPO DE LIMPIEZA	FECHA																																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					

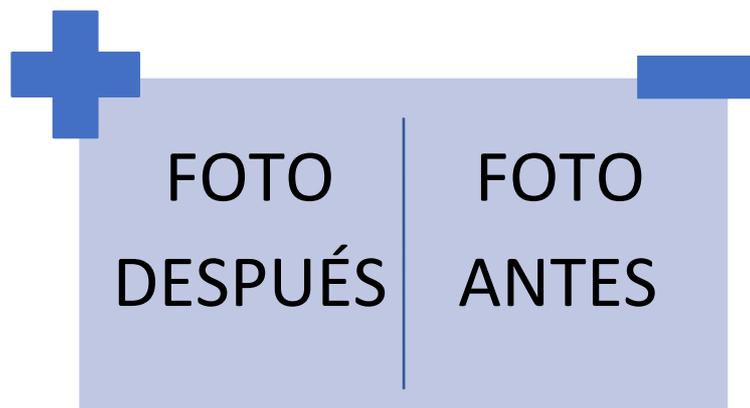
Nota. Elaboración propia.

- **Estandarización**

Para la implementación de la cuarta “S”, se propone realizar elementos visuales mediante una fotografía de la estación de trabajo antes y después de la aplicación de las 3 primeras “S” (ver figura 21), y verificar la conformidad de limpieza mediante el Check List que se muestra en la figura 22.

Figura 21

Modelo de publicación de elemento visual de la estación de trabajo



Nota. Muestra el diseño de ubicación de las fotografías de la estación de trabajo.

Figura 22

Modelo de formato de conformidad de limpieza

EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD DE LIMPIEZA		
Fecha		Operarios
Turno		
Hora		
Área de trabajo		
CUMPLE		ACTIVIDADES
SI	NO	
		Herramientas y materiales en lugar asignado
		Lugar de trabajo limpio
		Zona de tránsito libre
		Máquinas, equipos y herramientas limpias
		Residuos sólidos clasificados en los puntos de segregación

61

Nota. Muestra propuesta de cuestionario para medir nivel de conformidad de limpieza.

○ **Disciplina**

Para la implantación de la quinta “S”, se propone auditorías internas periódicas de evaluación 5S (figura 23) para medir el nivel de cumplimiento y crear cultura de orden y limpieza, programar campañas de concientización sobre la importancia de las 5S, premiación periódica del área más limpia, y seguimientos periódicos del programa mensual de limpieza (ver figura 20).

Figura 23

Modelo de formato de evaluación 5S

EVALUACIÓN 5S 				
RESPONSABLES				FECHA
ÁREA				PROCESO
CALIFICACIÓN	1 (Malo)	2 (Regular)	3 (Bueno)	4 (Excelente)
DESCRIPCIÓN				
CLASIFICAR				CALIFICACIÓN
No existen objetos innecesarios y residuos en el piso				
No existen equipos, herramientas y materiales innecesarios				
No existen cables, mangueras u otros en las zonas de tránsito				
Se cuenta solo con lo necesario para trabajar				
No es difícil encontrar lo que se busca				
SUB TOTAL				
ORDENAR				CALIFICACIÓN
Las herramientas, equipos, materiales u otros están en su lugar				
Los contenedores de herramientas, materiales u otros están identificados				
No hay objetos sobre o debajo de estantes, máquinas u otros				
Las zonas de tránsito están debidamente identificadas y despejadas				
La información de los periódicos murales esta ordenada y actualizada				
SUB TOTAL				
LIMPIAR				CALIFICACIÓN
El piso del área está limpio, libre de residuos y polvo				
Las herramientas, equipos u otros del área están limpios				
Los tanques de residuos están limpios y se utilizan correctamente				
La señalización del área está limpia y legible				
Los periódicos murales están limpios y legibles				
SUB TOTAL				
ESTANDARIZAR				CALIFICACIÓN
Existen instrucciones de clasificación, orden y limpieza				
Existen lugares definidos para los materiales, herramientas u otros				
Existen mecanismos de control visual				
Existe programa de auditorías internas de evaluación de las 5S				
Existen planes de mejora				
SUB TOTAL				
DISCIPLINA				CALIFICACIÓN
Se hace orden y limpieza de forma sistemática				
Se motivan nuevas prácticas de mejora				
Se cumple con el programa de auditorías internas de evaluación de las 5S				
Se cumple con las acciones de mejora programadas				
Se mantiene limpio y ordenado el área de trabajo				
SUB TOTAL				
TOTAL				
% CUMPLIMIENTO				
OBSERVACIONES				

Nota. Muestra el formato propuesta para la realización de auditorías internas.

4.3.2 Propuesta de implementación de la herramienta SMED

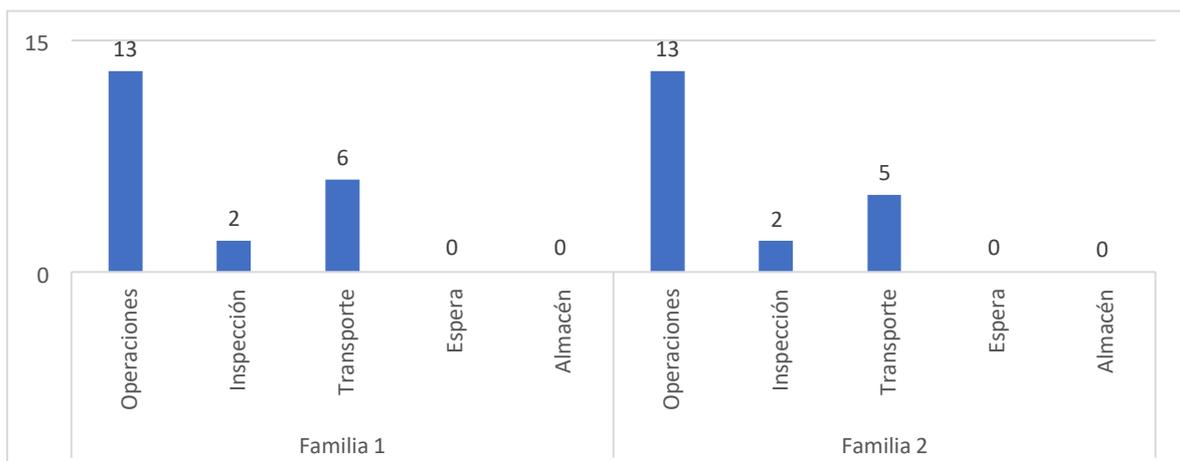
Para la formulación de la propuesta de implementación de la herramienta SMED para reducir el tiempo de cambio de preparación en el proceso de molienda y ensacado de los productos de clase “A” se realizó los 5 pasos que se muestran a continuación:

- **Paso 1. Identificar las operaciones en que se divide el cambio de modelo**

Para identificar las operaciones para el proceso de preparación de cambio de producto se realizó el diagrama de análisis para los productos de la familia 1 (anexo 17) y para los productos de la familia 2 (anexo 18). En el cual se observa que para la preparación de cambio de producto de la familia 1 se realizan 21 operaciones en un tiempo promedio de 133.11 minutos y para la familia 2 se realizan 20 operaciones en un tiempo promedio de 122.90 minutos (figura 24). Los tiempos promedios fueron extraídos del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A., considerando la producción del primer trimestre 2021 (anexo 19).

Figura 24

Cantidad de operaciones para realizar la preparación de cambio de producto



Nota. Muestra la comparación de actividades y tiempos promedios durante la preparación de cambios de productos de la familia 1 y la familia 2.

En la tabla 16, se muestra el detalle de la secuencia de operaciones para la preparación de cambio de producto de la familia 1. También, se especifica el responsable de cada actividad (Operario, ayudante de operario, supervisor y operador de montacarga). Además, el tiempo promedio empleado en todas las operaciones suma un total de 133.11 minutos.

Con respecto a los productos de la familia 2, en la tabla 17, se muestra se muestra el detalle de la secuencia de operaciones para la preparación de cambio de producto. Igualmente, se especifica el responsable de cada actividad (Operario, ayudante de operario, supervisor y operador de montacarga). Asimismo, el tiempo promedio empleado en todas las operaciones suma un total de 122.90 minutos.

Comparando los tiempos de cambio de preparación de ambas familias, se observa que para realizar la preparación de cambio de producto de la familia 1 se requiere 9.42 minutos más del tiempo empleado en la familia 2, esto se debe a la actividad número 15 de la familia 1, en donde especifica que se requiere transportar la materia seca desde el Almacén de la Secadora hasta el proceso de molienda y ensacado (estación 4 y 5) con ayuda del montacarga, es decir, después del secado de la materia prima, este se almacena en jumbos de 1 Tm., hasta su requerimiento.

Para el caso de la familia 2, el circuito del proceso es diferente porque después del chancado de la materia prima, mediante un cangilón se almacena en los Silos que conectan el proceso de chancado y el proceso de molienda y ensacado (estaciones 1, 2 y 3), y de acuerdo a la materia prima que se requiere se abre y cierra las válvulas dampers de alimentación del Silo respectivo.

Tabla 15*Lista de operaciones de preparación de cambio de productos de Familia 1*

N°	OPERACIÓN DE CAMBIO	RESPONSABLES				TIEMPO (min.)
		O	AO	S	OM	
1	Avisar cambio de producto			X		0.50
2	Recuento de sacos o jumbos del lote programado		X			1.00
3	Apagar máquina	X	X			3.00
4	Trasladar lote de producto terminado a Almacén				X	8.00
5	Traer herramientas y materiales de Almacén		X			13.00
6	Realizar limpieza del molino	X	X			10.00
7	Realizar lubricación a los soportes del molino	X	X			3.00
8	Colocar brea en el piñón de transmisión	X	X			3.00
9	Limpiar mangas de filtro	X	X			2.50
10	Limpiar el imán del detector de metales	X	X			1.00
11	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	X	X			2.00
12	Llevar herramientas y materiales a Almacén		X			11.00
13	Limpiar área de trabajo		X			5.00
14	Segregar residuos sólidos		X			5.00
15	Transportar materia prima (seca)				X	5.00
16	Transportar sacos y jumbos				X	15.00
17	Encender máquina	X	X			5.00
18	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	X	X			14.11
19	Analizar calidad del producto terminado			X		15.00
20	Inspeccionar producto terminado			X		3.00
21	Transportar producto terminado a Almacén				X	8.00
Total						133.11

LEYENDA

O	Operario	S	Supervisor
AO	Ayudante de operario	OM	Operador de montacarga

Nota. Muestra la identificación de las 21 operaciones para la preparación de cambio de producto y el tiempo empleado es de 133.11 minutos. Fuente: ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

Tabla 16

Lista de operaciones de preparación de cambio de productos de Familia 2

N°	OPERACIÓN DE CAMBIO	RESPONSABLES				TIEMPO (min.)
		O	AO	S	OM	
1	Avisar cambio de producto			X		0.50
2	Recuento de sacos o jumbos del lote programado		X			1.00
3	Apagar máquina	X	X			3.00
4	Trasladar lote de producto terminado a Almacén				X	8.00
5	Traer herramientas y materiales de Almacén		X			13.00
6	Realizar limpieza del molino	X	X			10.00
7	Realizar lubricación a los soportes del molino	X	X			3.00
8	Colocar brea en el piñón de transmisión	X	X			3.00
9	Limpiar mangas de filtro	X	X			2.50
10	Limpiar el imán del detector de metales	X	X			1.00
11	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	X	X			2.00
12	Llevar herramientas y materiales a Almacén		X			11.00
13	Limpiar área de trabajo		X			5.00
14	Segregar residuos sólidos		X			5.00
15	Transportar sacos y jumbos				X	15.00
16	Encender máquina	X	X			5.00
17	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	X	X			8.90
18	Analizar calidad del producto terminado			X		15.00
19	Inspeccionar producto terminado			X		3.00
20	Transportar producto terminado a Almacén				X	8.00
	Total					122.90

LEYENDA

O	Operario	S	Supervisor
AO	Ayudante de operario	OM	Operador de montacarga

Nota. Muestra la identificación de las 20 operaciones para la preparación de cambio de producto y el tiempo empleado es de 122.90 minutos. Fuente: ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

- **Paso 2. Diferenciar las operaciones internas de las externas**

Para la propuesta de diferenciación de las operaciones internas de las externas, se analizó si estas operaciones se realizan con la máquina en marcha o parada. En la tabla 18, se muestra la identificación de las operaciones internas y externas de la familia 1 de productos de clase “A”, en total se identificó 6 operaciones internas y 15 operaciones externas. En la familia 2, se identificó la misma cantidad de operaciones internas y 14 operaciones externas como se muestra en la tabla 19.

Tabla 17

Identificación de las operaciones internas y externas de las operaciones de cambio de preparación de productos de la familia 1.

N°	OPERACIONES	
1	Avisar cambio de producto	E
2	Recuento de sacos o jumbos del lote programado	E
3	Apagar máquina	I
4	Trasladar lote de producto terminado a Almacén	I
5	Traer herramientas y materiales de Almacén	I
6	Realizar limpieza del molino	I
7	Realizar lubricación a los soportes del molino	I
8	Colocar breca en el piñón de transmisión	I
9	Limpiar mangas de filtro	I
10	Limpiar el imán del detector de metales	I
11	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	I
12	Llevar herramientas y materiales a Almacén	I
13	Limpiar área de trabajo	I
14	Segregar residuos sólidos	I
15	Transportar materia prima (seca)	I
16	Transportar sacos y jumbos	I
17	Encender máquina	I
18	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	E
19	Analizar calidad del producto terminado	E
20	Inspeccionar producto terminado	E
21	Transportar producto terminado a Almacén	E

LEYENDA

E	Operación externa (máquina en marcha)
I	Operación interna (máquina parada)

Nota. Muestra la identificación de 6 operaciones externas y 15 operaciones internas para la preparación de cambio de producto.

Tabla 18

Identificación de las operaciones internas y externas de las operaciones de cambio de preparación de productos de la familia 2.

N°	OPERACIONES	
1	Avisar cambio de producto	E
2	Recuento de sacos o jumbos del lote programado	E
3	Apagar máquina	I
4	Trasladar lote de producto terminado a Almacén	I
5	Traer herramientas y materiales de Almacén	I
6	Realizar limpieza del molino	I
7	Realizar lubricación a los soportes del molino	I
8	Colocar brea en el piñón de transmisión	I
9	Limpiar mangas de filtro	I
10	Limpiar el imán del detector de metales	I
11	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	I
12	Llevar herramientas y materiales a Almacén	I
13	Limpiar área de trabajo	I
14	Segregar residuos sólidos	I
15	Transportar sacos y jumbos	I
16	Encender máquina	I
17	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	E
18	Analizar calidad del producto terminado	E
19	Inspeccionar producto terminado	E
20	Transportar producto terminado a Almacén	E

LEYENDA

E	Operación externa (máquina en marcha)
I	Operación interna (máquina parada)

Nota. Muestra la identificación de 6 operaciones externas y 14 operaciones internas para la preparación de cambio de producto.

- **Paso 3. Transformar las operaciones internas en externas**

Para la propuesta de transformación de las operaciones internas en externas, se analizó las operaciones internas y la probabilidad de que estas se puedan realizar mientras la máquina se encuentra en marcha. En la tabla 20, se muestra las 8 operaciones internas que se pueden transformar en externas porque se analizó que si es factible que se realicen mientras la máquina está en marcha. De igual manera, en la tabla 21, se muestra las operaciones internas de la familia 2 que son similares a la familia 1.

Tabla 19

Transformación de operaciones internas en externas de la familia 1

N°	OPERACIONES	A	P
1	Avisar cambio de producto		
2	Recuento de sacos o jumbos del lote programado		
3	Apagar máquina		
4	Trasladar lote de producto terminado a Almacén		
5	Traer herramientas y materiales de Almacén		
6	Realizar limpieza del molino		
7	Realizar lubricación a los soportes del molino		
8	Colocar brea en el piñón de transmisión		
9	Limpiar mangas de filtro		
10	Limpiar el imán del detector de metales		
11	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón		
12	Llevar herramientas y materiales a Almacén		
13	Limpiar área de trabajo		
14	Segregar residuos sólidos		
15	Transportar materia prima (seca)		
16	Transportar sacos y jumbos		
17	Encender máquina		
18	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)		
19	Analizar calidad del producto terminado		
20	Inspeccionar producto terminado		
21	Transportar producto terminado a Almacén		
Tiempo Total Interno		91.50	27.50
Tiempo Total Externo		41.61	105.61

LEYENDA

E	Operación externa (máquina en marcha)	A	Actual
I	Operación interna (máquina parada)	P	Propuesta

Nota. Muestra las 8 operaciones internas que se pueden transformar en externas.

Tabla 20

Transformación de operaciones internas en externas de la familia 2

N°	OPERACIONES	A	P
1	Avisar cambio de producto		
2	Recuento de sacos o jumbos del lote programado		
3	Apagar máquina		
4	Trasladar lote de producto terminado a Almacén		
5	Traer herramientas y materiales de Almacén		
6	Realizar limpieza del molino		
7	Realizar lubricación a los soportes del molino		
8	Colocar brea en el piñón de transmisión		
9	Limpiar mangas de filtro		
10	Limpiar el imán del detector de metales		
11	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón		
12	Llevar herramientas y materiales a Almacén		
13	Limpiar área de trabajo		
14	Segregar residuos sólidos		
15	Transportar sacos y jumbos		
16	Encender máquina		
17	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)		
18	Analizar calidad del producto terminado		
19	Inspeccionar producto terminado		
20	Transportar producto terminado a Almacén		
	Tiempo Total Interno	86.50	27.50
	Tiempo Total Externo	36.40	95.40

LEYENDA

E	Operación externa (máquina en marcha)	A	Actual
I	Operación interna (máquina parada)	P	Propuesta

Nota. Muestra las 8 operaciones internas que se pueden transformar en externas.

- **Paso 4. Reducir las operaciones internas**

Para la propuesta de reducir las operaciones internas, aquellas operaciones donde no es posible realizarlas con la maquina en marcha, se evaluó medidas de mejora para reducir los tiempos de preparación de cambio de producto. En la tabla 22, se muestra las operaciones internas de los productos de la familia 1, y las propuestas de mejora para reducir 12.25 minutos en las operaciones internas. De igual manera en la familia 2, que se muestra en la tabla 23.

Tabla 21

Lista de operaciones internas y propuestas de mejora para reducir el tiempo de cambio de preparación de la familia 1

N°	OPERACIONES	TIEMPO ACTUAL (min.)	TIEMPO PROPUESTO (min.)	PROPUESTA
1	Apagar máquina	3.00	2.00	Colocar instructivo visual
2	Realizar limpieza del molino	10.00	8.00	Colocar instructivo visual
3	Realizar lubricación a los soportes del molino	3.00	0.00	Delegar al área de mantenimiento
4	Colocar brea en el piñón de transmisión	3.00	0.00	Delegar al área de mantenimiento
5	Limpiar mangas de filtro	2.50	1.50	Colocar instructivo visual
6	Limpiar el imán del detector de metales	1.00	0.75	Colocar instructivo visual
7	Encender máquina	5.00	3.00	Colocar instructivo visual
	Total	27.50	15.25	Reducir 12.25 minutos

Nota. Muestra la reducción del tiempo de las operaciones internas (12.25 minutos).

Tabla 22

Lista de operaciones internas y propuestas de mejora para reducir el tiempo de cambio de preparación de la familia 2

N°	OPERACIONES	TIEMPO ACTUAL (min.)	TIEMPO PROPUESTO (min.)	PROPUESTA
1	Apagar máquina	3.00	2.00	Colocar instructivo visual
2	Realizar limpieza del molino	10.00	8.00	Colocar instructivo visual
3	Realizar lubricación a los soportes del molino	3.00	0.00	Delegar al área de mantenimiento
4	Colocar brea en el piñón de transmisión	3.00	0.00	Delegar al área de mantenimiento
5	Limpiar mangas de filtro	2.50	1.50	Colocar instructivo visual
6	Limpiar el imán del detector de metales	1.00	0.75	Colocar instructivo visual
7	Encender máquina	5.00	3.00	Colocar instructivo visual
	Total	27.50	15.25	Reducir 12.25 minutos

Nota. Muestra la reducción del tiempo de las operaciones internas (12.25 minutos).

- **Paso 5. Reducir las operaciones externas**

Para la propuesta de reducir las operaciones externas, aquellas operaciones que se realizan con la máquina en marcha, se evaluó medidas de mejora para reducir los tiempos de preparación de cambio de producto. En la tabla 24, se muestra las operaciones externas de la familia de productos 1, y las propuestas de mejora para reducir 30.50 minutos en las operaciones internas. De igual manera en la familia 2, que se muestra en la tabla 25.

Tabla 23

Lista de operaciones externas y propuestas de mejora para reducir el tiempo de cambio de preparación de la familia 1

N°	OPERACIONES	TIEMPO ACTUAL (min.)	TIEMPO PROPUESTO (min.)	PROPUESTA
1	Avisar cambio de producto	0.50	0.00	Eliminar operación y publicar programa semanal de producción
2	Recuento de sacos o jumbos para acabar el lote programado	1.00	0.00	Eliminar operación y cumplir programa semanal de producción
3	Trasladar lote de producto terminado a Almacén	8.00	8.00	
4	Traer herramientas y materiales de Almacén	13.00	0.00	Eliminar operación e instalar estante metálico con herramientas y materiales
5	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	2.00	2.00	
6	Llevar herramientas y materiales a Almacén	11.00	3.00	Guardar herramientas y materiales en estante metálico
7	Limpiar área de trabajo	5.00	4.00	Colocar instructivo visual
8	Segregar residuos sólidos	5.00	4.00	Instalar punto de segregación de residuos sólidos cercano
9	Transportar materia prima (seca)	5.00	5.00	
10	Transportar sacos y jumbos	15.00	9.00	Instalar contenedor de almacenamiento de sacos y jumbos
11	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	14.11	14.11	
12	Analizar calidad del producto terminado	15.00	15.00	
13	Inspeccionar producto terminado	3.00	3.00	
14	Transportar producto terminado a Almacén	8.00	8.00	
Total		105.61	75.11	

Nota. Muestra la reducción del tiempo de las operaciones externas (30.50 minutos).

Tabla 24

Lista de operaciones externas y propuestas de mejora para reducir el tiempo de cambio de preparación de la familia 2

N°	OPERACIONES	TIEMPO ACTUAL (min.)	TIEMPO PROPUESTO (min.)	PROPUESTA
1	Avisar cambio de producto	0.50	0.00	Eliminar operación y publicar programa semanal de producción
2	Recuento de sacos o jumbos para acabar el lote programado	1.00	0.00	Eliminar operación y cumplir programa semanal de producción
3	Trasladar lote de producto terminado a Almacén	8.00	8.00	
4	Traer herramientas y materiales de Almacén	13.00	0.00	Eliminar operación e instalar estante metálico con herramientas y materiales
5	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	2.00	2.00	
6	Llevar herramientas y materiales a Almacén	11.00	3.00	Guardar herramientas y materiales en estante metálico
7	Limpiar área de trabajo	5.00	4.00	Colocar instructivo visual
8	Segregar residuos sólidos	5.00	4.00	Instalar punto de segregación de residuos sólidos cercano
9	Transportar sacos y jumbos	15.00	9.00	Instalar contenedor de almacenamiento de sacos y jumbos
10	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	8.90	8.90	
11	Analizar calidad del producto terminado	15.00	15.00	
12	Inspeccionar producto terminado	3.00	3.00	
13	Transportar producto terminado a Almacén	8.00	8.00	
Total		95.40	64.90	

Nota. Muestra la reducción del tiempo de las operaciones externas (30.50 minutos).

En la tabla 26, se muestra el resumen de los porcentajes de reducción de tiempos de preparación de cambio de productos de clase “A”. Asimismo, en la tabla 27, se muestra la propuesta de operaciones internas y externas para la preparación de cambio de producto y los tiempos estimados de la familia 1, logrando reducir un 32.12% el tiempo de cambio de preparación y eliminando 5 operaciones internas. De igual manera, en la tabla 28, se muestra la propuesta de operaciones internas y externas de la preparación de cambio de producto y los tiempos estimados en la familia 2, logrando reducir un 34.79% el tiempo de cambio de preparación y eliminando 5 operaciones. Con respecto a las operaciones externas, en la familia 1 se lograría reducir hasta 28.88% y hasta 31.97% en la familia 2, mientras que el tiempo de las operaciones internas se mantiene igual.

Tabla 25

Resultados de reducción de tiempos de cambio total y de operaciones internas

INDICADORES		ACTUAL (min.)	PROPUESTA (min.)	REDUCCIÓN (%)
Familia 1	Tiempo de cambio de preparación	133.11	90.36	32.12%
	Tiempo de operaciones internas	27.50	15.25	44.55%
	Tiempo de operaciones externas	105.61	75.11	28.88%
Familia 2	Tiempo de cambio de preparación	122.90	80.15	34.79%
	Tiempo de operaciones internas	27.50	15.25	44.55%
	Tiempo de operaciones externas	95.40	64.90	31.97%

Nota. Muestra los porcentajes de reducción de tiempos de preparación de cambio de producto de clase “A”.

En la tabla 27, se muestra las 16 operaciones para la preparación de cambio de producto de la familia 1 después de la propuesta de mejora. En el caso de la familia 2, se muestra las 15 operaciones para la preparación de cambio de producto de la familia 2 después de la propuesta de mejora (ver tabla 28).

Tabla 26

Propuesta de operaciones para la preparación de cambio de producto de la familia 1

N°	OPERACIONES	RESPONSABLES				TIEMPO OPERACIÓN (MIN.)
		O	AO	S	OM	
1	Trasladar lote de producto terminado a Almacén				X	8.00
2	Apagar máquina	X				2.00
3	Realizar limpieza del molino	X	X			8.00
4	Limpiar mangas de filtro	X	X			1.50
5	Limpiar el imán del detector de metales	X	X			0.75
6	Encender máquina	X				3.00
7	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	X	X			2.00
8	Llevar herramientas y materiales a estante metálico		X			3.00
9	Limpiar área de trabajo		X			4.00
10	Segregar residuos sólidos		X			4.00
11	Transportar materia prima (seca)				X	5.00
12	Transportar sacos y jumbos				X	9.00
13	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	X				14.11
14	Analizar calidad del producto terminado			X		15.00
15	Inspeccionar producto terminado			X		3.00
16	Transportar producto terminado a Almacén				X	8.00
	Total					75.11
	Total General					90.36
	Reducción					32.12%

LEYENDA

 E Operación externa (máquina en marcha)	O Operador	S Supervisor
 I Operación interna (máquina parada)	AO Ayudante de operador	OM Operador de montacarga

Nota. Muestra la reducción del tiempo de cambio de preparación de producto de la familia 1 en un 32.12%.

Tabla 27

Propuesta de operaciones para la preparación de cambio de producto de la familia 2

N°	OPERACIONES	RESPONSABLES				TIEMPO OPERACIÓN (MIN.)
		O	AO	S	OM	
1	Trasladar lote de producto terminado a Almacén				X	8.00
2	Apagar máquina	X				2.00
3	Realizar limpieza del molino	X	X			8.00
4	Limpiar mangas de filtro	X	X			1.50
5	Limpiar el imán del detector de metales	X	X			0.75
6	Encender máquina	X				3.00
7	Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	X	X			2.00
8	Llevar herramientas y materiales a estante metálico		X			3.00
9	Limpiar área de trabajo		X			4.00
10	Segregar residuos sólidos		X			4.00
11	Transportar sacos y jumbos				X	9.00
12	Moler y ensacar producto terminado (1 Tm)	X				8.90
13	Analizar calidad del producto terminado			X		15.00
14	Inspeccionar producto terminado			X		3.00
15	Transportar producto terminado a Almacén				X	8.00
	Total					15.25
	Total General					80.15
	Reducción					34.79%

LEYENDA

E	Operación externa (máquina en marcha)	O	Operador	S	Supervisor
I	Operación interna (máquina parada)	AO	Ayudante de operador	OM	Operador de montacarga

Nota. Muestra la reducción del tiempo de cambio de preparación de producto de la familia 2 en un 34.79%.

4.4 Resultados del objetivo específico N° 4: Determinar la productividad parcial y total de los procesos del área de producción después de la propuesta de mejora, empresa Insumex S.A.

Para el cálculo de la productividad parcial y total después de la propuesta de mejora, se consideró la cantidad de cambios realizados en la producción del primer trimestre 2021 y el tiempo promedio empleado (ver anexo 19), data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A. Asimismo, la reducción del tiempo de cambio de preparación de producto calculado en el objetivo específico 3 (tabla 26). El incremento de las productividades parciales y totales se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 28

Incremento esperado de productividad parcial de horas – máquina del proceso de molienda y ensacado - Familia 1

	Producción	H-M	H-M	Productividad		Mejora de
	Tm	antes	propuesto	Antes Tm/H-M	Propuesto Tm/H-M	Productividad %
Enero	1011.93	614.80	597.24	1.65	1.69	2.94%
Febrero	802.08	504.15	488.23	1.59	1.64	3.26%
Marzo	710.35	444.30	433.28	1.60	1.64	2.54%
Promedio	841.15	521.08	506.25	1.61	1.66	2.93%

Nota. Muestra el incremento promedio del 2.93% en la productividad de horas - máquina.

Tabla 29

Incremento esperado de productividad parcial de horas – máquina del proceso de molienda y ensacado - Familia 2

Mes	Producción	H-M	H-M	Productividad		Mejora de
	Tm	antes	propuesto	Antes Tm/H-M	Propuesto Tm/H-M	Productividad %
Enero	1873.50	754.95	730.65	2.48	2.56	3.33%
Febrero	1542.80	586.1	568.13	2.63	2.72	3.16%
Marzo	1961.15	802.15	777.45	2.44	2.52	3.18%
Promedio	1792.48	714.4	692.08	2.51	2.59	3.23%

Nota. Muestra el incremento promedio del 3.23% en la productividad de horas - máquina.

Tabla 30

Incremento esperado de productividad parcial de mano de obra del proceso de molienda y ensacado - Familia 1

MES	Producción	H-H	H-H	Productividad		Mejora de Productividad %
	Tm	antes	propuesto	Antes Tm/H-H	Propuesto Tm/H-H	
Enero	1011.93	1229.60	1194.48	0.82	0.85	2.94%
Febrero	802.08	1008.30	973.18	0.80	0.82	3.61%
Marzo	710.35	888.60	853.48	0.80	0.83	4.11%
Promedio	841.15	1042.17	1007.05	0.81	0.84	3.49%

Nota. Muestra el incremento promedio del 3.49% en la productividad de mano de obra.

Tabla 31

Incremento esperado de productividad parcial de mano de obra del proceso de molienda y ensacado - Familia 2

MES	Producción	H-H	H-H	Productividad		Mejora de Productividad %
	Tm	antes	propuesto	Antes Tm/H-H	Propuesto Tm/H-H	
Enero	1011.93	1229.60	1194.48	1.24	1.28	3.33%
Febrero	802.08	1008.30	973.18	1.32	1.37	4.32%
Marzo	710.35	888.60	853.48	1.22	1.26	3.12%
Promedio	841.15	1042.17	1007.05	1.25	1.30	3.52%

Nota. Muestra el incremento promedio del 3.52% en la productividad de mano de obra.

Tabla 32

Incremento esperado de productividad total del proceso de molienda y ensacado - Familia 1

Mes	Producción Tm	Costo Unitario S/. / H-H	Hora - Hombre Actual	Hora - Hombre Propuesto	Costo Unitario S/. / H-M	Hora - Máquina Actual	Hora - Máquina Propuesto	Productividad		Incremento %
			H-H	H-H		H-M	H-M	Antes	Propuesto	
Enero	1011.93	7.49	1229.60	1194.48	62.65	614.80	597.24	0.021	0.022	2.94%
Febrero	802.08	7.29	1008.30	973.18	57.43	504.15	488.23	0.022	0.023	3.33%
Marzo	710.35	7.51	888.60	853.48	60.91	444.30	433.28	0.021	0.022	0.84%
Promedio	841.45	7.43	1042.17	1007.05	60.33	521.08	506.25	0.021	0.022	3.04%

Nota. Muestra el incremento promedio del 3.04% en la productividad total del proceso de ensacado de la familia 1.

Tabla 33

Incremento esperado de productividad total del proceso de molienda y ensacado - Familia 2

MES	Producción Tm	Costo Unitario S/. / H-H	Hora - Hombre Actual	Hora - Hombre Propuesto	Costo Unitario S/. / H-M	Hora - Máquina Actual	Hora - Máquina Propuesto	Productividad		Incremento %
			H-H	H-H		H-M	H-M	Antes	Propuesto	
Enero	1873.50	7.49	1509.90	1461.31	68.69	754.95	730.65	0.030	0.031	3.33%
Febrero	1542.80	7.29	1172.20	1123.61	62.96	586.10	568.13	0.034	0.035	3.38%
Marzo	1961.15	7.51	1604.30	1555.71	66.78	802.15	777.45	0.030	0.031	3.17%
Promedio	1792.48	7.43	1428.80	1380.21	66.14	714.40	692.08	0.031	0.032	3.28%

Nota. Muestra el incremento promedio del 3.28% en la productividad total del proceso de ensacado de la familia 2.

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A partir de los siguientes resultados obtenidos en nuestra propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing, se demostró que:

- En relación al primer objetivo específico, la herramienta VSM, nos permitió identificar los desperdicios de exceso de almacenamiento y tiempos de espera elevados de cambio de preparación que reducen la productividad del área de producción de la empresa de estudio. Según Chapuel y García (2017) mediante la misma herramienta identifica 3 desperdicios que no agregan valor en el proceso de fabricación de placa de yeso cartón, estos son: sobreproducción, tiempo de espera y exceso de movimientos, exceso de almacenamiento, reproceso y defectos. En nuestra investigación y en el antecedente mencionado se coincide en que los desperdicios de exceso de almacenamiento (Lead Time) y el tiempo de espera disminuyen la productividad del proceso, y requiere plantear oportunidades de mejora mediante las herramientas del Lean Manufacturing como 5S, SMED, y JIT para mejorar la productividad.
- En relación al segundo objetivo específico, los resultados de la productividad actual de la Familia 1 de mano de obra en el proceso de secado fue 0.68 Tm/H-H y 0.81 Tm/H-H en el proceso de molienda y ensacado, en la productividad de materia prima en el proceso de secado fue 0.99 Tm PT/Tm MP y 0.98 Tm PT/Tm MP en el proceso de molienda y ensacado; en cuanto a la familia 2, la productividad actual de mano de obra en el proceso de chancado fue 8.00 Tm/H-H y 2.51 Tm/H-H en el proceso de molienda y ensacado, en la productividad de materia prima fue similar al de la familia 1. En relación al antecedente de Lezama y Chegne (2019) se obtuvo en mano de obra 263 kg/H - H a la semana y con respecto a la materia prima es de 0,78 Kg de arroz/ Kg de arroz cáscara. Estos cálculos en base a la fórmula de productividad nos ayudaron a estar al tanto la situación actual de la empresa y su problemática para posteriormente aplicar las herramientas y evaluar la mejora de productividad. Asimismo, por la diferencia de producto dificulta la comparación de resultados obtenidos en el indicador de productividad.

- En relación al tercer objetivo específico, la propuesta de implementación de la herramienta 5S en las estaciones de trabajo del proceso de molienda y ensacado del área de Producción, se obtuvo un diagnóstico inicial de 35% de cumplimiento de las 5S mientras que en el antecedente de Chapuel y García (2017) en el diagnóstico inicial obtuvo 15.2% de cumplimiento de la herramienta 5S en las áreas de Calcinación, Papel y aditivos, Mixer, Transferencia húmeda (Cuchilla) y Transferencia seca (Stacker), pero después de la implementación logra incrementar el nivel de cumplimiento hasta un 85%. Asimismo, según Hualla y Cárdenas (2017) obtuvieron 33% de nivel de buenas prácticas de 5S y después de la implementación el cumplimiento fue 88%. En nuestra investigación solo se presentó nuestra propuesta, pero de implementarse la herramienta se lograría obtener resultados similares como en el caso de los antecedentes citados.
- En relación al objetivo específico de la propuesta de implementación de la herramienta SMED en la actividad de cambio de preparación de los productos de clase "A", se redujo un 32.12% el tiempo en los productos de la familia 1 y 34.79% en los productos de la familia 2. Una de las propuestas fue instalar estantes metálico y contenedores en los procesos de molienda y secado para eliminar los tiempos de tránsito de los materiales y herramientas. De igual manera, según Ramirez y Martínez (2019) proponen la compra de estanterías para tener a la mano la materia siendo transportadas en unos carros de rollos para la facilidad, rapidez y comodidad del trabajo rinda más haciendo menos esfuerzos. Nuestra investigación coincide con la propuesta del antecedente citado, al igual que ellos planteamos la implementación de estantes y contenedores basculantes con ruedas que permitan mantener organizada el área de trabajo y reducir tiempos de tránsito de los materiales y herramientas. En el desarrollo de la propuesta de implementación de esta herramienta, nos dificultó que la empresa no nos permita realizar las mediciones de los tiempos in situ por los protocolos establecidos por la pandemia, pero lo pudimos obtener con la data facilitada por la jefatura de producción.
- En relación al cuarto objetivo específico, se incrementó la productividad de los productos de clase "A". En el proceso de molienda y ensacado de la familia 1, se incrementó 3.49% en la productividad de mano de obra, 2.93%

en la productividad de horas - máquina, y 3.04% en la productividad total. Para el caso del proceso de molienda y ensacado de la familia 2, 3.52% en la productividad de mano de obra, se incrementó 3.23% en la productividad de horas máquina, y 3.28% en la productividad total en el mismo proceso. Las mismas herramientas fueron aplicadas por Lezama y Chegne (2019), logrando un aumento significativo de 19.01% en la productividad de materia prima y 2.56% en la productividad de materia prima. Asimismo, según Aguilar Over (2019), mediante la implementación de la herramienta 5S incrementa la productividad del área de Producción en un 3.23%. Los resultados de las investigaciones coinciden en el incremento de la productividad después de la propuesta de implementación de las herramientas 5S y SMED. Determinamos que en base a la formulación de la propuesta de implementación de las herramientas 5S y SMED y su futura aplicación, contribuirán a mejorar la productividad de la empresa. Esto permite confirmar que las herramientas de Lean Manufacturing sirven para mejorar la productividad y todas las empresas deberían empezar a usarlas para aplicar la mejora continua y contribuir al desarrollo del país.

CONCLUSIONES

- Se elaboró el diagnóstico de los procesos del área de producción mediante la herramienta VSM, identificándose los desperdicios en los diferentes procesos del área de Producción. Como es el caso de la Familia 1, el exceso de almacenamiento (Lead Time, 452.4 h/Tm) en el proceso de Secado y tiempo de espera elevado (Tiempo de cambio de preparación, 2.22 h) en el proceso de Molienda y ensacado. Con respecto a la Familia 2, los desperdicios identificados fueron exceso de almacenamiento (Lead Time, 409.92 h/Tm) y tiempo de espera elevado (Tiempo de cambio de preparación, 2.05 h) en el proceso de Molienda y ensacado.
- Se determinó la productividad parcial y total en los procesos de Chancado, Secado, Molienda y ensacado del área de producción, considerando la producción obtenida y los recursos empleados de horas - máquina, horas - hombre y materia prima en el primer trimestre 2021. Estos resultados nos permitieron evaluar la mejora de la productividad después de la propuesta de implementación de las herramientas 5S y SMED.
- Se formuló la propuesta de implementación de herramienta 5S en las estaciones de trabajo del proceso de molienda y ensacado, iniciando con una evaluación inicial en donde se obtuvo un 35% de nivel de cumplimiento y planteando técnicas que permitirán eliminar los elementos innecesarios y mantener los elementos necesarios en un lugar estandarizado de acuerdo a la frecuencia de uso. Asimismo, se formuló la propuesta de implementación de herramienta SMED en el cambio de preparación de producto en el proceso de molienda y ensacado, de acuerdo a nuestra propuesta se logró reducir el tiempo de cambio de preparación en un 32.12% en la familia 1, y en un 34.79% en la familia 2.
- Se determinó la productividad parcial y total de los procesos del área de producción después de la propuesta de mejora, de acuerdo a los resultados esperados en la presente investigación, se logró incrementar la productividad de horas -máquina en 2.93% en la familia 1 y 3.23% en la Familia 2, en el caso de la productividad de mano de obra se incrementó en 3.49% en la Familia 1 y 3.52% en la Familia 2, y la productividad total se incrementó en 3.04 en la Familia 1 y 3.28% en la Familia 2.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda capacitar a los colaboradores sobre la filosofía de trabajo Lean Manufacturing y los beneficios de implementar las herramientas como eliminar los desperdicios y las operaciones que no suman ningún tipo de valor al proceso, y sobre todo que es un compromiso de todos los niveles de la organización desde el Gerente General hasta los operadores de planta.
- Se recomienda que cuando se implemente la herramienta SMED, se establezca un programa de capacitación sobre los procedimientos de trabajo con maquinarias, permitiendo que los trabajadores tengan mayores habilidades y destrezas en la ejecución de las funciones asignadas y la manipulación correcta de las máquinas. Asimismo, mantener trabajadores capacitados evitará accidentes, esto ayudará a mantener y mejorar sus indicadores de accidentabilidad de la empresa.
- Se recomienda que cuando se implemente la herramienta 5S, para lograr el interés de los trabajadores en el desarrollo de esta herramienta de mejora continua, se motive frecuentemente a los mismos a medida que alcanzan los logros y metas trazadas, de esta manera, obtendrán sostenibilidad. Asimismo, implementar los estantes propuestos en las estaciones de molienda y ensacado que permitirán mantener más ordenada el área de trabajo, y las herramientas y equipos al alcance del trabajador.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Over, R. (2019). Herramientas Lean Manufacturing para la Mejora Continua de la Productividad del Área de Producción del Molino Castillo S.A.C. Lambayeque 2018. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán] Repositorio USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5535>
- Eduardo Biasca, R. (2015). Productividad. Un enfoque integral del tema. Macchi.
- Chapuel, A. y García, G. (2017). Diseño de una propuesta de mejora de la productividad en el proceso de fabricación de placa de yeso cartón de GYPLAC S.A., mediante la utilización de la filosofía Lean Manufacturing, y sus herramientas mapa de cadena de valor y 5S [Tesis de grado, Universidad de Cartagena] Repositorio USS. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/7968>
- García Cantú, A. (2011). Productividad y Reducción de Costos para la Pequeña y Mediana Industria. Trillas.
- García Criollo, R. (2005). Ingeniería de métodos y medición del trabajo (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Gutierrez Pulido, H. (2014). Calidad total y productividad. México: McGraw-Hill.
- Guzmán, A. y Triana, L. (2020). Propuesta de mejoramiento al sistema de producción de sanitarios One Piece Smart. Nelson Humberto Cruz Villarraga [Tesis de grado, Universitaria Agustiniiana] Repositorio Uniagustiniana. <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1415>
- Hernández, J. y Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Fundación EOI.
- Hernandez, R., Fernandez, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
- Hualla, R. y Cárdenas, C. (2017). Mejora de Procesos en las Áreas de Mezclado y Molienda de una Empresa Manufacturera de Tubosistemas PVC y PEAD Aplicando Herramientas de Calidad y Lean Manufacturing [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9372>
- INEI. (Marzo de 2021). Informe Técnico - Producción Nacional - N° 5 - Mayo 2021. Obtenido de <http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/05-informe-tecnico-produccion-nacional-mar-2021.pdf>
- INEI. (2021). Producto Bruto Interno por años, según actividades económicas. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>
- Instituto de Mejora Continua [IMC]. (2016). Clientes. <http://www.imc-peru.com/clientes.php>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2020, enero). Producción minero no metálica, según principales productos, 2015 - 2019 (Toneladas métricas). <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/mining1/>

- Lezama Hueta, M. N., & Chegne Donato, J. M. (2019). Aplicación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019 [Tesis de grado, Universidad César Vallejo] Repositorio UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45676>
- Montesinos Córdova, J., Zurita Saldaña, V., & Romero Córdova, M. (2017). Reporte de Análisis Económico Sectorial - Minería, Año 5 - Número 7. Gerencia de Políticas y Análisis Económico. Perú: Osinergmin - GPAE.
- Ñaupas Paitan, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Colombia: Ediciones de la U.
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). Lean Manufacturing, La evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Ramirez, D. y Martínez, J. (2019). Propuesta para la mejora del proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S. mediante la filosofía lean manufacturing. [Tesis de grado, Universitaria Agustiniiana] Repositorio Uniagustiniana.
<https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/975>
- Sociedad Nacional de Industrias. (Junio de 2018). Importancia de la Industria Manufacturera - Exportaciones No Tradicionales 2015 - 2018.
<https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2018/06/TRIPTICO-IEES-INDUSTRIA-MANUFACTURERA.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1: Producción minera no metálica según principales productos del 2015 al 2019, según (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020).

PRODUCCIÓN MINERA NO METÁLICA, SEGÚN PRINCIPALES PRODUCTOS, 2015-2019 (Tm)					
PRODUCTOS	2015	2016	2017	2018	2019 P/
Andalucita	539,560	639,776	561,045	751,070	750,620
Andesita	13,542	11,261	18,215	22,013	46,760
Arcilla	1,419,778	1,368,114	1,382,743	1,139,282	1,377,765
Arena	1,873,669	1,699,371	1,501,715	1,618,979	1,922,162
Arenisca/Cuarcita	84,854	74,634	73,022	67,758	43,853
Asbesto	-	-	-	132,913	-
Baritina	28,407	7,953	9,182	15,621	16,373
Bentonita	21,341	19,410	756	2,383	46,887
Borato / Ulexita	662,709	33,792	-	100,552	111,108
Calcita	1,587,265	2,149,981	1,908,364	2,157,358	2,036,524
Caliza / Dolomita	24 661948	18,819,424	20,273,312	30,515,555	16,385,556
Caolín	43,251	19,098	17,700	16,004	9,208
Carbón antracita	143,208	150,640	186,044	106,427	111,614
Carbón bituminoso	108,580	118,215	115,132	112,227	69,395
Carbón grafito	-	28	270	133	13
Conchuela	443,363	1,270,521	922,161	1,400,341	1,628,285
Diatomita	120,672	107,265	96,590	96,532	91,103
Dolomita	332	91	-	8,469	35,845
Feldespató	16,979	16,630	14,930	31,588	29,134
Fosfato	11,161,636	10,561,111	8,450,379	10,308,276	11,091,502
Granito	-	-	-	-	3,650
Granodiorita ornamental	213	8,766	288	412	394
Hormigón	7,202,734	5,529,134	7,014,038	8,463,956	6,262,348
Mármol	707	304	220	223	310
Mica	115	111	234	183	52
Ónix	158	271	562	402	238
Piedra (Construcción)	2,189,092	1,708,521	1,342,812	1,591,116	1,618,663
Piedra laja	1,511	3,039	1,431	2,187	3,240
Pirofilita	26,209	17,872	22,760	26,675	25,039
Pizarra	65,593	65,554	51,436	23,731	31,459
Puzolana	1,420,153	1,010,267	1,053,821	1,186,500	1,321,617
Sal	1,471,131	1,450,415	1,481,398	1,509,564	1,266,347
Silicato	500	90	415	7,113	350
Sílice	409,616	375,735	377,146	435,255	401,785
Sulfato	272	205	172	296	256
Talco	26,781	11,507	19,363	20,634	18,935
Travertino	567,686	149,294	129,906	144,454	113,568
Yeso	438,025	257,423	286,657	458,479	254,382
Total	32,089,642	47,655,823	47,314,219	62,474,661	47,126,340

Anexo 2: Indicadores económicos de fabricación de otros minerales no metálicos en marzo 2021, según (Informe Técnico - Producción Nacional - N° 5 - Mayo 2021).

INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	MAR			
		2020 (P)	2021 (P)	Var. % 2021/2020	
PRODUCCIÓN MANUFACTURA					
10	Elaboración de productos alimenticios	Índice (2012=100)	86.7	109.7	26.5
11	Elaboración de bebidas	Índice (2012=100)	76.2	109.4	43.6
13	Fabricación de productos textiles	Índice (2012=100)	33.7	80.5	138.8
14	Fabricación de prendas de vestir	Índice (2012=100)	33.1	60.2	81.7
15	Fabricación de cueros y productos anexos	Índice (2012=100)	29.1	44.1	51.2
16	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho	Índice (2012=100)	17.4	59.4	240.8
17	Fabricación de papel y productos de papel	Índice (2012=100)	117.6	120.1	2.1
18	Actividades de impresión y reproducción de grabaciones	Índice (2012=100)	32.5	42.4	30.5
19	Fabricación de coque y productos de la refinación de petróleo	Índice (2012=100)	62.9	68.9	9.4
20	Fabricación de sustancias y productos químicos	Índice (2012=100)	82.1	119.7	45.8
21	Fabricación de productos Farmacéuticos, sustancias químicas medicinales	Índice (2012=100)	65.3	94.5	44.6
22	Fabricación de productos de caucho y plástico	Índice (2012=100)	98.5	132.0	34.0
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	Índice (2012=100)	52.4	109.6	109.1
24	Fabricación de metales comunes	Índice (2012=100)	88.2	114.2	29.5
25	Fabricación de productos Derivados de metal, excepto maquinaria y equipo	Índice (2012=100)	78.4	130.1	65.8
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	Índice (2012=100)			
27	Fabricación de equipo eléctrico	Índice (2012=100)	28.0	92.8	231.5
28	Fabricación de maquinaria y equipo N.C.P.	Índice (2012=100)	18.2	68.7	276.6
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	Índice (2012=100)	23.4	75.4	222.2
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	Índice (2012=100)	24.7	96.5	291.1
31	Fabricación de muebles	Índice (2012=100)	70.9	192.0	170.9
32	Otras industrias manufactureras	Índice (2012=100)	30.4	95.0	213.1
33	Reparación e instalación de la maquinaria y equipos	Índice (2012=100)	54.9	106.7	94.3

Anexo 3: Exportaciones no tradicionales de minerales no metálicos del 2015 al 2018, según (Sociedad Nacional de Industrias, 2018).

SECTOR	2015	2016	2017	ENE - ABR	
				2017	2018
Agropecuario	\$ 4,409.00	\$ 4,702.00	\$ 5,114.00	\$ 1,398.00	\$ 1,742.00
Pesquero	\$ 933.00	\$ 909.00	\$ 1,045.00	\$ 396.00	\$ 447.00
Textil	\$ 1,331.00	\$ 1,196.00	\$ 1,268.00	\$ 388.00	\$ 435.00
Madera y papel	\$ 353.00	\$ 322.00	\$ 340.00	\$ 112.00	\$ 109.00
Químico	\$ 1,406.00	\$ 1,342.00	\$ 1,380.00	\$ 423.00	\$ 507.00
Minerales no metálicos	\$ 698.00	\$ 640.00	\$ 586.00	\$ 156.00	\$ 195.00
Metalúrgico y joyería	\$ 1,081.00	\$ 1,084.00	\$ 1,270.00	\$ 397.00	\$ 479.00
Metal-mecánico	\$ 533.00	\$ 445.00	\$ 511.00	\$ 145.00	\$ 183.00
Otros	\$ 151.00	\$ 143.00	\$ 150.00	\$ 43.00	\$ 55.00
Total	\$ 10,895.00	\$ 10,783.00	\$ 11,664.00	\$ 3,458.00	\$ 4,152.00

Anexo 4: Inventario de tonelaje de materia prima en diciembre 2020, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Anhidrita	Tm	100
2	Arcilla	Tm	350
3	Bentonita sódica	Tm	0
4	4.1 Caolín blanco	Tm	120
	4.2 Caolín crema	Tm	0
5	5.1 Carbonato de calcio crema A	Tm	400
	5.2 Carbonato de calcio crema B	Tm	0
	5.3 Carbonato de calcio crema C	Tm	60
6	6.1 Diatomita (polvo)	Tm	60
	6.2 Diatomita	Tm	100
7	Feldespato	TM	Tm
8	8.1 Sulfato de bario blanco	Tm	30
	8.2 Sulfato de bario común	Tm	10
9	9.1 Talco blanco	Tm	60
	9.2 Talco común	Tm	40
	9.3 Talco verde	Tm	0
10	10.1 Yeso blanco	Tm	0
	10.2 Yeso común	Tm	90
Total			1,420

Anexo 5: Clasificación ABC de productos terminados según índice de rotación de ventas del cuarto trimestre 2020, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

N°	DESCRIPCION	UM	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO	% PROM.	% PROM. ACUMULADO	CLASIFICACIÓN ABC	PRESENTACIÓN
1	Carbofilm 3T	Tm	1200.00	1300.00	1275.00	1258.33	45%	45%		25 y 1000 kg
2	Hidol P-1000	Tm	300.00	280.00	290.00	290.00	10%	55%		25 kg
3	Hidol Granulado G-14	Tm	120.00	130.00	125.00	125.00	4%	60%		25 kg
4	Caolín PBA	Tm	120.00	110.00	115.00	115.00	4%	64%		25 y 1000 kg
5	Carbofilm CR-70	Tm	105.00	100.00	110.00	105.00	4%	68%	A	25 kg
6	Caolín Ceratex Abrasivo M-88	Tm	105.00	100.00	100.00	101.67	4%	71%		25 kg
7	Bentonita Natural	Tm	91.00	101.00	96.00	96.00	3%	75%		25 kg
8	Kalite PNT	Tm	90.00	90.00	87.00	89.00	3%	78%		25 kg
9	Yeso Agrícola Fino	Tm	60.00	55.00	65.00	60.00	2%	80%		25 kg
10	Carbofilm 4T	Tm	55.00	58.00	60.00	57.67	2%	84%		25 kg
11	Caolín Extender	Tm	60.00	57.00	55.00	57.33	2%	82%		25 y 1000 kg
12	Kalite PVC	Tm	55.00	60.00	50.00	55.00	2%	86%		25 kg
13	Tiza ISX CARB 5	Tm	45.00	60.00	60.00	55.00	2%	88%	B	30 kg
14	Tiza Masilla	Tm	55.00	60.00	50.00	55.00	2%	90%		25 kg
15	Tiza CP B	Tm	45.00	60.00	45.00	50.00	2%	92%		30 kg
16	Tiza CP 32 T	Tm	30.00	60.00	45.00	45.00	2%	94%		30 kg
17	Talco Gris PMP	Tm	39.00	45.00	51.00	45.00	2%	95%		25 kg
18	Bentonita Granocat	Tm	20.00	15.00	20.00	18.33	1%	96%		25 kg
19	Alcantol	Tm	15.00	16.00	15.00	15.33	1%	96%	C	30 kg
20	Talco Óptico	Tm	15.00	14.00	13.00	14.00	1%	97%		25 kg
21	Baritina L	Tm	12.00	12.00	13.00	12.33	0%	97%		25 kg

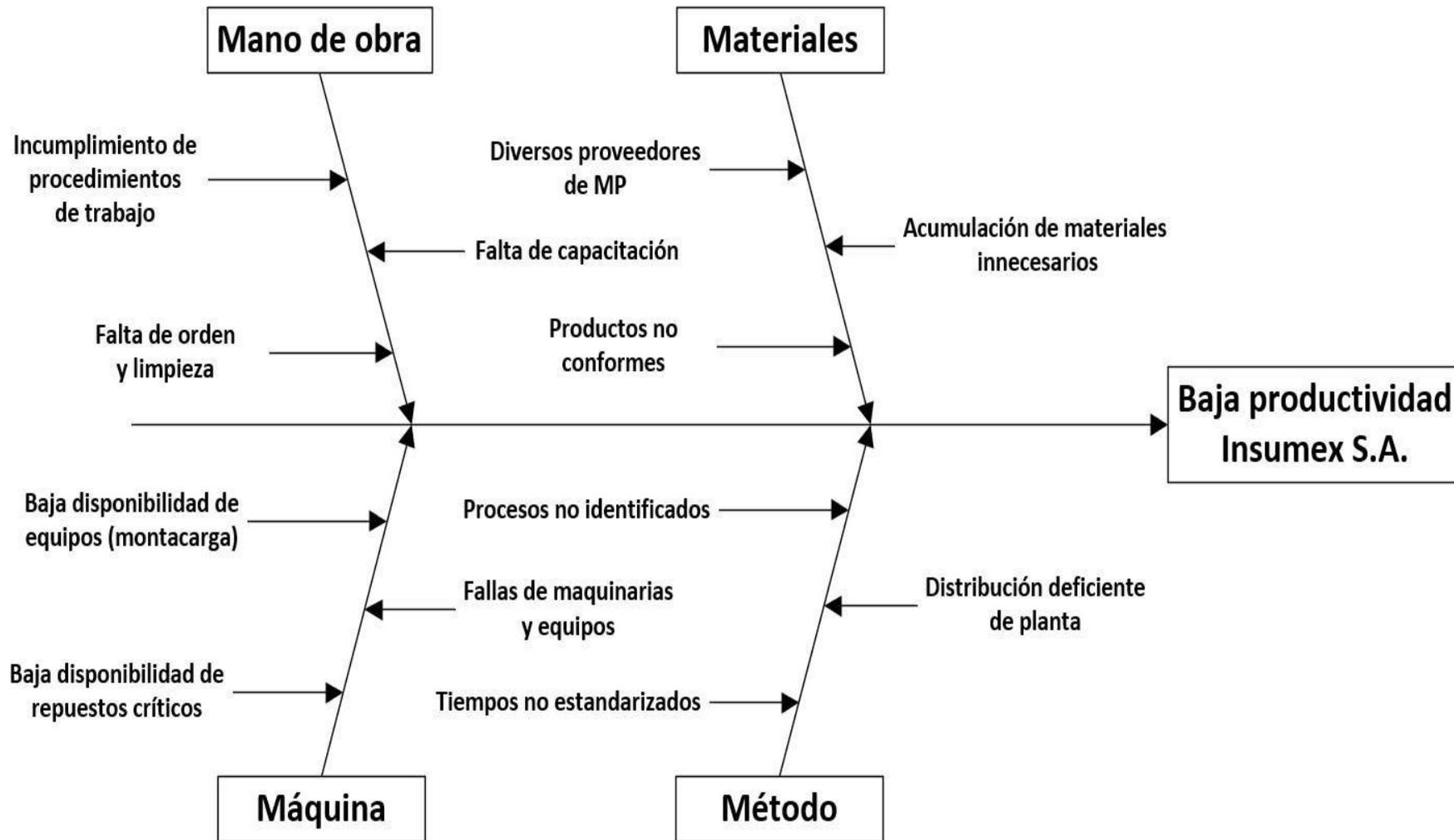
22	Carbonato De Calcio Ibis	Tm	12.00	10.00	12.00	11.33	0%	98%	25 kg
23	Caolín R-4 FR	Tm	7.00	13.00	10.00	10.00	0%	98%	25 kg
24	Dolomita Agromex	Tm	9.00	12.00	8.00	9.67	0%	99%	25 y 800
25	Talco Anti-Stiquie	Tm	11.00	9.00	6.00	8.67	0%	99%	30 kg
26	Hidol Granulado	Tm	6.00	7.00	4.00	5.67	0%	99%	25 kg
27	Perfogel HV	Tm	4.00	6.00	5.00	5.00	0%	99%	25 kg
28	Baritina SBL	Tm	5.00	4.00	5.00	4.67	0%	99%	22.68 kg
29	Bentomex	Tm	4.00	4.00	4.00	4.00	0%	100%	25 kg
30	Tiza ISX -20	Tm	4.00	4.00	2.50	3.50	0%	100%	25 kg
31	Caolín R-4	Tm	1.50	3.00	3.00	2.50	0%	100%	25 y 1000 kg
32	Talco Std. Expor.	Tm	1.50	2.00	1.90	1.80	0%	100%	30 kg
33	Magnesita MG-5	Tm	1.20	1.50	1.20	1.30	0%	100%	25 y 800
34	Tandol TM	Tm	1.00	1.00	1.00	1.00	0%	100%	25 kg
35	Talco Sul	Tm	0.90	0.90	0.90	0.90	0%	100%	30 kg
36	Ácido Esteárico Triple Prensado	Tm	1.00	1.00	0.50	0.83	0%	100%	25 kg
37	Baritina SBL A	Tm	0.50	0.60	0.40	0.50	0%	100%	25 kg
38	Insumag Activado	Tm	0.10	0.10	0.20	0.13	0%	100%	25 y 1000 kg
39	Carbo 1611	Tm	0.10	0.10	0.10	0.10	0%	100%	30 kg
40	Ceramic MG-4	Tm	0.03	0.03	0.03	0.03	0%	100%	30 kg
41	Perfogel PCP	Tm	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	100%	22.68 kg
TOTAL						2791.60	100%		

Anexo 6: Descripción de productos de clase “A”, facilitados por el Jefe de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Insumex S.A.

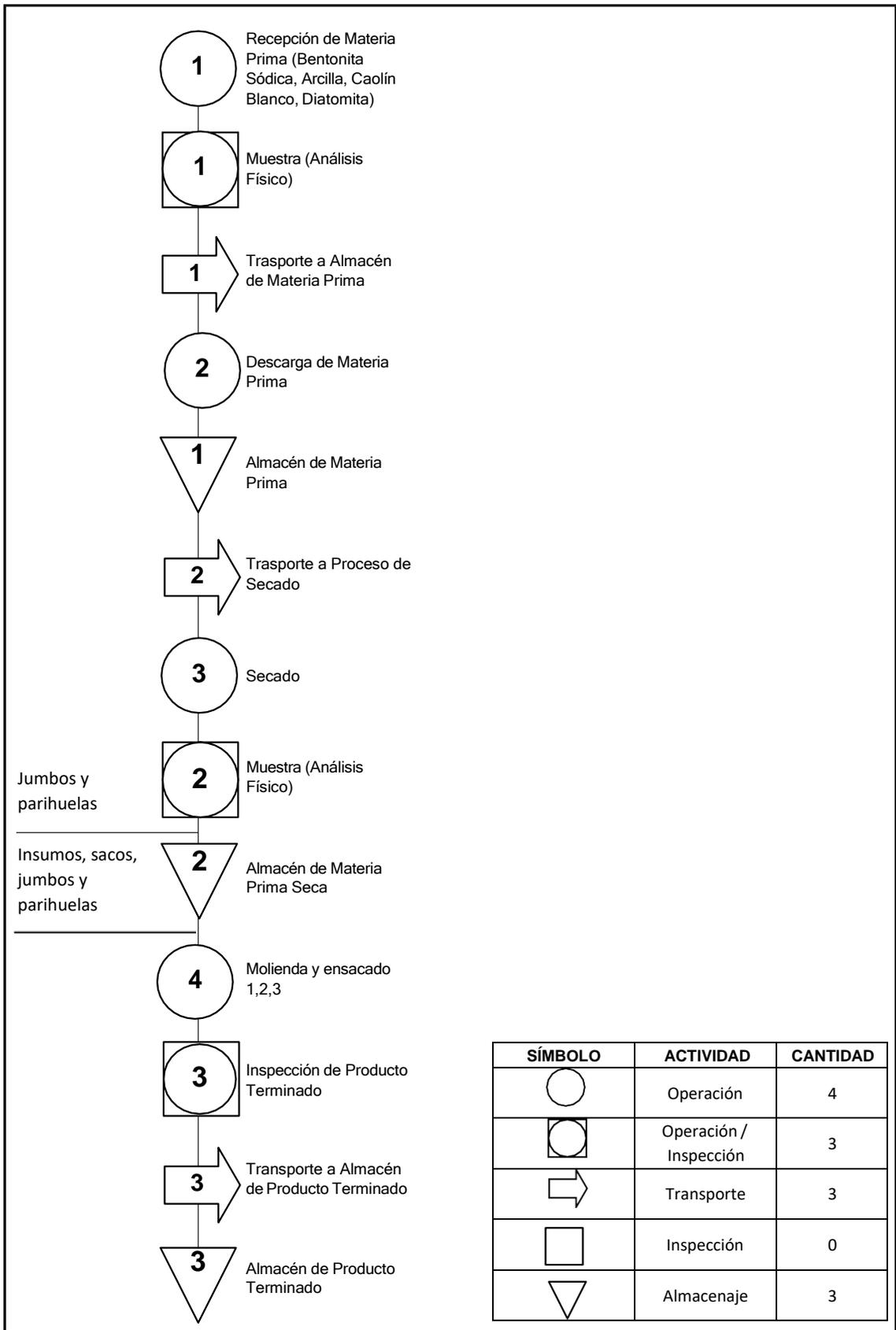
Nº	NOMBRE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN	GRANULOMETRÍA		DUREZA	HUMEDAD A 105°C	APLICACIÓN
			%	MALLA	RESIDUO	Mohs	%	
1	Bentonita Natural	Es un silicato de aluminio sódico de color claro a crema que se presenta como polvo; forma suspensiones coloidales en agua con fuertes propiedades tixotrópicas. Es insoluble en agua, alcohol, ácidos diluidos y en bases.	100% Bentonita Sódica	200 (75µm)	Máx. 4.00%	1.50 - 2.00	Máx. 10.00	Se emplea en la preparación de emulsiones asfálticas, moldes de fundición, perforación de diamantina y como modificador reológico.
2	Caolín Ceratex Abrasivo M-88	Es un mineral tipo silicato se presenta en forma de polvo de color crema a rojo; es insoluble en agua, ácidos diluidos e hidróxidos alcalinos; tiene gran plasticidad y lubricidad.	100% Arcilla	324 (45µm)	Máx. 2.00%	1.50 - 2.50	Máx. 7.00	Uso en relleno, revestimiento de papel y caucho, cementos, fertilizantes, preparaciones anti aglutinantes, insecticidas, fuente de alúmina, y aislantes eléctricos.
3	Caolín PBA	Es una arcilla suave que se presenta en forma de polvo de color crema a rojo; es insoluble en agua, ácidos diluidos e hidróxidos alcalinos.	100% Caolín Blanco	325 (45µm)	Máx. 5.00%	1.50 - 2.50	Máx. 7.00	Es utilizado como fuente de alúmina utilizada en las formulaciones para combatir la diarrea y alimentos balanceados.
4	Carbofilm 3T	Es un carbonato de calcio recubierto de alta pureza con un contenido mínimo de sílice y materiales insolubles.	99.65% Carbonato de Calcio Crema A + 0.35% Ácido Esteárico	3.0+/-3% µm (Laser BT-2003)		3.0	Máx. 0.70	Se usa como carga en aplicaciones de PVC rígido, perfiles y corrugados en plastisoles de PVC y polietileno.
5	Carbofilm CR-70	Es un carbonato de calcio recubierto de alta pureza con un contenido mínimo de sílice y materiales insolubles.	99.65% Carbonato de Calcio Crema A + 0.35% Ácido Esteárico	3.5 +/- 5% µm (Laser BT-2003)		3.0	Máx. 0.70	Se usa como carga en aplicaciones de PVC rígido, perfiles, etc.

6	Hidol Granulado G-14	Es un dióxido de silicio de alta pureza, soluble en álcalis fuertes, insoluble en ácidos excepto clorhídrico.	100% Diatomita (Polvo)	8 (2.36m m)	50.0 - 70.0%	6.00 - 7.00	Máx. 10.00	Se usa como fertilizantes retenedores de líquidos, como agente aislante, mejorador de tierras.
7	Hidol P-1000	Es un dióxido de silicio de alta pureza, color blanco, baja densidad aparente y no combustible.	100% Carbonato de Calcio Crema A	325 (45µm)	Máx. 2.00%	6.00 - 7.00	Máx. 10.00	Se usa como agente aislante, absorbente, productos de caucho, cerámica, en pinturas como control de reología, refractario, anti aglomerante, fertilizantes como retenedor de líquidos.
8	Kalite PNT	Es un carbonato de calcio de alta pureza que se presenta como un polvo blanco, inodoro e insípido. Se descompone a 825°C, no combustible, ligeramente soluble en agua pero soluble en ácidos con desprendimiento de dióxido de carbono.	98.3% Carbonato de Calcio Crema A + 1.35% Talco + 0.35% Dióxido de Titanio	400 (38µm)	Máx. 0.015%	3.0	Máx. 0.70	Este pigmento por su alto color y poder cubriente es recomendado para su aplicación en pinturas, tintas, plásticos y recubrimiento de papel.
9	Yeso Agrícola Fino	El Sulfato de Calcio bihidratado, se utiliza como un fertilizante natural y como enmienda al suelo aumentando su capacidad productiva.	100% Yeso Común	80 (180µm)	Máx. 20.00%		Máx. 7.00	Aporta calcio y azufre para la nutrición vegetal, regula los suelos ácidos y sirve para tratar la toxicidad por aluminio.

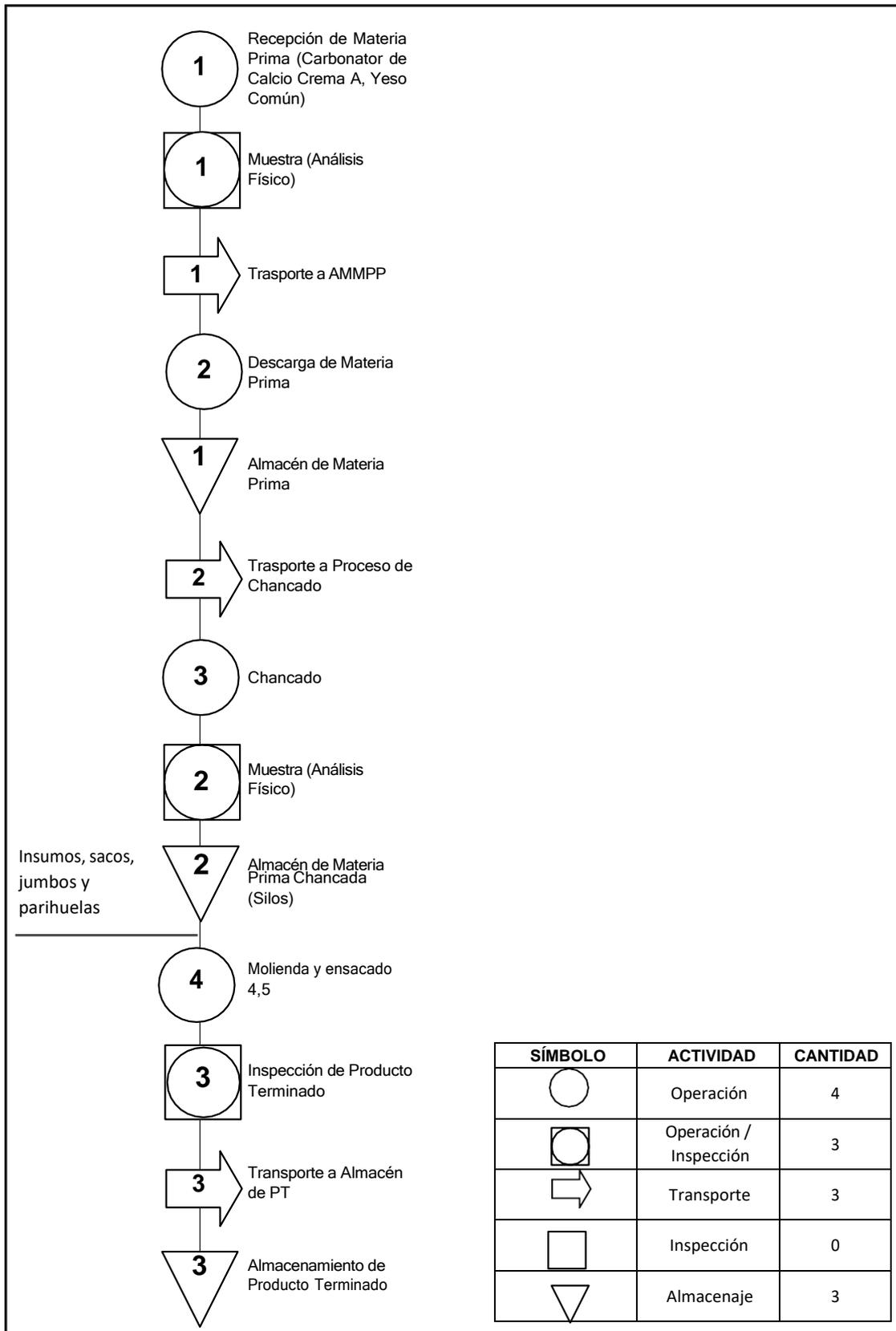
Anexo 7: Diagrama de Ishikawa de baja productividad en el segundo semestre 2020 en la empresa Insumex S.A.



Anexo 8: Diagrama de operaciones de los productos de la familia 1 de la empresa Insumex S.A.



Anexo 9: Diagrama de operaciones de los productos de la familia 2 de la empresa Insumex S.A.



Anexo 10: Reporte de tonelaje de almacenes de materia prima y producto terminado de productos de clase “A” en marzo 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

ALMACENES – FAMILIA 1		UNIDAD	TOTAL
1. ALMACÉN DE MATERIA PRIMA		Tm	530.00
Arcilla		Tm	350.00
Bentonita Sódica		Tm	0.00
Caolín Blanco		Tm	120.00
Diatomita (Polvo)		Tm	60.00
2. ALMACÉN DE SECADORA (JUMBOS DE 1 Tm)		Tm	250.00
3. ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO		Tm	226.80
Bentonita Natural		Tm	18.10
Caolín Ceratex Abrasivo M-88		Tm	32.80
Caolín PBA		Tm	17.85
Hidol Granulado G-14		Tm	84.57
ALMACENES – FAMILIA 2		UNIDAD	TOTAL
1. ALMACÉN DE MATERIA PRIMA		Tm	490.00
Carbonato De Calcio Crema A		Tm	400.00
Yeso Común		Tm	90.00
2. ALMACÉN DE CHANCADORA (SILOS)		Tm	80.00
3. ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO		Tm	958.45
Carbofilm 3T		Tm	726.58
Carbofilm CR-70		Tm	143.40
Kalite PNT		Tm	36.03
Yeso Agrícola Fino		Tm	52.45

Anexo 11: Disponibilidad de funcionamiento y ratio de producción de equipos del área de producción, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

EQUIPO	UNIDAD	DISPONIBILIDAD	UNIDAD	RATIO
SECADORA	%	87.13%	Tm/h	1.5
CHANCADORA	%	85.00%	Tm/h	9.4
MOLINO Y ENSACADORA 1	%	64.48%	Tm/h	3
MOLINO Y ENSACADORA 2	%	86.97%	Tm/h	3
MOLINO Y ENSACADORA 3	%	71.73%	Tm/h	2.5
MOLINO Y ENSACADORA 4	%	89.79%	Tm/h	3
MOLINO Y ENSACADORA 5	%	69.71%	Tm/h	2

Anexo 12: Reporte de ventas de productos de clase “A” en el primer trimestre 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

FAMILIA 1	ENE	FEB	MAR	PROM.	TOTAL
Bentonita Natural	110.00	100.00	90.00	100.00	300.00
Caolín Ceratex Abrasivo M-88	85.00	95.00	120.00	100.00	300.00
Caolín PBA	160.00	170.00	120.00	150.00	450.00
Hidol Granulado G-14	145.00	115.00	210.00	156.67	470.00
Hidol P-1000	310.00	335.00	365.00	336.67	1010.00
Total	810.00	815.00	905.00	843.33	2530.00
FAMILIA 2	ENE	FEB	MAR	PROM.	TOTAL
Carbofilm 3T	1200.00	1300.00	1400.00	1300.00	3900.00
Carbofilm CR-70	182.00	186.00	191.00	186.33	559.00
Kalite PNT	110.00	115.00	145.00	123.33	370.00
Yeso Agrícola Fino	80.00	50.00	90.00	73.33	220.00
Total	1572.00	1651.00	1826.00	1683.00	5049.00
Total General	2382.00	2466.00	2731.00	2526.33	7579.00

Anexo 13: Resultados de priorización de oportunidades de mejora de mayor impacto en los desperdicios y las operaciones que no agregan valor en los procesos del área de Producción según jefaturas y supervisores de la empresa Insumex S.A.

ESCALA DE VALORACIÓN		MUY FUERTE	FUERTE	MODERADO	BAJO	MUY BAJO	
		5	4	3	2	1	
APELLIDOS Y NOMBRES	PUESTO	FAMILIA 1			FAMILIA 2		
		Lead Time elevado	Tiempo de cambio de preparación elevado	Tiempo de cambio de preparación elevado	Lead Time elevado	Tiempo de cambio de preparación elevado	Tiempo de cambio de preparación elevado
		JIT	5S	SMED	JIT	5S	SMED
		A	B	C	D	E	F
Arauco Jurado, Alex	Jefe de Planta y Mantenimiento	3	5	5	3	5	5
Cerdan Cotrina, Leonard	Jefe de Calidad	3	5	5	3	5	5
Hinostroza Aguilar, Ale	Supervisor de calidad	2	5	5	2	4	5
Robles Zúñiga, Junior	Supervisor de calidad	2	5	5	2	4	5
Jerónimo Meza, Giuseppe	Supervisor de calidad	2	5	5	2	4	5
Gavidia Sandoval, Lilia	Jefe de Almacén	3	4	4	4	4	5
Huanca Pérez, Nataly	Jefe de Logística	2	4	4	3	4	5
Huaman Limaco, Gloria	Jefe de Ventas	3	5	5	3	5	5
Total		20	38	38	22	35	40

Anexo 14: Reporte de costos de producción del primer trimestre 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

DESCRIPCION	UNIDAD	ENE	FEB	MAR
Costo de Mano de Obra directa	S/. X h	60787.17	53053.33	56739
Costo Unitario de Electricidad	S/. X kW	0.36	0.33	0.35
Consumo Molino 1	kW/h	222.08	222.08	222.08
Consumo Molino 2	kW/h	221.41	221.41	221.41
Consumo Molino 3	kW/h	171.89	171.89	171.89
Consumo Molino 4	kW/h	222.82	222.82	222.82
Consumo Molino 5	kW/h	147.23	147.23	147.23
Consumo Secadora	kW/h	25.46	25.46	25.46
Consumo Chancadora	kW/h	61.99	61.99	61.99

Anexo 15: Reporte de costos unitarios del primer trimestre 2021, data extraída del ERP Sofya de la empresa Insumex S.A.

ENERO	COSTO UNITARIO	UNIDAD	FACTORES	TOTAL	UNIDAD						
Mano de obra directa	7.49	S/ X h	Costo de mano de obra directa	60787.00	S/						
			Números de operadores del mes	35	Ud.						
			Días del mes	29	días						
			Horas por turno	8	días						
			Producción neta de producto terminado	3357.88	Tm						
Costo Unitario de Electricidad	0.36	S/ X kW	Costo unitario de Electricidad	0.3600	S/ X kW						
Consumo Molino 1	222.08	kW/h	Consumo Molino 1	222.08	kW/h						
Consumo Molino 2	221.41	kW/h	Consumo Molino 2 - Clasificador Gringo	221.41	kW/h						
Consumo Molino 3	171.89	kW/h	Consumo Molino 3	171.89	kW/h						
Consumo Molino 4	222.82	kW/h	Consumo Molino 6	222.82	kW/h						
Consumo Molino 5	147.23	kW/h	Consumo Molino BAHUER	147.23	kW/h						
Consumo Secadora	25.46	kW/h	Consumo Secadora	25.46	kW/h						
Consumo Chancadora	61.99	kW/h	Consumo Chancadora	61.99	kW/h						
Costo de materia prima de Familia 1	188.00	S/	Bentonita Sódica	170.00	S/						
			Arcilla	165.00	S/						
			Caolín Blanco	165.00	S/						
			Diatomita (Polvo)	220.00	S/						
Costo de materia prima de Familia 2	120.00	S/	Diatomita (Polvo)	220.00	S/						
			Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/						
			Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/						
			Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/						
FEBRERO	COSTO UNITARIO	UNIDAD	FACTORES	TOTAL	UNIDAD						
						Mano de obra directa	7.29	S/ X h	Costo de mano de obra directa	53053.00	S/
									Números de operadores del mes	35	Ud.
									Días del mes	26	días
									Producción neta de producto terminado	2874.39	Tm
Costo Unitario de Electricidad	0.33	S/ X kW	Costo unitario de Electricidad	0.33	S/ X kW						
Consumo Molino 1	222.08	kW/h	Consumo Molino 1	222.08	kW/h						
Consumo Molino 2	221.41	kW/h	Consumo Molino 2 - Clasificador Gringo	221.41	kW/h						
Consumo Molino 3	171.89	kW/h	Consumo Molino 3	171.89	kW/h						

Consumo Molino 4	222.82	kW/h	Consumo Molino 6	222.82	kW/h
Consumo Molino 5	147.23	kW/h	Consumo Molino BAHUER	147.23	kW/h
Consumo Secadora	25.46	kW/h	Consumo Secadora	25.46	kW/h
Consumo Chancadora	61.99	kW/h	Consumo Chancadora	61.99	kW/h
Costo de materia prima de Familia 1	188.00	S/	Bentonita Sódica	170.00	S/
			Arcilla	165.00	S/
			Caolín Blanco	165.00	S/
			Diatomita (Polvo)	220.00	S/
			Diatomita (Polvo)	220.00	S/
Costo de materia prima de Familia 2	120.00	S/	Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/
			Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/
			Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/
			Yeso Común	S/90.00	S/
MARZO	COSTO UNITARIO	UNIDAD	FACTORES	TOTAL	UNIDAD
Mano de obra directa	7.51	S/ X h	Costo de mano de obra directa	56739.00	S/
			Números de operadores del mes	35	Ud.
			Días del mes	27	días
			Producción neta de producto terminado	3090.74	Tm
Costo Unitario de Electricidad	0.35	S/ X kW	Costo unitario de Electricidad	0.35	S/ X kW
Consumo Molino 1	222.08	kW/h	Consumo Molino 1	222.08	kW/h
Consumo Molino 2	221.41	kW/h	Consumo Molino 2 - Clasificador Gringo	221.41	kW/h
Consumo Molino 3	171.89	kW/h	Consumo Molino 3	171.89	kW/h
Consumo Molino 4	222.82	kW/h	Consumo Molino 6	222.82	kW/h
Consumo Molino 5	147.23	kW/h	Consumo Molino BAHUER	147.23	kW/h
Consumo Secadora	25.46	kW/h	Consumo Secadora	25.46	kW/h
Consumo Chancadora	61.99	kW/h	Consumo Chancadora	61.99	kW/h
Costo de materia prima de Familia 1	188.00	S/	Bentonita Sódica	170.00	S/
			Arcilla	165.00	S/
			Caolín Blanco	165.00	S/
			Diatomita (Polvo)	220.00	S/
			Diatomita (Polvo)	220.00	S/
Costo de materia prima de Familia 2	120.00	S/	Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/
			Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/
			Carbonato De Calcio Crema A	S/130.00	S/
			Yeso Común	S/90.00	S/

Anexo 16: Resultado de diagnóstico inicial de la herramienta 5S, en el proceso de molienda y ensacado de la empresa Insumex S.A.

EVALUACION 5S				
RESPONSABLES	Ing. Alex Arauco Jurado (Jefe de Producción) / Br. Thalia Panta		FECHA	Abril, 2021
ÁREA	Producción		PROCESO	Molienda y ensacado
CALIFICACION	1 (Malo)	2 (Regular)	3 (Bueno)	4 (Excelente)
DESCRIPCION				
CLASIFICAR			CALIFICACION	
No existen objetos innecesarios y residuos en el piso			1	
No existen equipos, herramientas y materiales innecesarios			1	
No existen cables, mangueras u otros en las zonas de tránsito			1	
Se cuenta solo con lo necesario para trabajar			1	
No es difícil encontrar lo que se busca			1	
SUB TOTAL			5	
ORDENAR			CALIFICACION	
Las herramientas, equipos, materiales u otros están en su lugar			1	
Los contenedores de herramientas, materiales u otros están identificados			1	
No hay objetos sobre o debajo de estantes, máquinas u otros			1	
Las zonas de tránsito están debidamente identificadas y despejadas			1	
La información de los periódicos murales esta ordenada y actualizada			2	
SUB TOTAL			6	
LIMPIAR			CALIFICACION	
El piso del área está limpio, libre de residuos y polvo			2	
Las herramientas, equipos u otros del área están limpios			2	
Los tanques de residuos están limpios y se utilizan correctamente			2	
La señalización del área está limpio y legible			2	
Los periódicos murales están limpios y legibles			2	
SUB TOTAL			10	
ESTANDARIZAR			CALIFICACION	
Existen instrucciones de clasificación, orden y limpieza			2	
Existen lugares definidos para los materiales, herramientas u otros			2	
Existen mecanismos de control visual			1	
Existe programa de auditorías internas de evaluación de las 5S			1	
Existen planes de mejora			1	
SUB TOTAL			7	
DISCIPLINA			CALIFICACION	
Se hace orden y limpieza de forma sistemática			2	
Se motivan nuevas prácticas de mejora			1	
Se cumple con el programa de auditorías internas de evaluación de las 5S			1	
Se cumple con las acciones de mejora programadas			1	
Se mantiene limpio y ordenado el área de trabajo			2	
SUB TOTAL			7	
TOTAL			35	
% CUMPLIMIENTO			35%	
OBSERVACIONES				
<ul style="list-style-type: none"> - Un respirador de media cara y una bolsa colgados en los periódicos murales e información desactualizada. - Parihuelas mal apiladas en el punto de segregación de residuos sólidos. - Botellas de vidrio y plástico en la chumacera del molino y en la parihuela de un aditivo (ácido esteárico). - Compresora y botellas de oxígeno en zona de tránsito. - Acumulación de residuos no aprovechables y chatarra en zona de tránsito. - Sacos nuevos en diversos lugares y un balde de grasa junto a un jumbo de material no identificado. 				

Anexo 17: Diagrama de análisis de proceso para preparación de cambio de productos de clase “A” de la familia 1, en el proceso de molienda y ensacado de la empresa Insumex S.A.

PROCESO DE MOLIENDA Y ENSACADO - FAMILIA 1							
ACTIVIDAD		MÉTODO ACTUAL					
Operaciones	○	13					
Inspección	□	2					
Transporte	⇨	6					
Espera	D	0					
Almacén	▽	0					
TOTAL		21					
DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
		○	□	⇨	D	▽	
Avisar cambio de producto	0.50	●					Lo realiza el supervisor de turno
Recuento de sacos o jumbos para acabar el lote programado	1.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Apagar máquina	3.00	●					Lo realiza el operador del equipo
Trasladar lote de producto terminado a Almacén	8.00	●					Lo realiza el operador de montacarga
Traer herramientas y materiales de Almacén	13.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Realizar limpieza del molino	10.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Realizar lubricación a los soportes del molino	3.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Colocar breca en el piñón de transmisión	3.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Descargar mangas de filtro	2.50	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Limpiar el imán del detector de metales	1.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	2.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Llevar herramientas y materiales a Almacén	11.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Limpiar área de trabajo	5.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Segregar residuos sólidos	5.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Transportar materia prima (seca)	5.00	●					Lo realiza el operador de montacarga
Transportar sacos o jumbos y parihuelas	15.00	●					Lo realiza el operador de montacarga
Encender máquina	5.00	●					Lo realiza el operador del equipo
Moler y ensacar producto terminado (1TM)	14.11	●					Lo realiza el ayudante del operador
Analizar calidad del producto terminado	15.00	●					Lo realiza el supervisor de turno
Inspeccionar producto terminado	3.00	●					Lo realiza el supervisor de turno
Transportar producto terminado a Almacén	8.00	●					Lo realiza el operador de montacarga
Total	133.11	13	2	6	0	0	

Anexo 18: Diagrama de análisis de proceso para preparación de cambio de productos de clase “A” de la familia 2, en el proceso de molienda y ensacado de la empresa Insumex S.A.

PROCESO DE MOLIENDA Y ENSACADO - FAMILIA 2							
ACTIVIDAD		MÉTODO ACTUAL					
Operaciones	○	13					
Inspección	□	2					
Transporte	⇨	5					
Espera	D	0					
Almacén	▽	0					
TOTAL		20					
DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
		○	□	⇨	D	▽	
Avisar cambio de producto	0.50	●					Lo realiza el supervisor de turno
Recuento de sacos o jumbos para acabar el	1.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Apagar máquina	3.00	●					Lo realiza el operador del equipo
Trasladar lote de producto terminado a Alma	8.00	●					Lo realiza el operador de montacarga
Traer herramientas y materiales de Almacén	13.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Realizar limpieza del molino	10.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Realizar lubricación a los soportes del molino	3.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Colocar breca en el piñón de transmisión	3.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Descargar mangas de filtro	2.50	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Limpiar el imán del detector de metales	1.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Revisar que la balanza este en posición correcta, y verificar el peso con el patrón	2.00	●					Lo realiza el operador de equipo y ayudante
Llevar herramientas y materiales a Almacén	11.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Limpiar área de trabajo	5.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Segregar residuos sólidos	5.00	●					Lo realiza el ayudante del operador
Transportar sacos o jumbos y parihuelas	15.00	●					Lo realiza el operador de montacarga
Encender máquina	5.00	●					Lo realiza el operador del equipo
Moler y ensacar producto terminado (1TM)	8.90	●					Lo realiza el ayudante del operador
Analizar calidad del producto terminado	15.00	●					Lo realiza el supervisor de turno
Inspeccionar producto terminado	3.00	●					Lo realiza el supervisor de turno
Transportar producto terminado a Almacén	8.00	●					Lo realiza el operador de montacarga
Total	122.90	13	2	5	0	0	

Anexo 19: Cantidades y tiempos promedios de cambios de productos de clase “A”, extraídos del ERP Sofya de la producción del primer trimestre 2021 de la empresa Insumex S.A.

PRODUCTOS	CANTIDAD DE CAMBIOS				TIEMPO PROM. DE CAMBIO (min.)
	ENE	FEB	MAR	TOTAL	
FAMILIA 1					
Bentonita Natural	15	16	0	31	132.87
Caolín Ceratex Abrasivo M-88	11	0	9	20	133.57
Caolín PBA	20	12	2	34	135.27
Hidol Granulado G-14	6	11	25	42	132.17
Hidol P-1000	34	39	18	91	131.67
Total	86	78	54	218	133.11
FAMILIA 2					
Carbofilm 3T	78	70	76	224	125.20
Carbofilm CR-70	24	9	20	53	123.10
Kalite PNT	7	6	14	27	121.10
Yeso Agrícola Fino	10	3	11	24	122.20
Total	119	88	121	328	122.90
Total General	205	166	175	546	128.00