

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN POR PROCESO PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA DE REVESTIMIENTOS MINEROS EN LA
CIUDAD DE AREQUIPA**

Tesis presentada por la Bachiller:

Polanco Delgado, Andrea Camila

Para optar por el Título Profesional de:

Ingeniera Industrial

Asesor:

Ing. Urday Luna, Ferly Elmer

Arequipa – Perú

2021

DICTAMEN APROBATORIO DE BORRADOR DE TESIS

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 09 de Noviembre del 2021

Dictamen: 002919-C-EPII-2021

Visto el borrador del expediente 002919, presentado por:

2014601452 - POLANCO DELGADO ANDREA CAMILA

Titulado:

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN POR PROCESO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD
DE UNA PLANTA DE REVESTIMIENTOS MINEROS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1779 - RODRIGUEZ SALAZAR OSWALDO RENE
DICTAMINADOR**



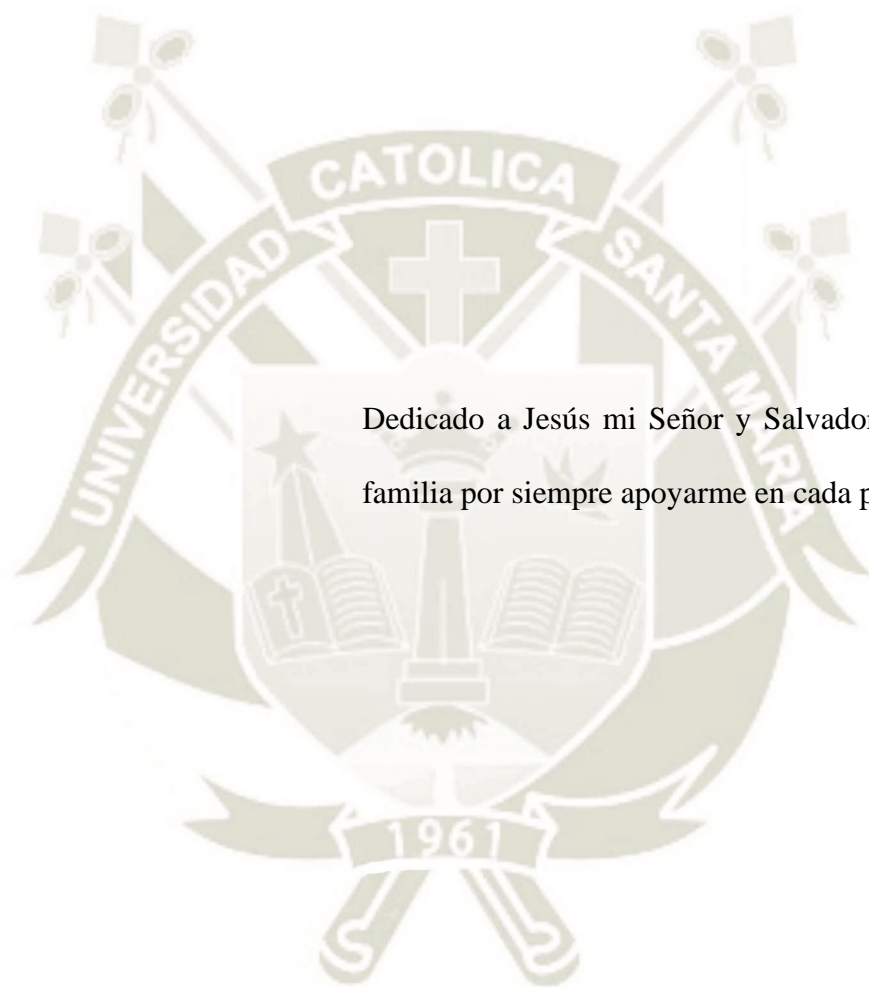
**1840 - ZEVALLOS GONZALES WILBERT FELIPE
DICTAMINADOR**



**2239 - TUPAYACHY QUISPE DANNY PAMELA
DICTAMINADOR**

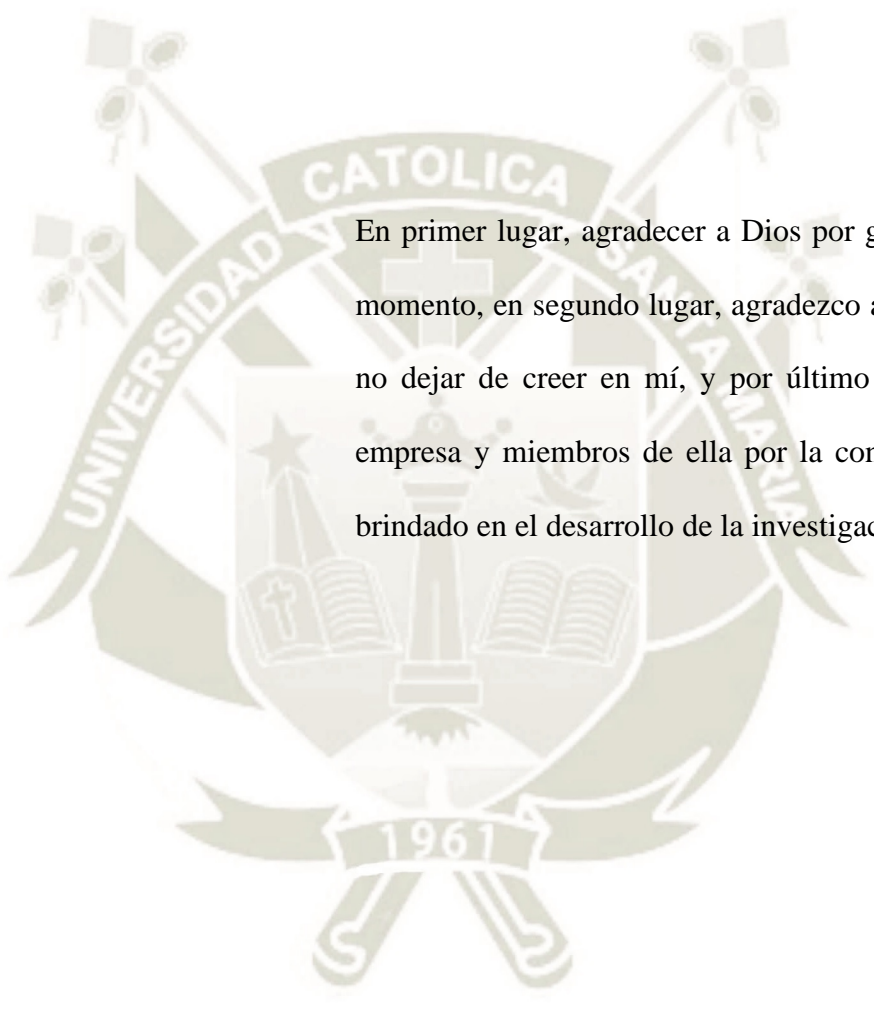


DEDICATORIA



Dedicado a Jesús mi Señor y Salvador, dedicado a mi familia por siempre apoyarme en cada paso.

AGRADECIMIENTOS



En primer lugar, agradecer a Dios por guiarme en todo momento, en segundo lugar, agradezco a mi familia por no dejar de creer en mí, y por último agradezco a la empresa y miembros de ella por la confianza y apoyo brindado en el desarrollo de la investigación.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de proponer un modelo de gestión por procesos para poder incrementar la productividad del área de producción de una empresa dedicada a la fabricación y servicio de revestimiento a piezas de procesos mineros.

La investigación es de diseño no experimental transversal de nivel exploratorio y método mixto, siendo la entrevista y la revisión documental las técnicas utilizadas para el levantamiento de información. Como parte del diagnóstico situacional, se realizó un análisis de procesos actual del área de producción, lo que involucró a los procesos de granallado, revestimiento, vulcanizado y acabados, a esto se añade la elaboración y evaluación de indicadores de que permitieron analizar la sostenibilidad de la propuesta planteada.

Tras la evaluación de cada proceso se utilizó el diagrama de Ishikawa para poder identificar las causas de los principales problemas encontrados; posteriormente se realizó una calificación por parte de todos los involucrados, lo que permitió seleccionar las causas principales a través de un diagrama de Pareto.

Para la selección de posibles soluciones se tomó en cuenta los pilares estratégicos de la organización, se asignó una ponderación a cada uno de ellos pudiendo así seleccionar una solución de impacto y acorde a la empresa.

Se desarrolló una propuesta para cada problema identificado, calculando a su vez el costo de su implementación, según el impacto y mejora que traería esta solución al proceso. Finalmente se realizó un análisis costo beneficio del modelo de gestión por proceso considerando el costo de las propuestas y el beneficio cuantitativo que trae consigo la implementación de cada una de ellas al área de producción de la planta de revestimiento.

Palabras clave: *Procesos, gestión por procesos, productividad, indicadores de gestión.*

ABSTRACT

This work was carried out with the objective of proposing a Business Process Management Model to increase the productivity of production area of a company dedicated to manufacture and service of coating for mining process parts.

The research is a non-experimental transversal design of exploratory level and mixed method, being the interview and documentary review the techniques used for the collection of information. As part of the situational diagnosis, an analysis of current processes in the production area was carried out, which involved the process blasting, coating, vulcanizing and finishing, in addition to the development and evaluation of indicators that allowed analyzing the sustainability of the proposed proposal.

After the evaluation of each process, the Ishikawa diagram was used to identify the causes of the main problems encountered; subsequently, a rating was made by all those involved, which made it possible to select the main causes through a Pareto diagram.

For the selection of possible solutions, the strategic pillars of the organization were taken into account and a weighting was assigned to each one of them, thus allowing the selection of a solution that would have an impact and be in line with the company.

A proposal was developed for each problem identified, calculating the cost of its implementation, according to the impact and improvement that this solution would bring to the process. Finally, a cost-benefit analysis of the process management model was carried out considering the cost of the proposals and the quantitative benefit that the implementation of each of them brings to the production area of the coating plant.

Keywords: *Process, Business Process Management, productivity, KPI.*

ÍNDICE

DICTAMEN APROBATORIO DE BORRADOR DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	1
1. Planteamiento teórico.....	2
1.1. Antecedentes del trabajo	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Descripción del Problema.....	3
1.2.2. Formulación del problema	5
1.2.3. Sistematización del problema	5
1.3. Objetivos del estudio.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Justificación del estudio	6
1.4.1. Justificación Económica	6
1.4.2. Justificación Académica	6
1.4.3. Justificación metodológica.....	6

1.4.4.	Justificación Social	6
1.5.	VARIABLES.....	7
1.5.1.	Variable Independiente	7
1.5.2.	Variable dependiente	7
1.5.3.	Operacionalización de las variables.....	7
1.6.	Hipótesis.....	8
1.7.	Alcance del proyecto.....	8
1.7.1.	Temático	8
1.7.2.	Espacial.....	8
1.7.3.	Temporal.....	8
CAPITULO II	9
2.	Marco de referencia teórico	10
2.1.	Antecedentes investigativos	10
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	10
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	11
2.2.	Marco conceptual	12
2.2.1.	Diagrama de Pareto:.....	12
2.2.2.	Diagrama de Flujo.....	13
2.3.	Marco teórico	13
2.3.1.	Gestión por procesos.....	13
2.3.2.	Productividad	22

2.3.3.	Indicadores de gestión.....	24
2.3.4.	Herramientas a emplear	25
2.3.5.	Análisis Costo - Beneficio	29
2.4.	Aspectos metodológicos.....	29
2.4.1.	Diseño de la investigación	29
2.4.2.	Tipo de investigación.....	30
2.4.3.	Nivel de investigación.....	30
2.4.4.	Método de investigación	30
2.4.5.	Técnicas de investigación	31
2.4.6.	Instrumentos de investigación.....	31
2.5.	Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora	32
2.5.1.	Métodos y/o técnicas de ingeniería a aplicarse.....	32
2.5.2.	Herramientas de análisis, planificación, desarrollo y evaluación	32
CAPITULO III.....		34
3.1.	Descripción de la empresa.....	35
3.1.1.	Rubro.....	35
3.1.2.	Actividad principal.....	35
3.1.3.	Breve reseña histórica	35
3.1.4.	Misión	36
3.1.5.	Visión.....	36
3.1.6.	Objetivo y valores de la empresa	36

3.1.7.	Pilares estratégicos	37
3.1.8.	Organigrama	38
3.2.	Análisis del proceso	39
3.2.1.	Mapa de procesos.....	39
3.2.2.	Layout del área.....	42
3.2.3.	Diagrama de recorrido	45
3.2.4.	Diagrama de flujo de procesos.....	46
3.3.	Análisis de datos.....	59
3.3.1.	Productividad	62
3.4.	Indicadores de la situación actual.....	66
3.4.1.	Indicador de Procesos estratégicos	66
3.4.2.	Indicador de Procesos operativo	66
3.4.3.	Indicador de Diagrama de recorrido	66
3.4.4.	Indicador de Diagrama de actividades del proceso.....	66
3.4.5.	Indicador de Eficiencia	67
3.4.6.	Indicador de Eficacia	67
3.4.7.	Indicador de Productividad	67
3.5.	Conclusión del análisis de la situación actual	67
3.5.1.	Mano de Obra	67
3.5.2.	Material	68
3.5.3.	Métodos.....	68

3.5.4.	Maquinaria	69
3.5.5.	Medición	69
3.5.6.	Medio ambiente	70
CAPITULO IV.....		71
4.	Análisis de los problemas – causales	72
4.1.	Diagrama Ishikawa.....	72
4.2.	Identificación de las causas principales	73
4.3.	Identificación de opciones de solución	76
4.3.1.	Selección de la mejor alternativa	77
4.3.2.	Análisis de la propuesta	84
4.4.	Desarrollo de la propuesta.....	84
4.4.1.	Redistribución de planta	84
4.4.2.	Evaluación de proveedores	92
4.4.3.	Elaboración de un instructivo por producto.....	103
4.4.4.	Implementación de un control de horas por OP.....	110
4.4.5.	Mejora en planificación de insumos en el programa semanal	123
4.4.6.	Optimizar el proceso de limpieza de granalla.....	143
CAPITULO V.....		150
5.	Análisis de la propuesta	151
5.1.	Costo de la propuesta	151
5.2.	Beneficio de la propuesta	152

5.2.1. Estimación de indicadores económicos	153
5.2.2. Beneficios cualitativos esperados	155
CONCLUSIONES	157
RECOMENDACIONES.....	159
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	160
ANEXOS	163



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad de piezas entregadas por el proceso de revestimiento	4
Tabla 2 Cantidad de piezas entregadas al cliente.....	4
Tabla 3 Operacionalización de variables	7
Tabla 4 Mapa de procesos.....	42
Tabla 5 Horas totales reportadas por categoría en el año 2019	62
Tabla 6 Indicadores de producción del año 2019	63
Tabla 7 Descripción de categorías de operación en Gweb	65
Tabla 8 Identificación de principales causas	75
Tabla 9 Identificación de opciones de solución	76
Tabla 10 Selección de alternativa de solución – Causa: Mala distribución de planta	78
Tabla 11 Selección de alternativa de solución – Causa: Demora de entrega del alma metálica	79
Tabla 12 Selección de alternativa de solución – Causa: Falta de un instructivo de revestimiento por producto	80
Tabla 13 Selección de alternativa de solución – Causa: Falta de control de horas por OP	81
Tabla 14 Selección de alternativa de solución – Causa: Falta de insumos	82
Tabla 15 Selección de alternativa de solución – Causa: Parada de máquina de granallado por limpieza.....	83
Tabla 16 Análisis de la propuesta	84
Tabla 17 Costos de inversión para redistribución de planta	88
Tabla 18 Cálculo de precio de horas hombre.....	91
Tabla 19 Cálculo de ahorro en transportes	91
Tabla 20 Criterios de evaluación para proveedores	93
Tabla 21 Determinación de peso por criterio.....	94

Tabla 22 Evaluación de proveedor 1	95
Tabla 23 Evaluación de proveedor 2	96
Tabla 24 Evaluación de proveedor 3	97
Tabla 25 Evaluación de proveedor 4	98
Tabla 26 Evaluación de proveedor 5	99
Tabla 27 Evaluación de proveedor 6	100
Tabla 28 Resultado de evaluación de proveedores	100
Tabla 29 Evaluación integral de proveedores críticos	102
Tabla 30 Costos de inversión para la evaluación de proveedores	102
Tabla 31 Costos de inversión para la elaboración de instructivo por producto	110
Tabla 32 Resumen DOP Actual de OP a almacén	113
Tabla 33 Resumen DOP Propuesto de OP a almacén	121
Tabla 34 Resumen de propuesta de mejora	121
Tabla 35 Cálculo de costo horas hombre	122
Tabla 36 Total anual de horas en carga de órdenes de producción	122
Tabla 37 Costos de inversión para la implementación de un control de horas por OP	123
Tabla 38 Lista de insumos – Año 2019	124
Tabla 39 Lista de insumos ordenada para el ingreso de datos	126
Tabla 40 Valores MAPE, MAD, MSD para los artículos del 1 al 10	131
Tabla 41 Valores MAPE, MAD, MSD para los artículos del 11 al 20	131
Tabla 42 Valores MAPE, MAD, MSD para los artículos del 21 al 30	131
Tabla 43 Pronóstico por artículo según menor error	132
Tabla 44 Pronóstico de insumos Año 2020	133
Tabla 45 Insumos clasificados en A B C	134
Tabla 46 Insumos pronosticados por trimestre	135

Tabla 47 Tiempo dedicado al día para la actividad de almacenamiento y despacho	136
Tabla 48 Cantidad de personas involucradas en actividades de almacenamiento y despacho	137
Tabla 49 Costos de personal	137
Tabla 50 Costos de otros recursos	138
Tabla 51 Costos de almacenamiento anual	138
Tabla 52 Tasa de costo de almacenamiento por m ³	139
Tabla 53 Costo de almacenamiento por existencia.....	139
Tabla 54 Tiempo dedicado al día para la actividad de pedido.....	140
Tabla 55 Cantidad de personas involucradas en las actividades de pedido	140
Tabla 56 Costos de personal	141
Tabla 57 Costos de otros recursos	141
Tabla 58 Costos de pedido anual	142
Tabla 59 Costo unitario de pedir.....	142
Tabla 60 Resultados EOQ de insumos Clase A.....	143
Tabla 61 Costos de inversión para la planificación de insumos de producción	143
Tabla 62 Cálculo del precio HH de Operario	145
Tabla 63 Total anual por limpieza en soles para el proceso de granallado (Año 2019).....	145
Tabla 64 Total inversión propuesta de optimización de limpieza en granalla.....	147
Tabla 65 Área de limpieza total	148
Tabla 66 Horas hombre de limpieza total	149
Tabla 67 Total anual por limpieza en soles actual vs propuesto.....	149
Tabla 68 Costos de las propuestas	151
Tabla 69 Flujo de caja actual	152
Tabla 70 Flujo de caja para las propuestas	152

Tabla 71 Resumen de indicadores económicos	155
Tabla 72 Beneficios cualitativos esperados	156



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Límites, elementos y factores de un proceso.....	20
Figura 2 Simbología del diagrama de flujo.....	27
Figura 3 Organigrama de la empresa	38
Figura 4 Layout del área	44
Figura 5 Diagrama de recorrido actual	45
Figura 6 Diagrama Proceso de granallado	48
Figura 7 Diagrama Proceso de revestimiento	52
Figura 8 Diagrama Proceso de vulcanizado.....	54
Figura 9 Diagrama Proceso de acabados	58
Figura 10 Piezas entregadas del proceso de revestimiento.....	59
Figura 11 Porcentaje de cumplimiento de entregas a tiempo del proceso de revestimiento ...	60
Figura 12 Piezas entregadas al cliente	61
Figura 13 Porcentaje de cumplimiento de entregas a tiempo al cliente.....	61
Figura 14 Producción de planta del año 2019.....	64
Figura 15 Horas totales reportadas en el 2019	64
Figura 16 Cumplimiento de proveedor en entrega del alma metálica	69
Figura 17 Análisis FODA	70
Figura 18 Diagrama de Ishikawa	72
Figura 19 Diagrama de Pareto	74
Figura 20 Diagrama de actividades del proceso de producción - Actual	85
Figura 21 Diagrama de recorrido actual	86
Figura 22 Diagrama de actividades del proceso de producción - Propuesta	89
Figura 23 Diagrama de recorrido propuesto	90
Figura 24 Instructivo de revestimiento por producto – Página 1.....	104

Figura 25 Instructivo de revestimiento por producto – Página 2.....	105
Figura 26 Instructivo de revestimiento por producto – Página 3.....	106
Figura 27 Instructivo de revestimiento por producto – Página 4.....	107
Figura 28 Instructivo de revestimiento por producto – Página 5.....	108
Figura 29 Instructivo de revestimiento por producto – Página 6.....	109
Figura 30 Diagrama de Operaciones de entrega de orden de producción a almacén actual..	112
Figura 31 Hoja de proceso de revestimiento - Propuesta 1	115
Figura 32 Hoja de proceso de revestimiento - Propuesta 2	116
Figura 33 Hoja de proceso de revestimiento - Propuesta 3	118
Figura 34 Diagrama de Operaciones de entrega de orden de producción a almacén – Propuesto	120
Figura 35 Captura de ingreso de datos en programa Minitab.....	127
Figura 36 Captura de opciones de la Sección Series de Tiempo	128
Figura 37 Captura de ventana Análisis de tendencia	129
Figura 38 Captura de ventana Suavización exponencial simple y doble	129
Figura 39 Captura de ventana Método Winters	130
Figura 40 Actual cabina de granallado	144
Figura 41 Cabina de granallado propuesta.....	147
Figura 42 Área total de limpieza.....	148
Figura 43 Tasas de interés.....	153

INTRODUCCIÓN

Una empresa que busca mantener su nivel de competitividad en el mercado debe mejorar constantemente, lograr ser más productiva, es decir, lograr más con menos recursos, esto enfocado en cumplir con los requerimientos del cliente y superar sus expectativas con los productos y/o servicios que ofrece.

La gestión por procesos permite a una empresa poder alcanzar dichos objetivos esto a través de la integración de elementos como su misión, visión, objetivos y la identificación, planteamiento, desarrollo, análisis y evaluación de cada uno de sus procesos, con la finalidad de satisfacer las necesidades del cliente. Esto además ofrece una significativa ventaja y adaptabilidad a la demanda volátil con la que se cuenta en la actualidad.

Es por ello que se elaboró el presente trabajo de investigación, el cual se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo 1 se tiene el planteamiento y descripción del problema, así como la formulación de los objetivos, tanto el objetivo general como los específicos. Asimismo, se presenta la justificación, definición y operacionalización de las variables, planteamiento de la hipótesis y determinación del alcance del proyecto.

En el Capítulo 2 se revisó antecedentes a nivel nacional e internacional, trabajos de investigación que utilizaron la misma metodología, la gestión por procesos para mejorar la productividad en una empresa. Además, se presenta el marco conceptual, marco teórico y los aspectos metodológicos de la investigación y de la propuesta de mejora.

En el Capítulo 3 se da la descripción de la empresa, la visión, misión, objetivos, valores y pilares estratégicos. Se realizó el análisis del proceso, mapa de procesos, layout del área, diagrama de recorrido y diagramas de flujo de los procesos del área de producción, para

posteriormente analizar los datos. Forma parte también la elaboración de indicadores para el diagnóstico situacional y conclusiones del análisis de la situación actual de la empresa.

En el Capítulo 4 se analizaron los problemas, todas las conclusiones del análisis fueron plasmadas en un diagrama Ishikawa para poder identificar las causas considerando las 6M. Posterior a esto se realizó un diagrama de Pareto y así poder seleccionar las causas principales, luego realizar la selección de la mejor alternativa a cada problema. Realizando el desarrollo de la propuesta para seis de los problemas encontrados.

El Capítulo 5 con las propuestas elaboradas se realizó un análisis considerando los costos de cada una. Se realizó la estimación de indicadores económicos como VAN y TIR que permiten identificar la rentabilidad y viabilidad de la propuesta planteada. Por último, se realizó una lista de beneficios cualitativos esperados de cada una de las propuestas.

Finalmente, se detallan las conclusiones y recomendaciones resultado del análisis, evaluación y planteamiento de las propuestas de mejora.



CAPÍTULO I

1. Planteamiento teórico

1.1. Antecedentes del trabajo

En la actualidad las empresas están en constante competencia incluso más ahora debido a la paralización de diferentes actividades durante el año 2020 debido a la pandemia del COVID 19, considerando lo perdido en ese año la mayoría de empresas están buscando ser más competitivas, siendo más productivas, para poder satisfacer las necesidades de los clientes.

Las exportaciones peruanas a setiembre fueron impulsadas por los sectores minero, agroexportador y pesquero según indicó la Cámara de Comercio de Lima (CCL), además, según datos hasta la segunda semana de diciembre, las acciones mineras tenían una rentabilidad del 87% en lo que va del año, datos brindados por Miguel Ángel Zapatero gerente general adjunto de negocios de la Bolsa de Valores de Lima (Gestión, 2020).

Para el 2021 según el Ministerio de Energía y Minas se tiene siete proyectos mineros, con fuertes inversiones de los cuales están proyectos como la construcción del proyecto Corani localizado en Puno, el proyecto aurífero San Gabriel en Moquegua, Ampliación Shouxin de hierro en Ica, nuevo tajo de Pampacancha en Cusco, Optimización Inmaculada en Ayacucho, Chalcobamba Fase 1 en Apurímac y el más importante el de Yanacocha Sulfuros en Cajamarca (Gestión, 2020).

El sector minero se espera crezca y sea también quienes impulsen a la recuperación de la economía peruana, por esto es que las empresas que les brindan productos y/o servicios también estén en la capacidad para poder ofrecer satisfacer las necesidades de las empresas mineras del sector.

El propósito de este estudio es para poder mejorar la productividad del área de producción de una empresa de revestimiento de equipos mineros en Arequipa la cual brinda servicios y productos para mineras ubicadas en la zona sur como por ejemplo Cerro Verde, Southern Copper, Antapaccay, Bambas, Constanca y otros proyectos.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción del Problema

La empresa revestimiento de equipos mineros se encuentra en el distrito de Paucarpata en la ciudad de Arequipa, teniendo sus operaciones desde el año 1995. La empresa pertenece tiene además sedes en Lima, que es la principal y otra en Cajamarca; además de tener otras sedes en otras partes del mundo y rubros relacionados al sector minero.

En Perú solo está el rubro de minerales, la empresa se dedica a vender equipos de minería por ejemplo ciclones, bombas, válvulas, así como también brindar el servicio de control, monitoreo de los equipos, mejoras de ingeniería además de mantenimiento a equipos en mina y fuera de ella. También se encarga del revestimiento de equipos mineros con caucho sintético o natural, depende de la ubicación de los mismos, estos pueden ser tuberías, spools como las llaman, spools rectos, curvos, spools sacrificio, tornillos, distribuidores, placas, poleas, bridas, sellos, también otros como tanques o chutes, mallas y otros elementos.

El área de operaciones de la empresa está conformada por Compras, Producción, Almacén y Mantenimiento. El área de producción cuenta con 4 principales procesos en planta que son Granallado, Revestimiento, Vulcanizado y Acabados que se divide en Terminaciones y Pintura.

Se puede observar en la Tabla 1 el total de piezas entregadas a tiempo del proceso de Producción a Almacén es de 66.81% en el año 2019, un 71.47% en el 2018 y 80.04% en el 2017; se puede ver cómo ha disminuido debido al incremento del total de piezas demandas en los años.

Tabla 1

Cantidad de piezas entregadas por el proceso de revestimiento

Año	2015	2016	2017	2018	2019
Late Rev	29.34%	7.53%	19.96%	28.53%	33.19%
On Time Rev	70.66%	92.47%	80.04%	71.47%	66.81%

Fuente: La empresa

Además, en la Tabla 2 se muestra el tiempo de entrega al cliente según la fecha programada y acordada en la orden de compra en el 2019 fue de 69%, el año 2018 fue 81.90% y en el año 2017 90.20%.

Tabla 2

Cantidad de piezas entregadas al cliente

Año	2015	2016	2017	2018	2019
Late OTD	1.21%	2.86%	9.80%	18.10%	31.00%
On Time OTD	98.79%	97.14%	90.20%	81.90%	69.00%

Fuente: La empresa

Se quiere definir los procesos, encontrar las causas del descenso de estos porcentajes, mejorar la productividad del área de producción y sus interacciones con Compras, Almacén y el cliente utilizando como metodología la Gestión por Procesos.

Por qué se debe gestionar procesos es en primer lugar porque un proceso tiene que ser eficientemente operacional, segundo por cada proceso debe de estar alineado a la estrategia empresarial de la organización pues son quienes dan soporte al cumplimiento del plan estratégico o anual alineándose a los objetivos y metas y en tercer lugar porque logra identificar, anticiparse y responder de una manera eficiente y eficaz a posibles amenazas, riesgos, oportunidades y situaciones y los procesos puedan adaptarse frente a dichas situaciones de una manera automática (Club- BPM, 2017).

1.2.2. Formulación del problema

1.2.2.1. Interrogante Principal

¿En qué medida la propuesta de un modelo de Gestión por proceso va a mejorar la productividad de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa?

1.2.3. Sistematización del problema

1.2.3.1. Interrogante secundaria

- ¿Cuál es la situación actual de los procesos del área de producción de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa?
- ¿En qué medida el análisis de procesos va a identificar los problemas en una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa?
- ¿De qué manera la gestión por procesos mejorará la producción de una planta de revestimiento?
- ¿Cuáles son los indicadores de gestión para analizar que la propuesta sea sostenible en tiempo?
- ¿Cuál es el Costo - beneficio del modelo de gestión por proceso de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa

1.3. Objetivos del estudio

1.3.1. Objetivo General

Proponer un modelo de Gestión por proceso para incrementar la productividad de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la situación actual de los procesos y realizar el análisis de procesos del área de producción de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa.
- Proponer un modelo de gestión por procesos y elaborar los indicadores de gestión que se aplicará para analizar que la propuesta sea sostenible en el tiempo.

- Analizar el costo - beneficio del modelo de Gestión por proceso de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa.

1.4. Justificación del estudio

1.4.1. Justificación Económica

La justificación económica se basa en poder mejorar la productividad de los procesos, en reducción de tiempos lo que se puede evidenciar en un ahorro económico para la organización, mejora del trabajo entre áreas, mejora en los tiempos de entrega y mejora en el servicio al cliente.

1.4.2. Justificación Académica

La justificación profesional de la presente investigación es aplicar y reforzar los conocimientos adquiridos en de Ingeniería Industrial hasta el presente.

1.4.3. Justificación metodológica

En este proyecto de investigación se utilizaron conceptos y herramientas que fueron adquiridos durante la carrera de ingeniería industrial como, por ejemplo: Diagrama Causa y Efecto, Análisis Costo – Beneficio, Diagramas de proceso, es decir, Diagrama de flujo de procesos y Mapa de procesos, que permitieron alcanzar el objetivo de la investigación.

1.4.4. Justificación Social

El presente trabajo apunta a mejorar la productividad de la empresa, con esto también se beneficia a la localidad, incrementando la oportunidad de que jóvenes técnicos o con secundaria terminada puedan encontrar trabajo, un trabajo estable y bien remunerado, además de la capacitación continua que se recibe por parte de la empresa. Además, es una empresa comprometida con el medio ambiente, y recicla apoyando a Aniquem una asociación de ayuda a niños quemados.

1.5. Variables

1.5.1. Variable Independiente

Gestión por procesos

1.5.2. Variable dependiente

Productividad

1.5.3. Operacionalización de las variables

En la Tabla 3 se muestra las variables, dimensiones, indicadores, formulas y unidades.

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variablen	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Unidad
Variable Independiente Propuesta de un modelo de Gestión por proceso	Diseño de mapa de procesos	Procesos estratégicos	Ordenes de producción facturadas / Total de Ordenes de producción *100%	% de OP Facturadas
		Proceso Operativo	Ordenes de Producción LATE / Total Ordenes de producción *100%	% OP LATE
	Análisis de procesos	Diagrama de recorrido	Distancia Recorrida / Total de operaciones	% Metros / actividades
		DAP	Actividad Transportes / Actividades Totales *100%	% Actividades Transporte
Variable Dependiente Productividad de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa	Factores Productivos	Eficiencia	Horas Hombre utilizadas / Horas Hombre proyectadas * 100%	% Eficiencia
		Eficacia	Piezas obtenidas ON TIME / Total piezas demanda *100%	% Eficacia
	Productividad	Tiempo real productivo / Tiempo disponible	% Productividad	
	TIR	$TIR = \frac{FNC1}{(1+r)^1} + \frac{FNC2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FNCn}{(1+r)^n} - I_0$	%	
	Factores Financieros	BIC	$\text{Razón B/C} = \frac{\sum \text{Flujos generados por el proyecto}}{\text{Inversión}}$	
VAN	$VAN = -D_0 + \frac{FC1}{(1+k)^1} + \frac{FC2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+k)^n}$	Soles		

Fuente: Elaboración propia

1.6. Hipótesis

Es factible que un modelo de Gestión por proceso mejore la productividad de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa.

1.7. Alcance del proyecto

1.7.1. Temático

El presente estudio tiene como objetivo la mejora de la productividad de la empresa por medio de la gestión por procesos y algunas otras metodologías como mejora continua (Kaizen), entre otras para poder elaborar un modelo que sea sostenible en el tiempo.

1.7.2. Espacial

La presente tesis se desarrollará en la empresa ubicada en la ciudad de Arequipa, distrito de Paucarpata Urbanización Industrial Cayro Manzana D, Lote 7, 8 Y 9 – Perú.

1.7.3. Temporal

El periodo en que se realizó el levantamiento de información fue de 2 meses, considerando un tiempo de análisis y propuesta de solución de 2 meses. Toda la investigación se basa en datos históricos del año 2019.



2. Marco de referencia teórico

2.1. Antecedentes investigativos

2.1.1. Antecedentes internacionales

Casillas y Tapia (2016) en su tesis “Modelo de gestión por procesos para mejorar la productividad de la empresa Eduplastic del Cantón Latacunga en el periodo 2015-2016” en la que realizaron un modelo de gestión por procesos para la empresa Eduplastic con el fin de mejorar la productividad, en primer lugar realizaron una evaluación de la situación actual de la empresa realizando un análisis interno de cada área, en segundo lugar propusieron un modelo de gestión de procesos identificando procesos, subprocesos y actividades lo que facilitó el mejorar los procesos para realizar la medición y seguimiento de los procesos y obtener mejores resultados.

Yépez (2009) en su tesis “Diseño y propuesta de un modelo de gestión por procesos para la empresa licorera Lovisone” se realizó el diagnóstico de la situación actual, levanto información procesos actuales y con esto identificar los procesos críticos los cuales se tienen que mejorar, se estandarizó procesos y proponen el uso de indicadores de gestión de los procesos y manual de proceso. La correcta documentación y estandarización traen como consecuencia un mejor desempeño de las actividades y con esto mejores resultados de las áreas de la organización.

Fernández (2019) en su tesis “Diseño de estructura organizacional basada en una gestión por procesos para la mejora de la productividad en la empresa SIMPLUS LATAM” donde identificar, documenta y elabora el diagrama de flujo de los procesos actuales de la empresa, después con la información levanta realiza un análisis y evaluación de los procesos de la situación actual para así mismo establecer las mejoras a realizar en la estructura organizacional de la empresa, por último elabora un manual de gestión institucional con procesos administrativos y operativos para la empresa.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ramos (2018) en su tesis “Método basado en gestión por procesos para mejorar la productividad y calidad del área de planta de una empresa de bebidas en la ciudad de Arequipa” donde demostró que su hipótesis, implementar un método basado en gestión de procesos facilitarían el logro de resultados para mejorar la productividad y calidad en planta, era válida al diseñar un método propuesto de siete etapas en base a la gestión por procesos para mejorar procesos clave, uno de recursos humanos cuatro de producción y dos de calidad. Inicialmente realizó una evaluación de la situación actual, desarrollo un método para mejorar la productividad y calidad de la planta y por último implementar y validar el método con el análisis de los resultados, además evaluar costo beneficio de la propuesta, siendo positivos a la implementación.

Guerrero (2019) en su tesis “Gestión por procesos para mejorar la productividad del área de flota en la empresa Silvestre Perú SAC, Lima 2018” donde aplico la herramienta gestión por procesos para mejorar la productividad de área de flota, teniendo como principales problemas la ausencia de procedimiento del área, falta de capacitación y compromiso de los colaboradores. Después de aplicar la herramienta de gestión de procesos se incrementó la eficacia de 89.37% a 98.84%, la eficiencia de 84.85% a 94.48% y con esto la productividad del área de 57.9% a 87.25%.

Ticse (2018) en su tesis “Aplicación de la Gestión por Procesos para mejorar la Productividad de la Empresa SERVACI S.A.C., Puente Piedra - 2018” donde se tuvo un incremento del 10% en la eficiencia, incremento de 7% en la eficacia y un incremento en la productividad del 13% gracias a la aplicación de la teoría de gestión por procesos, en una investigación cuasi-experimental de un tiempo de 14 semanas antes de la mejora, y 14 semanas después de la mejora propuesta.

Delgado y Núñez (2016) en su tesis “Gestión de procesos para mejorar la productividad del proceso de fabricación de azúcar en la empresa Agropucalá S.A.A. – 2015” donde propusieron la gestión de procesos en una empresa de fabricación de azúcar, utilizando la herramientas de BPM con énfasis en la gestión, determinaron la situación actual realizando mapeos de procesos para poder analizar la información recolectada e identificar procesos críticos, después propusieron un plan de mejora del proceso de fabricación con un análisis del costo beneficio del diseño.

Fernández y Ramírez (2017) en su tesis “Propuesta de un plan de mejoras basado en gestión por procesos para incrementar la productividad en la empresa Distribuciones A & B” donde tuvo como objetivo elaborar un plan de mejorar basado en la gestión por procesos para incrementar la productividad para lo cual realizó un diagnóstico de la situación actual, modelando los procesos actuales y con esta información elaborar el plan de mejoras, después de esto evaluar la productividad después de la posible implementación de las mejoras y el análisis beneficio costo dando como resultado que la productividad efectivamente se incrementaría en un 22.18% y es viable económicamente la propuesta recuperándose la inversión y obteniendo ganancias.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Diagrama de Pareto:

Es una herramienta de análisis de datos para poder determinar la causa o causas principales de un problema. Es una gráfica en la cual se organiza distintas categorías de datos en orden descendente, con barras sencillas con base en datos reunidos evaluando las causas de un problema a evaluar. Se tiene la regla 80/20, esto quiere decir en que el 80% del problema se resuelve por el 20% de las causas, y así viceversa el 20% del problema se resuelve con el 80% de las causas (Sales, 2013).

La Curva de Pareto permite determinar el impacto de determinados elementos en algún aspecto, este diagrama facilita la clasificación de estos elementos, que pueden ser problemas, defectos en función del impacto que tienen en la organización. La clase A contiene el 20% de los elementos, que son el 80% de impacto, la clase B el 30% de elementos y esto representa el 15% de impacto y por último la clase C tiene el 50% de los elementos, pero solo un 5% de impacto (Bonilla et al., 2010).

2.2.2. Diagrama de Flujo

Es una representación de actividades las cuales son requeridas para lograr un resultado, facilita la comprensión y de los actores de las actividades en el área de trabajo. Permite describir los procedimientos e instrucciones de manera clara y objetiva, presentar etapas de un proceso, y también identificar posibles mejoras en la secuencia de actividades (Bonilla et al., 2010).

2.3. Marco teórico

2.3.1. Gestión por procesos

Gestión por procesos también conocido como BPM por sus siglas en inglés (Business Process Management) es una forma de administrar actividades empresariales de una manera estructurada y sistemática, estas actividades conforman procesos y se utiliza técnicas y herramientas para innovarlos o mejorarlos con el fin de elevar los niveles de satisfacción de un cliente ya sea interno o externo (Bonilla et al., 2010).

Metodología que sitúa esfuerzos en la optimización de los procesos de una empresa, buscando la eficiencia y eficacia por medio de una gestión sistemática de procesos, mismo que deben ser modelados, automatizados, monitoreados y optimizados de manera continua (Díaz, 2008).

La gestión por procesos consiste en gestionar de manera integral cada proceso de la organización. Nos da la oportunidad de diseñar procesos capaces para controlar y gestionar

operaciones rutinarias, es centrarse en el resultado de cada proceso que se realiza en una organización en lugar de las actividades o tareas (Fernández, 2003).

La gestión por procesos es la manera de gestionar una organización por medio de procesos, definiendo a estos como una secuencia de actividades que se encuentran interrelacionadas con el fin de dar valor sobre una entrada, obteniendo una salida que cumplan los requerimientos dados por el cliente (Martínez & Cegarra, 2014).

2.3.1.1. Niveles de una gestión por procesos

Según el Club BPM (2017) en una gestión empresarial moderna por procesos tiene tres niveles de visión empresarial y son los siguientes:

- Nivel estratégico: En este nivel representa el plan estratégico y anual de la organización, implica los objetivos a corto, medio y largo plazo de la organización.
- Nivel táctico: Nivel que nos ayuda a poder saber que se tiene que hacer y por qué hacerlo. Este es representado a través de mapas de procesos, cadena de valor y procesos lógicos a nivel detallado.
- Nivel operativo: Este nivel concierne a los elementos físico que permiten que se ejecuten los procesos, es el cómo se tiene que hacer, quien es el responsable, con qué se hace, con cuanto y donde se hace.

2.3.1.2. Gestión de procesos

La gestión de procesos es la manera de gestionar una organización basada en procesos, definiendo los mismos como una secuencia de actividades para generar valor sobre insumos de entrada obteniendo una salida que satisfaga las necesidades del cliente. (Carvajal et al., 2017)

La gestión de procesos es gestionar proceso por proceso, es el primer paso que debe dar una organización para poder implantar un entorno de Gestión por procesos. (Club-BPM, 2017)

Una forma sistémica de identificar, comprender y aumentar valor agregado de los procesos para cumplir con la estrategia de la organización y elevar el nivel de satisfacción de los clientes. Además, afirma el aumento de la productividad, control de gestión para mejorar variables clave como costos, tiempo y calidad. Ayuda a identificar, medir, relacionar y describir procesos y con esto brinda diferentes posibilidades de acción en ellas para mejorar o rediseñar los procesos (Bravo, 2009).

2.3.1.2.1. *Procesos*

Los procesos son una secuencia de actividades ordenadas, que a su vez están compuesto por tareas, cuyo resultado tiene un valor para un usuario o cliente de este. Teniendo en cuenta esto un sistema es un conjunto de procesos interrelacionados que persiguen un objetivo en común (Pérez, 2012).

Mecanismo para transformar entradas en salidas, según la forma de utilizar y combinar los recursos (Pérez, 2012).

Según las Normas de Calidad ISO 9000 (2015) los procesos son conjuntos de actividades relacionados que transforman elementos de entrada en resultados.

Un proceso es un conjunto de actividades, acciones que se realizan bajo ciertas condiciones, reglas y que puede ejecutar eventos o cosas. Este no inicia por sí solo, sino tiene que haber un suceso y el proceso reacciona, cumple un determinado fin, consume tiempo y recursos, cuenta con actividades que están unidas con una secuencia lógica (Hitpass, 2017).

Se comprende un proceso como “Una concatenación lógica de actividades que cumplen un determinado fin, a través del tiempo y lugar, impulsadas por eventos”. (Hitpass, 2017, p.16)

Un proceso es una totalidad, secuencia de principio a fin de un flujo, que cumple con un objetivo que es útil a la organización y además agrega valor para el cliente. Conjunto de actividades que transforma entradas en salidas, realizado por personas organizadas bajo una estructura, con tecnología de apoyo y manejo de información. (Bravo, 2009)

Según Bravo (2009) un proceso pasa por diferentes cargos, alcanza a toda la organización por esto desde un punto de vista de segmentación se puede distinguir procesos operativos y macroproceso:

- Proceso operativo: Proceso de bajo nivel, no se puede desagregar más como proceso, sino dan un nuevo nivel como las actividades.
- Macroproceso: Estructura de procesos, puede desagregar en otros procesos.

A. Características de un proceso

De acuerdo con Camisón y Cruz (2006) para que un proceso sea considerado como tal tiene que cumplir con cinco características:

1. Posibilidad de ser definido: Debe tener un motivo de ser.
2. Presentación de unos límites: Tener descrito el inicio y termino de este
3. Posibilidad de ser representado gráficamente
4. Posibilidad de ser medido y controlado: Por medio de indicadores que nos permitan saber su desarrollo y resultado para poder mejorarlos.

5. Existencia de un responsable: Una persona encargada de la eficiencia o eficacia de este.

B. Límites de un proceso

Pérez (2012) explica que los límites de los procesos no tienen una interpretación homogénea y varían según el tamaño de la empresa, pero sí que mantener a lo largo del tiempo un criterio determinado, el autor expresa lo siguiente:

- a) Determinen una unidad adecuada para gestionar en diferentes niveles de responsabilidad.
- b) Se encuentren fuera para poder interactuar con el resto de procesos.
- c) Un producto con valor sea el límite inferior.

C. Tipos de un proceso

De acuerdo con Carvajal et al. (2017) no existe una única manera de clasificarlos, pero en función de alcance en la organización son tres tipos:

1. Empresariales: Involucra varias unidades de la organización para su ejecución, interdepartamental.
2. Funcionales: descomposición de un proceso que tiene inicio y fin dentro de una sola área de una organización, intradepartamentales.
3. Unitarios: Actividad realizada en un nivel de la organización.

Por el impacto sobre el cliente final son tres tipos:

1. Clave, básicos o fundamentales: Estos son la razón de ser de una organización. Involucran a varias áreas de la empresa y tiene un impacto directo en el cliente

externo, se crea valor para este. Directamente contribuyen a realizar el producto o servicio.

2. Soporte o apoyo: Encargados de proveer recursos materiales, humanos y financieros a la organización y garantizar las condiciones para el buen desempeño de los procesos clave.
3. Procesos críticos o estratégicos: Proceso que son clave o relevantes, pero con un pobre desempeño con relación a la calidad ofrecida al cliente.

D. Elementos de un proceso

Según Pérez (2012) todo proceso tiene tres elementos:

1. Input: Es decir los elementos de entrada, estos pueden ser la salida de otro proceso de un proveedor o de un cliente, con características que respondan a un estándar o criterio de aceptación.
2. Secuencia de actividades: Estos representa la gestión de recursos y factores con requisitos determinados para poder ejecutar el proceso y entregar el output.
3. Output: Elemento de salida, es un producto terminado destinado a un usuario o cliente interno o externo. Existen dos tipos: de producto, que es tangible y sometido a un control de calidad y de eficacia es decir resultados, que pueden ser medidos.

E. Factores de un proceso

Para Pérez (2012) hay cinco factores de un proceso:

1. Personas: Una persona responsable o equipo de proceso, que tienen habilidades, conocimientos adecuadas para el proceso.

2. Materiales: Es la materia prima o materiales semielaborados o información, que cumplan con requisitos o características adecuadas para su utilización.
3. Recursos físicos: Estos son maquinarias, instalaciones, software, hardware necesarios para el proceso, también está en estos el mantenimiento de la infraestructura.
4. Métodos / Planificación del proceso: Esto es el método de trabajo, el procedimiento a seguir, instrucciones de trabajo, forma de utilizar los recursos, quien hace, que, cuando. Incluye método de medición y seguimiento del funcionamiento (evaluación), producto del proceso es decir la medida de cumplimiento y la satisfacción del cliente.
5. Medio ambiente: Es el entorno en el cual se lleva a cabo el proceso.

Adicionalmente el autor considera que un proceso se encuentra bajo control cuando el resultado es predecible y estable, debido a que se domina los factores del proceso y con esto la conformidad de la salida. Saber que factor tuvo un funcionamiento incorrecto en el proceso es importante para poder realizar una mejora.

En la figura 1 puede apreciarse los límites, elementos y factores de un proceso:

Figura 1

Límites, elementos y factores de un proceso

ENTRADA/INPUT		PROCESO	SALIDA/OUTPUT	
PRODUCTO	PROVEEDOR (*)		PRODUCTO	CLIENTE (*)
<p>CARACTERÍSTICAS OBJETIVAS (Requisitos QSP)</p> <p>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</p>		<p>PERSONAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsable del proceso. • Miembros del equipo. <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materias primas. • Información. <p>RECURSOS FÍSICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria y utillaje. • Hardware y software. <p>MÉTODO DE: CAUSAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operación • Medición/Evaluación: Funcionamiento del proceso. Producto. Satisfacción del Cliente. 	<p>CARACTERÍSTICAS OBJETIVAS (Requisitos QSP)</p> <p>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</p>	<p>SATISFACCIÓN</p> <p style="text-align: center;">EFECTOS</p>
MEDIDAS DE		Eficiencia y Eficacia	Cumplimiento	Satisfacción

(*) Proveedor y Cliente pueden ser varios, internos o externos.

Fuente: (Pérez, 2012).

F. Identificación de procesos

Bravo (2009) hace una distinción de tres tipos de procesos: estratégicos, del negocio y de apoyo.

- **Procesos estratégicos:** Son los procesos relacionados con la estrategia de la organización, considera lo siguiente: toma en cuenta la forma en que se establece la visión, misión, valores, objetivos corporativos, departamentales y personales. Forma en que se monitorea el cumplimiento de objetivos, definición de indicadores y si se mantienen actualizados. Manera de mantener definiciones estratégicas actualizadas, como se comunica la estrategia y motiva a los integrantes de una organización.

- **Procesos del negocio:** Procesos que satisfacen necesidades concretas de los clientes, estos buscan atender directamente la misión del negocio. Se encuentran asociado a servicios o productos que suministra una organización.
- **Procesos de apoyo:** Son necesarios para poder realizar los procesos del negocio, son servicios internos, también conocidos como procesos secundarios.

G. Procesos internos y procesos externos

Se mencionó anteriormente la definición de un proceso y subproceso, la manera en que ambos están vinculados. El resultado de un subproceso, la salida de este viene a ser la entrada del siguiente subproceso, un cliente interno, este subproceso pudo ser cliente interno de otro subproceso anterior pero ahora es proveedor del siguiente subproceso o proceso, así sucesivamente hasta llegar al cliente final, externo.

Un proceso interno o externo se diferencia según el cliente que tenga, si la salida o resultado se dirige a otra persona, área o proceso, cliente o usuario. Depende de su alcance como proceso, un proceso interno satisface necesidades internas de una organización, no siempre genera un valor no obstante puede generar costos. Un proceso externo satisface un cliente externo, final, obtiene el producto terminado después de una cadena de procesos (Martínez & Cegarra, 2014).

2.3.1.3. Sistema de control de la gestión por procesos

La Gestión por procesos supone el desarrollo de un sistema de control que permita evaluar, meditar la salida de los procesos; medir la satisfacción del cliente interno o externo. De esta forma se puede establecer los procesos que necesitan ser mejorados o incluso rediseñados en busca de mejorar la satisfacción del cliente del proceso teniendo como objetivo común incrementa la eficacia y la eficiencia de los procesos (Camisión & Cruz, 2006).

2.3.1.4. Mejora continua de procesos

Es una estrategia de gestión empresarial que desarrolla mecanismos sistemáticos para incrementar el desempeño de procesos, elevar la satisfacción de clientes externos o internos, y otras partes involucradas. (Bonilla et al., 2010)

2.3.2. Productividad

La productividad involucra mejorar un proceso productivo, es decir una comparación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos empleados. Es un índice que relaciona lo producido, salida de un sistema puede ser un bien o servicio y los recursos utilizados para poder obtenerlo, entradas o insumos a un sistema (Carro & González, 2012).

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

La productividad, medida global de la manera que las organizaciones satisfacen los objetivos, eficiencia, eficacia y comparabilidad. (Prokopenko, 1989)

2.3.2.1. Expresiones de la productividad

Según Carro y González (2012) hay cuatro diferentes alternativas para expresar la productividad, mismas que se mencionan a continuación:

2.3.2.1.1. Productividad parcial y productividad total

La productividad parcial relaciona todo lo producido por el sistema, es decir la salida con uno de los recursos empleados, las entradas o insumos.

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ Total}{Una\ Entrada}$$

La productividad total a diferencia de la productividad parcial, comprende todos los recursos empleados, todas las entradas utilizadas por el sistema.

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Entrada Total}}$$

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Bienes y Servicios Producidos}}{\text{Mano de Obra} + \text{Capital} + \text{Materias Primas} + \text{Otros}}$$

2.3.2.1.2. *Productividad física y productividad valorizada*

La productividad física es la cantidad física de salida de un sistema entre la cantidad total de entrada para producir la salida. Está es más utilizada debido a que brinda información precisa.

$$\text{Productividad física} = \frac{\text{Cantidad física de salida}}{\text{Cantidad necesaria de entrada}}$$

La productividad valorizada es igual que la productividad física excepto porque la salida esta valorizada en términos monetarios.

2.3.2.1.3. *Productividad promedio y productividad marginal*

La productividad promedio es la salida total del sistema entre la cantidad de entradas para la salida mencionada, útil para efectuar análisis comparativos de las productividades de distintos sistemas, y con esto poder descubrir mejoras o deterioros.

$$\text{Productividad promedio} = \frac{\text{Salida total del sistema}}{\text{Cantidad de entradas}}$$

La productividad marginal es el aumento de producto conseguido al utilizar una unidad más de trabajo, manteniendo constante las cantidades del resto de factores, es expresada en unidades físicas.

2.3.2.1.4. *Productividad bruta y productividad neta*

La productividad bruta es la relación entre el valor bruto de salida, incluido el valor de todos los insumos, y las entradas incluido el valor del total de insumos. Facilita la medición.

La productividad neta es el valor agregado a la salida por una entrada en el que el valor de algunos insumos del índice; también conocida algunas veces como índice de valor agregado.

2.3.2.2. Eficiencia

Se emplea para poder dar cuenta del cumplimiento de actividad o la utilización de recursos. (Rodríguez & Gomez, 1991)

Eficiencia es el grado de eficacia con el que los recursos son usados para producir bienes de calidad en el menor tiempo viable. Indica que un producto se genera con insumos disponibles, el uso de capacidad disponible, esta revela la relación entre el producto y los insumos (Prokopenko, 1989).

La eficiencia radica en la utilización apropiada de los recursos que se disponibles, realizando una distribución oportuna y efectiva de capital y trabajo. La clave es la transformación y el cambio, reasignar recursos y la flexibilidad. (Loayza, 2016)

2.3.2.3. Eficacia

Eficacia es la medida en que se alcanzan las metas de una organización. Resultado logrado comparado con el posible. (Prokopenko, 1989)

Eficacia es el nivel de cumplimiento de manera exacta respecto a lo solicitado, no tener desviaciones de lo planificado, grado que las acciones que se realizan y lo esperado es logrado. (Carvajal et al., 2017)

2.3.3. Indicadores de gestión

Son expresiones cuantitativas, permiten analizar que tan bien se está administrando una organización o unidad. Se debe tener en cuenta los siguientes elementos: definición, objetivo, niveles de referencia, responsabilidad, puntos de lectura, periodicidad, sistema de procesamiento y toma de decisiones, consideraciones de gestión (Rodríguez & Gomez, 1991).

Según Beltrán (1998) los indicadores de gestión son información debido a que no son solo datos, sino que estos agregan valor, Beltrán además cita a James A. Senn, quien da los atributos que debe de tener la información:

- Exactitud: Representa la situación o estado como es realmente.
- Forma: Puede ser cuantitativa o cualitativa, numérica o gráfica, esto según las necesidades de quien lo reciba y procese.
- Frecuencia: Cada cuanto tiempo se analiza.
- Extensión: Alcance del área de interés.
- Origen: Puede ser dentro o fuera de la organización, lo importante es que genere de la fuente correcta.
- Temporalidad: Sucesos pasados, actuales o futuros.
- Relevancia: Relevante para una situación.
- Integridad: Información completa, presenta un panorama integral.
- Oportunidad: Oportuna, debe estar disponible y actualizada.

2.3.4. Herramientas a emplear

2.3.4.1. Diagrama causa y efecto

También conocido como Espina de Pescado, con este se puede analizar las diferentes causas de un determinado problema de manera integral, facilita la búsqueda de causas preguntado “¿Por qué?” a cada situación hasta obtener la última explicación. (Gomez, 1991)

Según Gomez (1991) algunas actividades necesarias para aplicar la herramienta son:

- Listar causas del problema o caso de estudio por medio de tormenta de ideas.

- Subagrupar causas según la afinidad usando de 4M a 6M, causas referentes a materiales, maquinaria, mano de obra, métodos y sistemas, supervisión (management) y motivación.
- Complementar ramas poco indagadas.
- Jerarquizar las ramas más importantes para poder profundizar en ellas.

2.3.4.2. Diagramas de proceso

Según Gutiérrez (2010) el uso de graficas es indispensable para la mejora de procesos, menciona tres principales diagramas: diagrama de flujo de proceso, diagrama PEPSU y el mapeo de procesos, a continuación, se revisan cada uno de ellos:

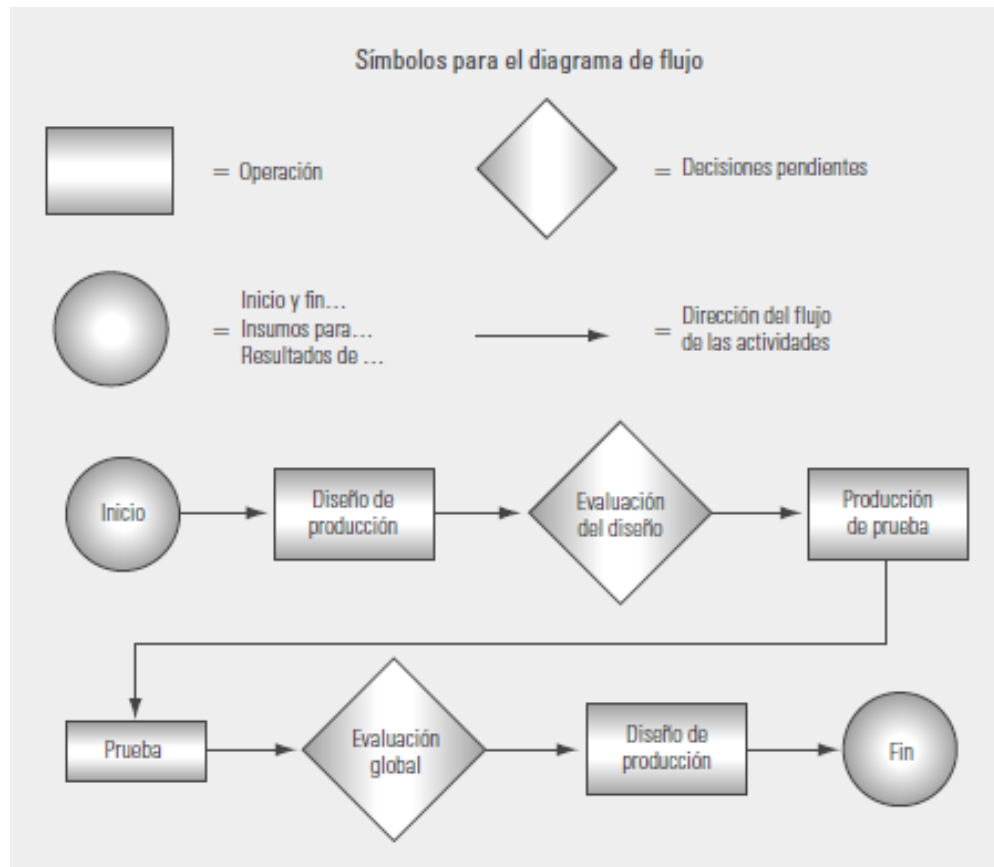
2.3.4.2.1. Diagrama de flujo de procesos

Es una representación gráfica de los pasos o actividades de un proceso de manera secuenciada, incluye transportes, inspecciones, demoras, almacenamiento y reprocesos. Se puede ver el proceso y en que consiste, de qué manera están relacionadas y sus actividades. (Gutiérrez, 2010)

En la figura 2 se puede apreciar la simbología del diagrama de flujo:

Figura 2

Simbología del diagrama de flujo



Fuente: (Gutiérrez, 2010).

Es una representación de las actividades requeridas para alcanzar un resultado, describe las instrucciones y procedimientos de manera objetiva y clara, facilita comprender los diversos colaboradores de un área. (Bonilla et al., 2010)

Según Bonilla et al. (2010) la elaboración de un diagrama de flujo tiene los siguientes pasos:

- Determinar el objetivo del diagrama a desarrollar.
- Establecer límites del procedimiento, definir su alcance.
- Definir el nivel de detalle, no puede ser muy general pero tampoco llegar a detalles innecesarios.
- Consultar a los involucrados directo de las actividades del desarrollo.

- Documentar cada paso, de acuerdo a la secuencia.
- Emplear los símbolos apropiados para el diagrama. Presentar la secuencia de actividades descrita previamente.

2.3.4.2.2. *Diagrama PEPSU o SIPOC*

El diagrama PEPSU tiene como objetivo analizar el proceso y su entorno, por eso identifica proveedores, entradas, proceso mismo, salidas y usuarios (PEPSU), SIPOC por sus siglas en inglés. (Gutiérrez, 2010)

Los pasos para hacer un diagrama PEPSU según Gutiérrez (2010), son:

- Delimitar el proceso, se hace un diagrama de flujo general.
- Identificar las salidas del proceso, bienes o servicios.
- Especificar los usuarios/clientes que reciben la salida del proceso.
- Establecer entradas, insumos, materiales, información necesaria para que el proceso funcione de una manera adecuada.
- Identificar los proveedores de las entradas.

2.3.4.2.3. *Mapa de procesos*

El mapa de procesos muestra el conjunto de procesos segmentados por jerarquía, cadena o versiones, incluye relaciones de todos los procesos identificados. (Mallar, 2010)

El mapa de proceso facilita ver el trabajo en una unidad, representa cada uno de los procesos del sistema, tareas que afectan el resultado final. Identifican los individuos que actúan en el proceso, como se enlazan distintas tareas, paralelas o secuenciales, relaciones representadas mediante gráficos que muestran el flujo de información (Carvajal et al., 2017).

El mapeo de procesos es hacer un diagrama de flujo más real, especifica actividades que realmente se hacen en el proceso, delimita el proceso y ayuda a iniciar el análisis de este.

2.3.5. Análisis Costo - Beneficio

El análisis costo beneficio es la razón entre el valor actual de beneficios entre el valor actual de costos. (Jenkins & Harberger, 2000)

$$\text{Razón Costo - Beneficio} = \frac{\text{Valor actual de los beneficios}}{\text{Valor actual de los costos}}$$

El análisis costo – beneficio (ACB) permite pronosticar cuál es la decisión más conveniente en términos económicos de un proyecto, crea un marco para valorar si el costo es mayor en relación a los beneficios en un momento en específico de una medida en determinada (Jácome & Carvache, 2017).

La relación costo beneficio, también conocida como el índice neto de rentabilidad, es el resultado de dividir el valor actual de los beneficios o ingresos netos totales (VAI) y el valor actual de los costos totales o de inversión (VAC).

$$\frac{B}{C} = \frac{VAI}{VAC}$$

Este será rentable si la relación costo beneficio es mayor que 1. (Jácome, I., Carvache, O., 2017)

$$\frac{B}{C} > 1 = \text{Proyecto Rentable}$$

2.4. Aspectos metodológicos

2.4.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es del tipo no experimental, debido a que no hay manipulación de variables “se observa los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos”. (Hernández et al., 2014, p. 152)

2.4.2. Tipo de investigación

En el caso de esta investigación serán las variables del año 2019, debido a la carga que tienen el área y porque el año 2020 no es una base para poder realizarlo dados los agentes externos.

El tipo de investigación es transeccionales o transversal, tienen propósito de “describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (Hernández et al., 2014, p. 154)

2.4.3. Nivel de investigación

La investigación será de nivel exploratorio, puesto que este nivel es empezar a conocer una variable o conjunto de ellas, es una exploración inicial de un momento en específico. Además, será una investigación de nivel descriptiva, este tipo de nivel indaga la incidencia de modalidades de una o más variables en una población, consiste en ubicarlas y realizar su descripción. Se realizará una exploración de la situación inicial en un momento en específico el año 2019 y se describen las variables de gestión por procesos y productividad en el área de operaciones de una empresa de revestimiento a equipos mineros en la ciudad de Arequipa (Hernández et al., 2014).

2.4.4. Método de investigación

El método de investigación para el presente estudio será del método mixto, debido a que este tipo de investigación utiliza las fortalezas de la investigación cualitativa y cuantitativa. Este método tiene varias ventajas entre las principales que logra tener una perspectiva más amplia y profunda, tener datos con mayor información pues son diferentes y de distintas fuentes, permite una mejor exploración de datos (Hernández et al., 2014).

2.4.5. Técnicas de investigación

2.4.1.1. Entrevista

Se realizará entrevistas individuales para poder comprender de la mejor el proceso de revestimiento, las actividades que lo conforman se entrevistara a los líderes encargados de cada área, supervisor de planta y al jefe de operaciones.

Según Paredes (2003) la entrevista es una relación directa de un investigador o entrevistador en la cual obtiene información de una persona entrevistada, conocida como informador, sobre un objeto de estudio y poder conocer de manera concreta variables o indicadores.

2.4.1.2. Observación Documental

Al evaluar el proceso operativo de la empresa de revestimiento se realizará una revisión documental de órdenes de producción, piezas producidas, horas hombre, horas máquina, cumplimiento con fechas de entrega, procesos en planta como administrativos, responsables de los procesos, entre otros del área de operaciones.

Como indica Paredes (2003) la observación de documental está referida a una observación sobre elaboraciones como ideas, hechos, acontecimientos, productos que se encuentra registradas en documentos.

2.4.6. Instrumentos de investigación

Los instrumentos considerados según las técnicas descritas anteriormente serán:

- Guía de entrevista: Se utilizará una guía de entrevista en la cual se realizarán preguntas para poder entender mejor el proceso.
- Análisis de data histórica: Se empleará datos históricos del sistema ERP, sistema GWeb de la empresa en el que se hace el registro de horas hombre, también uso de un maestro de operaciones donde se tiene hoja de indicador OTD, Maestro y Goma y horas.

- Tablas dinámicas: Se elaborará tablas, cuadros, gráficos dinámicos en base a los documentos que se puedan revisar sea del sistema ERP o del maestro del área con el fin de poder analizar mejor toda la información.

2.5. Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora

2.5.1. Métodos y/o técnicas de ingeniería a aplicarse

2.5.1.1. Gestión por procesos

Metodología que se usará para poder optimizar los procesos, mejorando la eficiencia y eficacia por una adecuada gestión de los procesos, proponiendo un modelo para lograrlo.

2.5.1.2. Mejora continua

Con esta metodología se buscará poder incrementar la eficiencia de los procesos, además de poder solucionar problemas que se encuentren en la empresa utilizando las herramientas de esta metodología para elevar la satisfacción del cliente.

2.5.2. Herramientas de análisis, planificación, desarrollo y evaluación

2.5.2.1. Diagrama de Causa-Efecto

Se realizará con el objetivo de encontrar las principales causas de falta de productividad en el área de operación del proceso productivo.

2.5.2.2. Diagrama de Pareto

El diagrama Pareto o curva de Pareto nos permita ver el 20% de causas que serían la solución del 80% de los problemas encontrados en el presente estudio.

2.5.2.3. Diagrama de Flujo

Esta herramienta se empleará para poder visualizar el flujo de la información de cada proceso para poder encontrar una forma de mejorarlos viendo todos los procesos detalladas sus actividades y con las áreas que involucra.

2.5.2.4. *Mapa de procesos*

Este nos podrá ayudar a identificar los procesos estratégicos, operativos y de apoyo; se buscará enfocarse en los procesos operativos y como poder mejorar estos para incrementar la satisfacción del cliente.





CAPITULO III

3.1. Descripción de la empresa

3.1.1. Rubro

- Razón Social: Empresa de Revestimiento de equipos Mineros
- Tipo de empresa: Sociedad Anónima
- Estado: Activo
- Inicio de Actividades: 22 de junio 1986
- Actividades económicas: 2812 - Fabricación de equipo de propulsión de fluidos, 2813 - fabricación de otras bombas, compresores, grifos y válvulas, 2219 - fabricación de otros productos de caucho.

Empresa dedicada a brindar servicios y soluciones de ingeniería, líder en la fabricación y comercialización de equipos y repuestos para el sector minero.

3.1.2. Actividad principal

La principal actividad de la empresa es el revestimiento con caucho de piezas metálicas de procesos mineros, venta de bombas, válvulas, ciclones y otros elementos clave en la minería.

3.1.3. Breve reseña histórica

Esta empresa empezó en el año 1871 como una firma de ingeniería formada por dos hermanos, al oeste de Escocia, empezó trabajando e implementando equipos de bombeo para mejorar la industria del vapor, participó en ambas guerras mundiales fabricando municiones, aviones y motores de aviones. Para el año 1969 empezó su expansión de mercado para el continente Centro y Sur Americano. Para el año 2008 esta empresa fue dividida en tres divisiones o grupos: Minerales, Petróleo y gas y Poder e Industria.

Actualmente el grupo Minerales, tiene tres sedes en Perú, sede Lima, la principal, sede Cajamarca y sede Arequipa con un centro de servicio en Espinar. En 1986 la empresa fue fundada en la ciudad de Lima, en el año 1995 fue establecida inicialmente en Arequipa como oficina comercial para después en el año 1999 iniciar sus actividades como planta industrial.

La empresa se dedica a revestimiento de equipos para el sector minero, brinda servicios de ingeniería a empresas mineras, comercializa válvulas, bombas, mallas, zarandas, ciclones entre otros productos para la industria minera y también brinda mantenimiento a equipos.

3.1.4. Misión

“Ayudar a nuestros clientes a entregar de manera sostenida y eficiente la energía y los recursos que necesitan en un mundo en crecimiento.”

Buscamos lograrlo:

- Cuidando a nuestros colegas, vecinos y le medio ambiente e inspirándolos a florecer.
- Trabajando en conjunto para entregar soluciones distintivas que ofrecen una atractiva rentabilidad.
- Impulsando el desarrollo de nuevas tecnologías y capacidades que lideran el mercado.
- Entregando excelencia a nuestros clientes, colegas, accionistas y comunidades a través de un fuerte liderazgo y enfoque.

3.1.5. Visión

“Ser la empresa de Ingeniería más admirada en nuestros mercados”

3.1.6. Objetivo y valores de la empresa

Según la página web de la empresa de revestimiento de equipos mineros, el objetivo de es estar donde sea y cuando sea que nos necesiten nuestros clientes de la industria energética y de recursos ubicados en todo el mundo, a fin de ofrecerles productos y servicios innovadores y convertirnos en su socio de confianza predilecto.

Para lograrlo, ponemos en práctica nuestros valores fundamentales:

- Valoramos, respaldamos y nos interesamos nuestros colegas que trabajan con un objetivo en común.
- Actuamos con integridad y somos responsables por nuestros actos y los de los demás.
- Nos esforzamos para que nuestros clientes alcancen el éxito.

- Exploramos ideas y posibilidades para ofrecer soluciones innovadoras.
- Nos comprometemos a brindar calidad en todo lo que hacemos.

3.1.7. Pilares estratégicos

La empresa, como describe en su página web, tiene como estrategia central fortalecer su posición en el mercado, respaldar su ventaja competitiva tiene los siguientes pilares estratégicos:

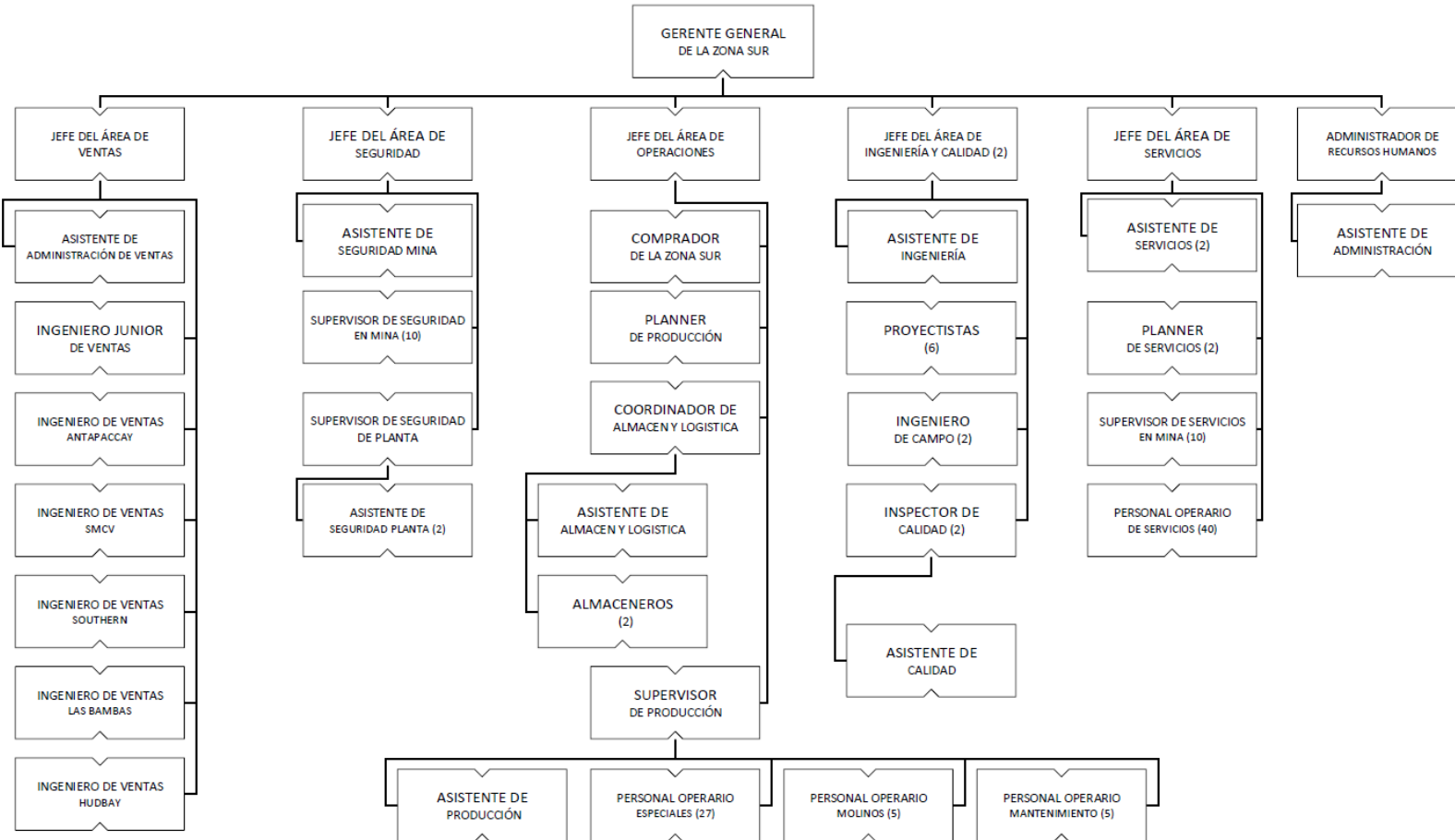
- Innovación: Enfocada en brindar soluciones innovadoras para que las operaciones del cliente sean más eficientes y efectivas.
- Excelencia en la cadena de valor: Inversión en tecnología, personal y seguridad para poder aumentar la productividad.
- Colaboración: Trabajar cerca de clientes, proveedores, colegas para comprender mejor la demanda del mercado dando una respuesta a ellas, relaciones de mutuo beneficio a las partes clave.
- Capacidad Global: Ofrecer calidad uniforme en los productos y servicios a todos los clientes.

3.1.8. Organigrama

El organigrama de la empresa se puede apreciar en la figura 3:

Figura 3

Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Análisis del proceso

3.2.1. Mapa de procesos

3.2.1.1. *Procesos estratégicos:*

- Gerencia: Encargado de dar seguimiento y controlar todas las actividades por parte de la empresa, supervisar áreas de la empresa además de velar por la satisfacción del cliente.
- Ventas: Responsable del negocio directo con el cliente, presentar una cotización previa según el pedido hecho, dar seguimiento a las órdenes de compra de parte del cliente y gestionar el cobro de estas una vez entregado el producto terminado.
- Ingeniería: Proponen soluciones y mejoras de ingeniería en equipos instalados en mina como bombas, válvulas entre otros, además van a campo a hacer el escaneo de lo requerido por el cliente para poder cotizar y proponer nuevas soluciones

3.2.1.2. *Procesos operativos*

- Planificación de producción: Encargada de solicitar la materia prima requerida para las ordenes de producción, caucho, elementos adicionales; además elaborar el programa de revestimiento de la semana según la fecha programada de entrega al cliente o la prioridad indicada por el área de ventas.
- Compras: Cotización y compra de almas metálicas a diferentes proveedores según el plano brindado por producción junto con la SOLPED y el plano brindado por ingeniería, El área encargada de cotizar, evaluar y colocar órdenes de compra a proveedores de los insumos requeridos por producción, elementos solicitados por mantenimiento.
- Ingeniería: Encargado de dibujo de planos con todas las especificaciones requeridas según a la línea o proceso que pertenezca y esto dicta la forma en que el proveedor

del alma metálica debe de fabricarlo y el revestimiento que debe de tener en el área de producción.

- **Producción:** Coordinación con el área de compras para la compra del alma metálica requerida según la Orden de producción, procesamiento de la materia prima caucho utilizado para revestimiento, responsable de los procesos de granallado, revestimiento, vulcanizado y acabados de la pieza según el programa entregado por parte de planificación para poder entregar a cliente.
- **Calidad:** Encargada de liberar almas metálicas por parte del proveedor que cumpla con todo lo indicado en plano, liberar los productos de planta verificando que cumplan con todos los estándares debidos y si hay alguna observación que deba de levantar el área de producción, elaboración de expediente de proyectos y dossier del cliente. Recibe todos los reclamos por parte del cliente y coordina con las áreas correspondientes según sea el caso para poder solucionarlo según la garantía y lo establecido en la orden de compra.
- **Almacén:** Recepción de almas metálicas para iniciar el proceso de producción, recepción del producto terminado y coordinación con el cliente para la entrega. Encargada el almacenamiento de productos del cliente, reclamos, insumos, repuestos y también de recibir todos los elementos comprados en almacén para su posterior entrega.

3.2.1.3. *Procesos de soporte*

- **Operaciones:** El área de operaciones tiene la responsabilidad del mantenimiento de la infraestructura de la empresa, el cual tiene un cronograma de las máquinas y equipos que se tienen en planta, además de ver el mantenimiento o mejoras que se van a realizar en la infraestructura.

- **Servicios:** El área de servicios está encargada de realizar mantenimiento a equipos que se han vendido al cliente, pero en terreno, además de poder realizar otros servicios extra que pueda presentarse y la empresa minera decida contratar a la empresa.
- **Administración:** Se encarga de toda la administración de recursos humanos, contratos, CTS, planilla, entrevistas, coordinaciones con algunos proveedores, junto con operaciones ve la infraestructura, tramitación de horas extras, bonos de terreno y vacaciones.
- **Seguridad:** Área encargada de velar y supervisar la seguridad en planta, del trabajo por parte de los operarios y administrativos.

El mapa de procesos se puede apreciar en la tabla 4:

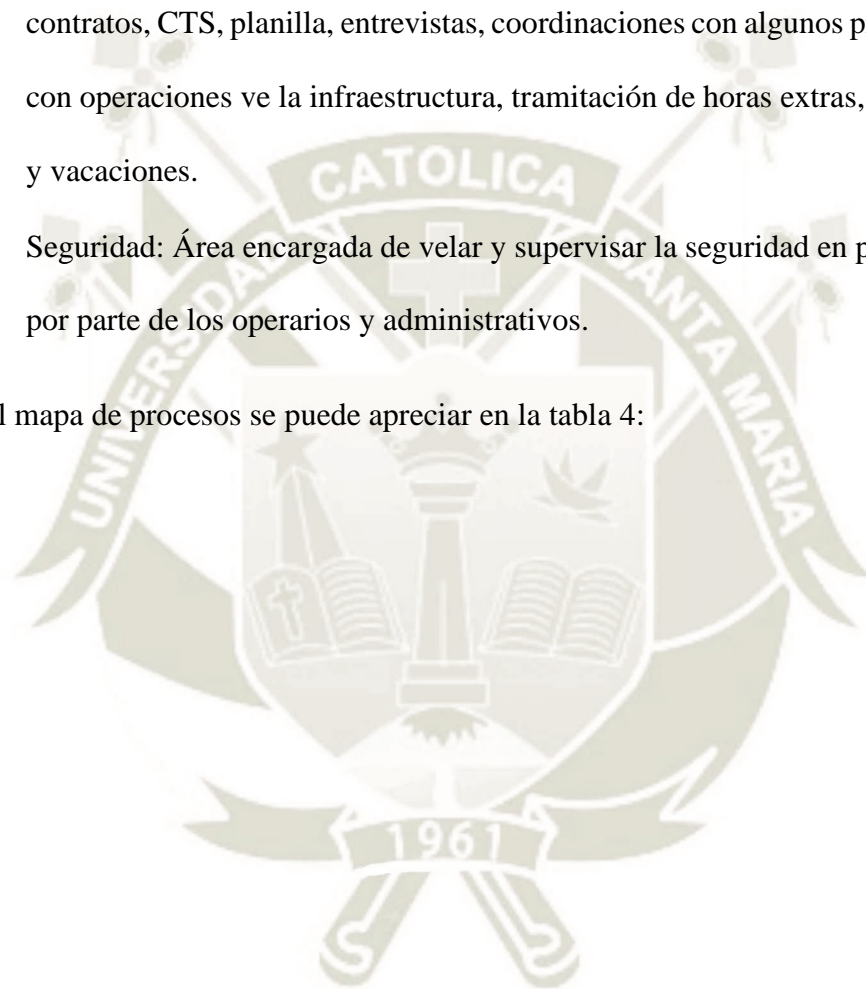


Tabla 4

Mapa de procesos

MAPA DE PROCESOS				
PROCESOS ESTRATEGICOS				
Gerencia: Seguimiento y control de operaciones Satisfacción del cliente		Ventas: Negocio directo con el cliente Venta de equipos mineros y piezas revestidas Coordinación de Órdenes de compra del cliente		Ingeniería: Servicios y soluciones de Ingeniería
PROCESOS OPERATIVOS				
Planificación de producción: Solicita la materia prima requerida Elaboración del programa de producción	Compras: Cotización con proveedores Compra de Almas metálicas Compra de Insumos	Producción: Coordinar la compra de las almas metálicas de las OP Procesamiento de caucho. Granallado, Revestimiento, Vulcanizado, Acabados de órdenes de producción	Calidad: Liberación de almas metálicas en proveedor, liberar producto terminado en planta, elaboración de expedientes al cliente Atención de reclamos del cliente	Almacén: Recepción de almas metálicas. Entrega de producto terminado a cliente Recepción y almacenamiento de MP e Insumos. Recepción de propiedad del cliente
PROCESOS DE SOPORTE				
Operaciones: Mantenimiento de la infraestructura de la empresa		Servicios: Mantenimiento de equipos en mina	Administración: Manejo de recursos humanos	Seguridad: Mantener la seguridad en planta

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Layout del área

En la empresa existen tres naves o plantas, conectadas

- Planta 1:** Esta se encuentra en el medio de la planta 2 y planta 3. Las áreas que se encuentran en el primer piso de la mitad al fondo son el área de molino calandra y prensa, área de almacén donde está el almacén de adhesivos, de repuestos, mercadería y el despacho de almacén. Al lado izquierdo en la mitad de al frente está el almacén de herramienta del área de mantenimiento y ensamble, vigilancia, sala de espera y vestuario de damas, en el

segundo nivel se encuentra las oficinas del área de servicios. Por el lado derecho en cima del área de almacén está en el segundo nivel el tanque de GLP, en la mitad derecha de al frente se encuentran las oficinas del área de logística, el área de seguridad en mina, en el segundo nivel se encuentra la jefatura del área de operaciones, el área de producción y compras.

- **Planta 2:** Esta se encuentra al extremo izquierdo de la planta, en la mitad de al fondo está el área de granallado donde está la granalla máquina para el proceso de granallado, el área de soldadura, el área de equipos de reparación, área de ensamble, la grúa pórtico 15 TN, área de servicios ensamble, área de materiales peligrosos, residuos sólidos. En la mitad de al frente al lado izquierdo en el primer nivel esta la sala de reuniones, oficina de administración y de ingenieros de ventas, en el segundo nivel esta la jefatura de ventas, el área de ventas y la oficina de gerencia. Por el lado derecho en el primer nivel está el comedor del personal administrativo y el comedor del personal de planta, en el segundo nivel está el área de en planta y una sala de reuniones.
- **Planta 3:** Esta al extremo derecho, en la parte de al fondo está en el primer nivel el área de calidad, duchas de los operarios, en el sótano está el vestuario de varones, al lado el generador, tanque y aire comprimido, en el tercer nivel están termas solares. En el segundo nivel esta la jefatura de ingeniería al lado izquierdo y el área de ingeniera al lado derecho. En esta planta está el área de revestimiento se divide en dos zonas, la zona donde se corta la goma en la cual hay mesas de trabajo y la zona donde se pega el caucho, en esta área hay un sótano en el cual área de almacén almacena varios insumos como también EPPs. El área de vulcanizado en la cual está la sala de caldera, autoclave 1 y autoclave 2, el área de acabados que se divide zona de terminaciones en la zona de pintura, almacén de productos químicos y la sub estación.

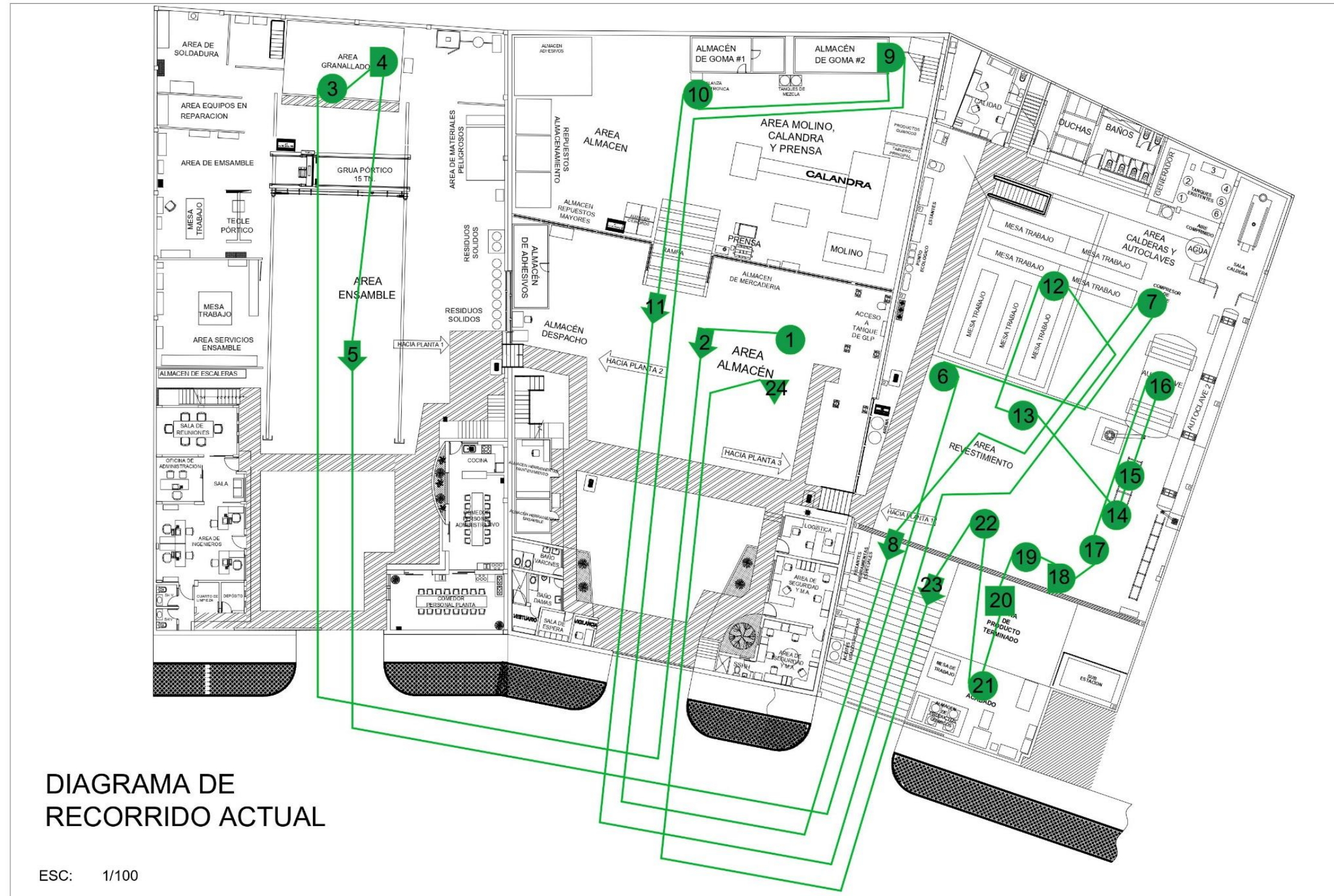
El layout de la empresa se puede apreciar en la figura 4:

3.2.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido actual se puede apreciar en la figura 5:

Figura 5

Diagrama de recorrido actual



Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Diagrama de flujo de procesos

3.2.4.1. Diagrama de flujo del proceso de granallado

- El proceso de granallado inicia con la entrega del área de producción al granallador la OP (orden de producción) a trabajar, junto con el plano y tarjeta heijunka respectiva.
- El asistente de producción realiza el traspaso del alma metálica a través del sistema ERP SAP de la bodega de almacén a la bodega de producción notificando el traspaso por correo, esta pieza fue entregada por el proveedor después de haber sido liberada por el área de calidad y recibida por el área de almacén. Si la pieza en sistema se encuentra pendiente de liberación por sistema, se debe avisar a calidad que libere el alma por sistema para que figure en la bodega de almacén y poder realizar el traspaso. En caso la pieza este en planta, pero no registrada por almacén debe esperar el ingreso por sistema, liberación por parte del área de calidad para poder hacer el traspaso lo cual en ocasiones genera un desorden o demora.
- El asistente o coordinador de almacén acepta el traspaso por SAP del alma metálica. En caso exista algún error en él es rechazado y el asistente de producción debe solicitarlo nuevamente.
- El asistente o coordinador de almacén indica al almacenero la pieza que debe de entregar a producción en el lugar solicitado, el almacenero hace la entrega de la pieza y solicita la firma del supervisor de producción como constancia de que se realizó la entrega de la pieza.
- El granallador con el equipo puesto, después del llenado del permiso de seguridad junto a su vigía empiezan el proceso de granallado en la cabina de granallado.
- El granallador realiza el registro del horómetro de granallada, colocando el número de OP, la inicio y hora de fin, y el registro inicial y final del horómetro. Cabe resaltar

que el único registro que se tiene de horas máquina y hombre de la granalla es este y en el cuál no está separado el tiempo de limpieza que tiene la granalla, después de una hora de granallado se debe de parar 15 min para poder limpiarla, ambas cosas afectan para la posterior carga de horas hombre y horas máquina al sistema.

- Se realiza la limpieza del área de granalla, para poder retirar la pieza de la cabina de granallado. Podría haber una mejora si el equipo pudiera absorber toda la arena de granallado para no estar deteniéndose entre el granallado de pieza o al término de esta pues la limpieza es realizada manualmente debido a esta falla lo que representa horas no productivas por parte de los operarios.
- Un operario que tenga el permiso de manejar el montacarga retira la pieza de la cabina de granallado, saliendo de la planta 2 para llevarla a la planta 3 con ayuda de un operario más que lo dirija dejando la pieza en el área de revestimiento.

El diagrama de flujo del proceso de acabados se puede observar en la figura 6:

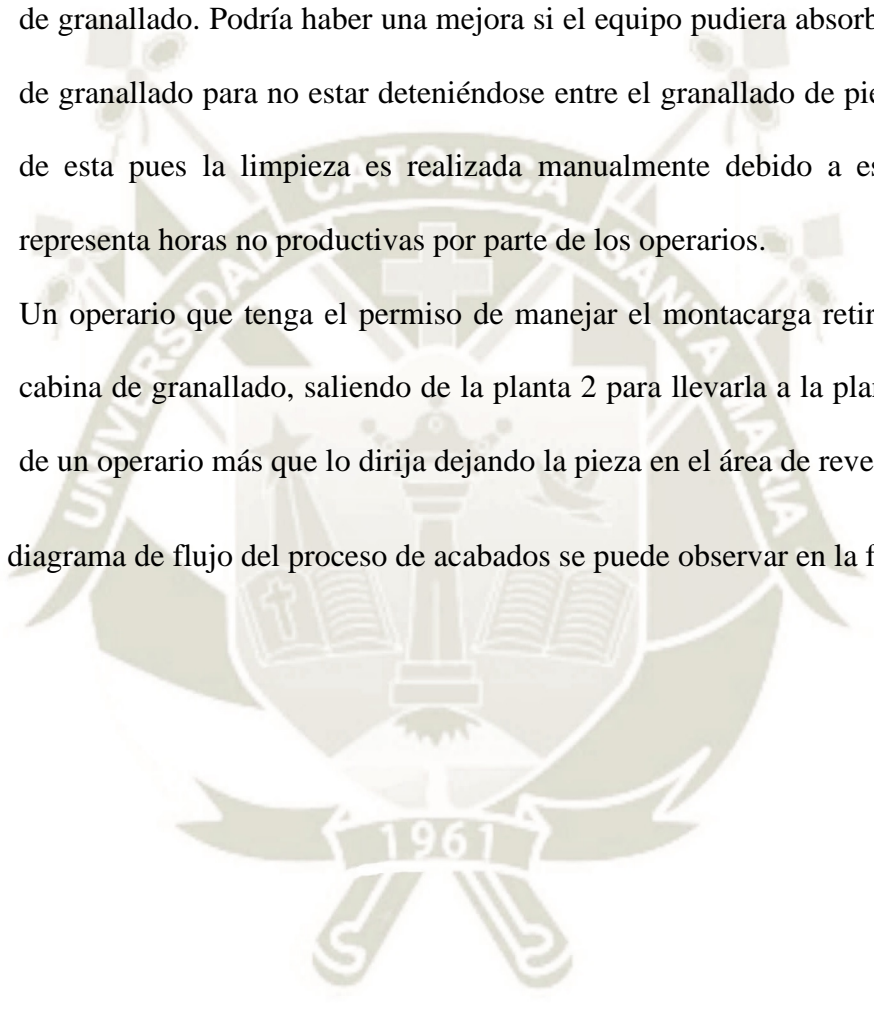
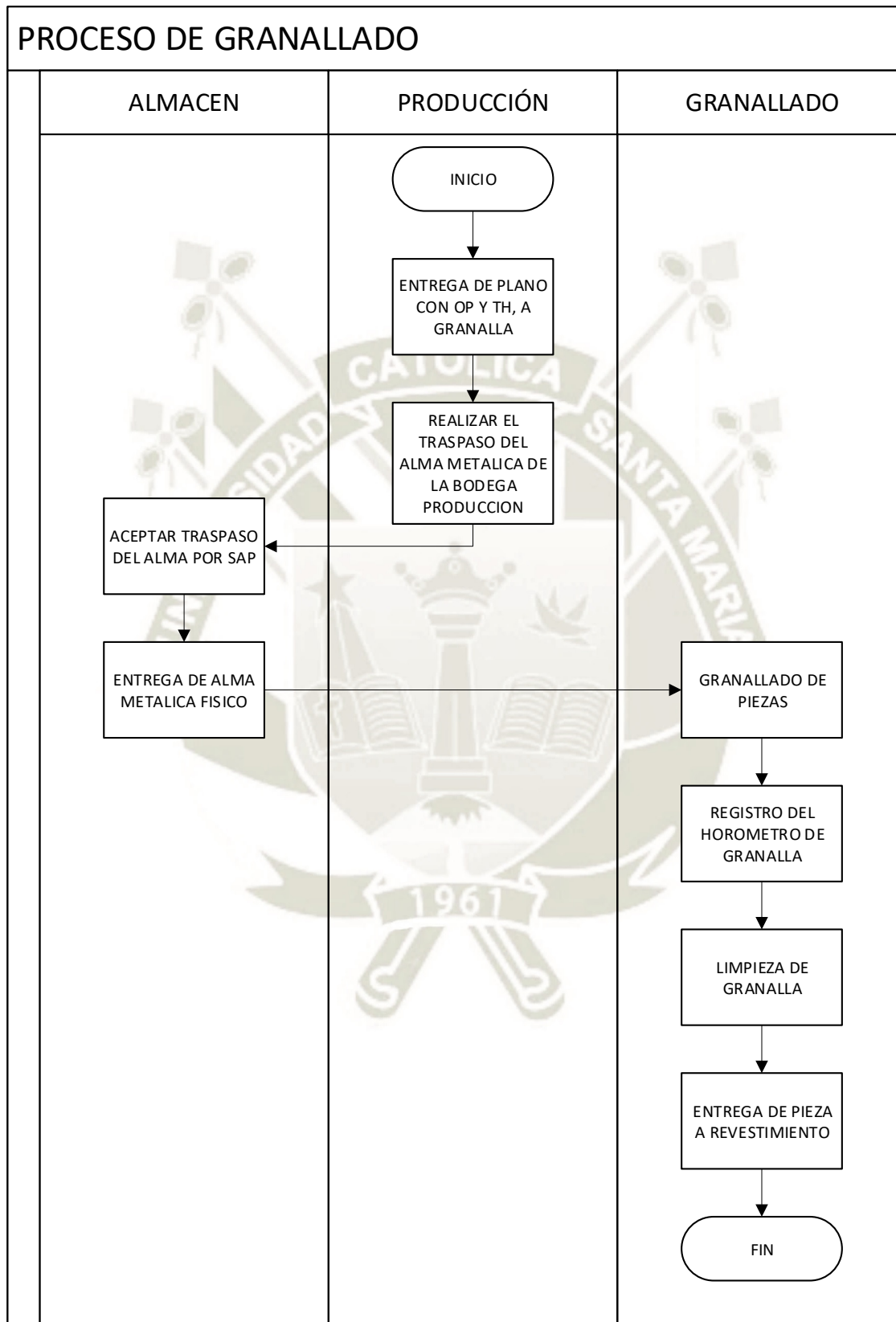


Figura 6

Diagrama Proceso de granallado



Fuente: Elaboración propia

3.2.4.2. Diagrama de flujo del proceso de revestimiento

- El área de granallado hace la entrega de la pieza granallada, en caso la pieza no haya pasado por el proceso de granallado por haber ya encontrarse lista para el proceso de revestimiento se llevada directamente al área de revestimiento.
- Se realiza la entrega de la OP junto con el plano y tarjeta heijunka al área de revestimiento, donde colocan la TH en el tablero de TH según el día en el cual se esté trabajando.
- El operario de especiales encargado del revestimiento, designado por el supervisor, recepciona la pieza y la OP y plano.
- El líder del equipo asignado a la pieza revisa el plano y con esto la cantidad de goma que va a necesitar para poder revestir la pieza, goma que solicita al área de molinos.
- También si requiere de insumos extras para poder realizar el revestimiento, hace el pedido al asistente de producción.
- El asistente de producción revisa el stock de los insumos solicitados por el operario del área de especiales, en el sistema.
- Si hay los insumos requeridos en el almacén, se realiza la salida de la bodega almacén cargado al centro de costo según el uso al cual se va a dar, en general al centro de costo de especiales.
- En caso no haya los insumos requeridos, si estos son insumos son del KANBAN de producción, se notifica a compras la falta del insumo. Compras realiza el abastecimiento de los insumos de KANBAN, genera una OC al proveedor y coordina la atención de esta en la fecha más próxima. Almacén recepciona los insumos, los ingresa a SAP y es donde producción puede realizar el requerimiento de los insumos.

- En caso estos insumos requeridos no sean de KANBAN, producción de generar una SOLPED de los insumos requeridos y enviarle al área de compras el número de SOLPED que contiene los insumos, las cantidades, descripción y fecha requerida. Compras cotiza con proveedores los insumos que fueron detallados en la SOLPED, consulta con producción si es lo requerido con cotizaciones. Producción confirma a compras que sea el insumo requerido y el mejor proveedor según costos, calidad o marca de estos. Compras genera la orden de compra al proveedor escogido y coordina la atención de la OC. Almacén recepciona los insumos e ingresa a SAP, en caso no se puedan ingresar por no tener código la SOLPED fue generada cargada a un centro de costo por lo cual se hace entrega directa a producción y producción puede realizar la salida de materiales o recepcionarlo directamente.
- Estas SOLPED demoran en poder elaborarse debido a que se debe de buscar el código de material, e incluso en el proceso de compra al proveedor, ya que se debe de colocar la orden de compra, esperar que proveedor traiga el insumo y esto puede demorar el proceso de una pieza por la falta del insumo, otra alternativa que se utiliza es la compra por caja chica.
- Los operarios de especiales realizan la preparación de la pieza, colocando un antioxidante y posteriormente un adhesivo previo para preparar la pieza para el revestimiento. Es importante saber que no existe ningún registro de las horas hombre que se utilizan por cada orden de producción lo que dificulta la carga de horas hombre de especiales al sistema al final de proceso para entregar a calidad por sistema SAP.
- El operario líder realiza el corte de la goma según el espesor y largo de la pieza.

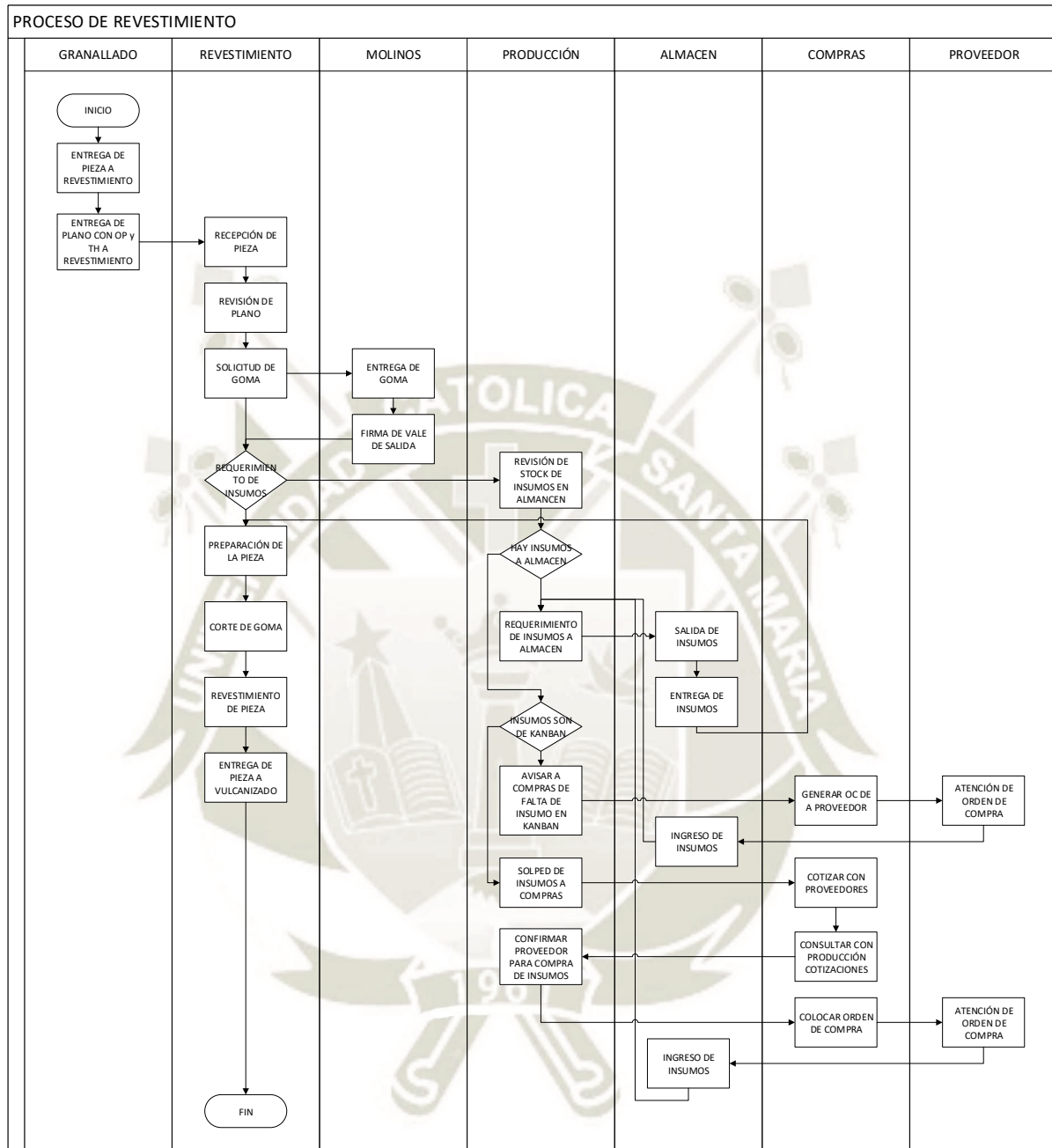
- Los demás operarios del equipo conforme van cortando un operario, realizan el pegado de la goma a la pieza, revistiendo la pieza de caucho especificado en el plano.
- Una vez terminada la pieza se avisa al operario encargado de la caldera y autoclaves para entregar la pieza y empezar el proceso de vulcanizado.

El diagrama de flujo del proceso de revestimiento se muestra en la figura 7:



Figura 7

Diagrama Proceso de revestimiento



Fuente: Elaboración propia

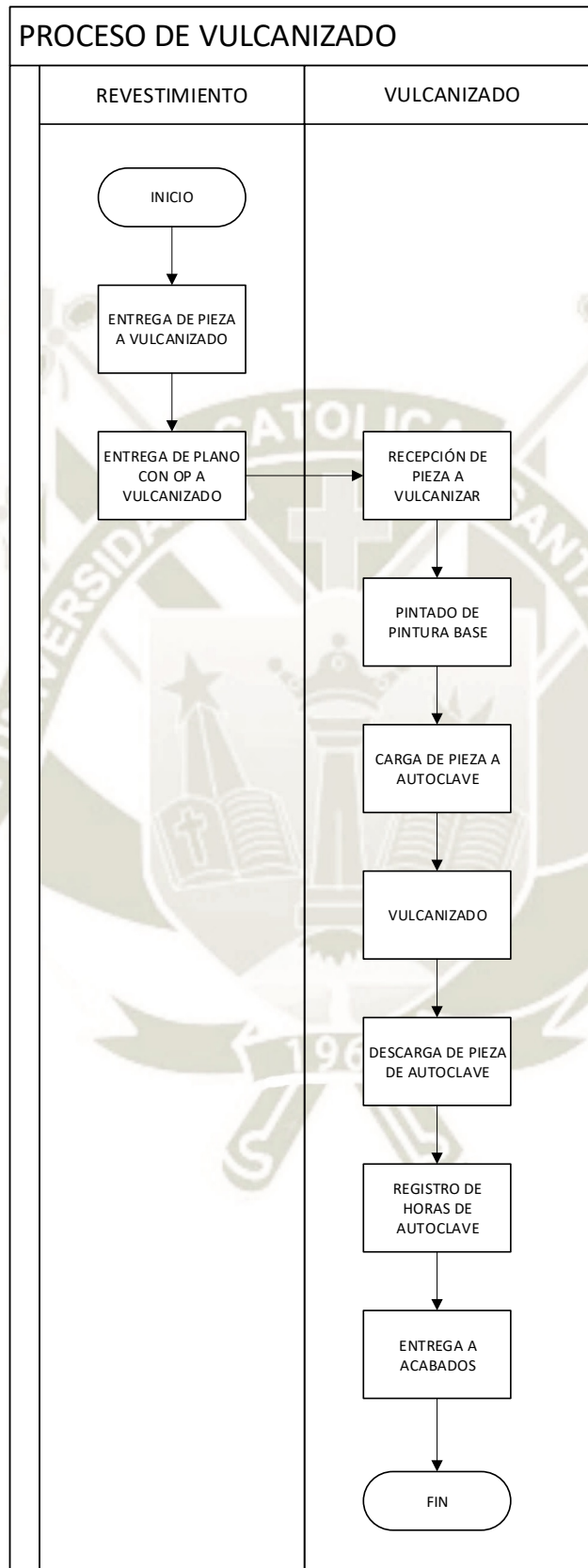
3.2.4.3. Diagrama de flujo del proceso de vulcanizado

- Revestimiento hace la entrega de la pieza a vulcanizar.
- Se entrega de la OP junto con el plano al operario calderista.
- Recepciona la pieza el calderista.
- Se realiza un pintado de la pieza, pintura base para que al momento de vulcanizarse no se oxide la parte externa de la pieza, en caso no esté revestida.
- Se realiza la carga de la pieza a autoclave 1 o 2 dependiendo del tamaño de esta.
- Se inicia el proceso de vulcanizado, controlado por el calderista, el tiempo es según la goma y según el espesor de revestimiento.
- Terminado el proceso de vulcanizado se descarga la pieza de la autoclave.
- Se registra en el cuaderno de vulcanizado el tiempo de vulcanizado, hora de carga, inicio, presión, numero de orden de producción, hora de fin. En estos casos la OP se pierde entre Revestimiento y Vulcanizado, lo cual a veces genera una demora.
- Se entrega al proceso de acabados.

El diagrama de flujo del proceso de vulcanizado se muestra en la figura 8:

Figura 8

Diagrama Proceso de vulcanizado



Fuente: Elaboración propia

3.2.4.4. Diagrama de flujo del proceso de acabados

- Después de vulcanizado se entrega al proceso de acabados.
- El proceso de acabado tiene dos subprocesos terminaciones y pintado, primero es terminaciones, en el cual se hace el limado de bridas, y reparación de cualquier daño o inconveniente que haya habido en el proceso de revestimiento o vulcanizado.
- Una vez lista la pieza, se notifica al área de calidad para que pueda hacer la revisión de la pieza, esto a veces es una demora porque Calidad puede estar ocupado a la hora en que se termina la pieza y genera retrasos por no haber programado una liberación previa.
- Calidad sale a planta a hacer la revisión de la pieza, medición de espesores y revisión del plano con el producto final.
- En caso calidad observe la pieza y tengan que levantarse observaciones, se realizan las reparaciones necesarias por parte de producción.
- Si la pieza cumple con todo lo especificado en el plano y estándares de calidad esta es liberada, calidad se lleva el plano y orden de producción.
- Para poder realizar el pintado de la pieza se solicita la orden de producción y plano al área de calidad para saber el número de OP y la pintura que se debe utilizar, muchas veces esto representa una demora.
- Si tiene la pintura en planta se pasa al subproceso de pintado.
- En caso de tener la pintura en planta, se solicita la pintura establecida en el plano al supervisor o asistente de producción.
- El asistente de producción revisa el stock de pintura solicitada.
- En caso haya la pintura en stock, se solicita a área de almacén como salida de mercancías cargado al centro de costo de especiales, el área de almacén acepta la

salida de la su bodega por SAP y hace la entrega de pintura al operario que realiza el pintado.

- En caso de no tener pintura en stock y por lo general no se tiene en stock pintura que no está en KANBAN, se genera una SOLPED para que el área de compras realice la compra. Compras realiza la compra y genera la OC al proveedor, coordina la entrega de OC según la fecha detallada en la SOLPED. El proveedor atiende la OC y almacén hace la recepción de la pintura e ingresa en el sistema para que producción pueda solicitarla por sistema. Este tipo de proceso genera demoras en el proceso de revestimiento y muchas veces es una de las causas de porque no se entregaron las piezas a tiempo a almacén para poder embalar.
- Se realiza el pintado de la pieza, según la pintura especificada en el plano y se pinta el número de la OP y logo de la empresa en ella.
- El operario o supervisor notifica que la pieza esta lista a producción.
- El asistente de producción realiza la carga de horas hombre de cada proceso, de granallado, revestimiento, vulcanizado y terminaciones, en el caso de granallado y vulcanizado se considera horas máquina, también carga la cantidad de goma utilizada en la pieza a la orden de producción. Anteriormente se vio que este proceso muchas veces demora por la falta de registro de datos de los procesos, operarios que lo realizaron y tiempo, necesarios para posteriormente hacer la carga de horas hombre y maquina en SAP y la carga de horas hombre en el sistema GWeb.
- Después se realiza la entrega por SAP al área de calidad, notificando con un correo.
- Calidad libera la pieza esta vez por sistema SAP.
- Producción hace la entrega de la pieza por medio de un traspaso de la bodega de producción a la bodega de producción, se envía un correo con el número orden de producción, descripción, adjunta la OC del cliente, cantidad y medidas de la pieza.

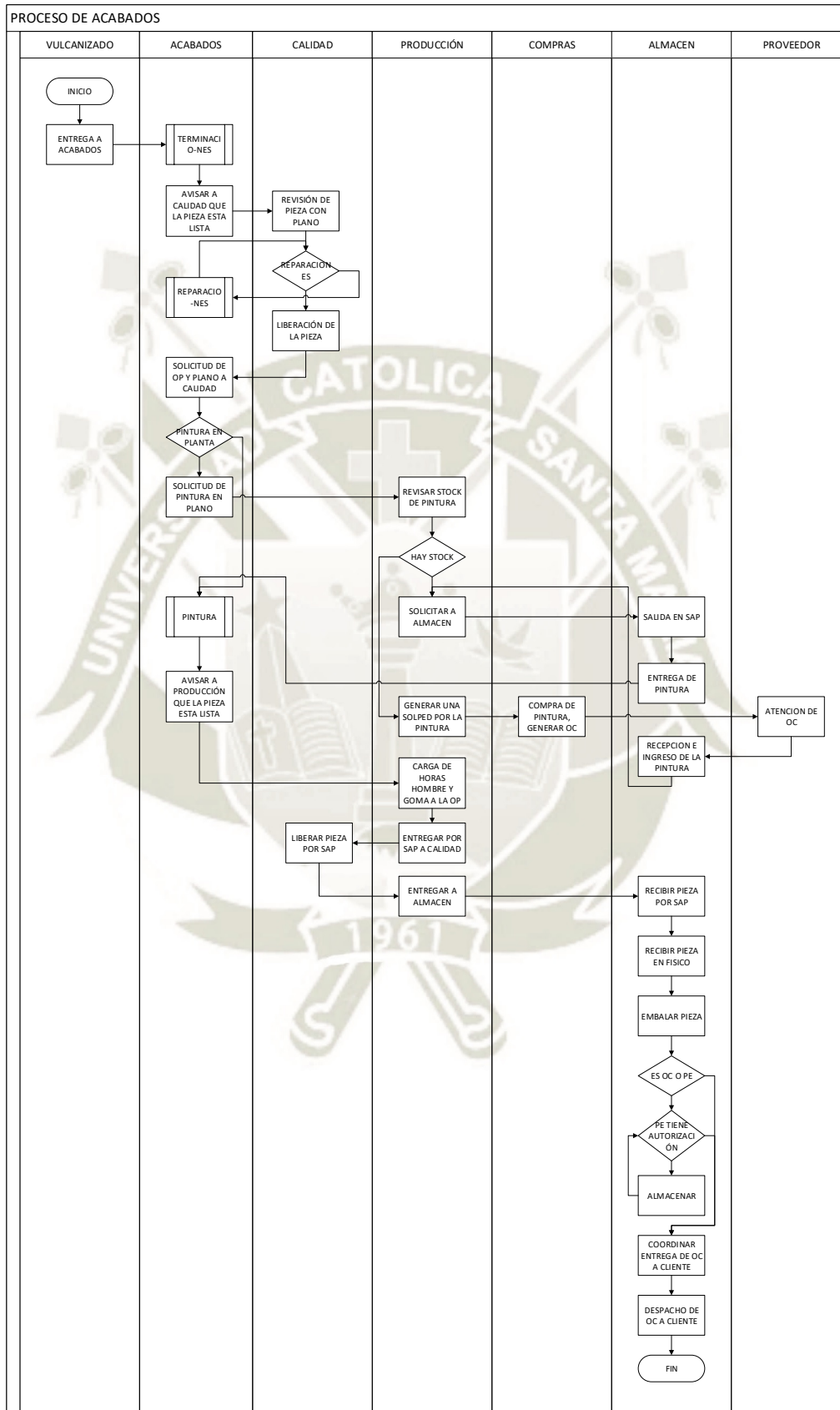
Existe algunas demoras en elaborar el correo de este, debido a las medidas finales de la pieza que depende en que se van a entregar y el OC del cliente que no siempre la tiene producción y debe de solicitarla al área de ventas.

- Almacén recibe la pieza por medio de SAP aceptando el traspaso.
- Almacén recibe la pieza en físico, con su respectiva parihuela o tacos según el tamaño de la misma.
- Embala la pieza entregada por producción, además de colocarle un sello con la descripción en la orden de producción.
- Si la OP es de una OC del cliente el área de almacén coordina la entrega de la OC con el cliente, el transporte y hora del despacho.
- Realiza el despacho de la pieza al cliente teniendo una guía de constancia de entrega.
- En caso la OP está ligada no a una OC sino a un Pedido Especial (PE) se verifica si este pedido especial tiene autorización, si ventas solicita la autorización esta pieza es despachada siguiendo el mismo proceso de la OP.
- En caso no se tenga la autorización para hacer el despacho del PE este es almacenado hasta que se tenga la OC del cliente o en caso contrario la autorización correspondiente. Un PE no puede facturarse es por esto requerida una autorización, después debe de hacerse el seguimiento a ventas para poder regularizar la orden de compra y poder facturarla.

El diagrama de flujo del proceso de acabados se puede observar en la figura 9:

Figura 9

Diagrama Proceso de acabados



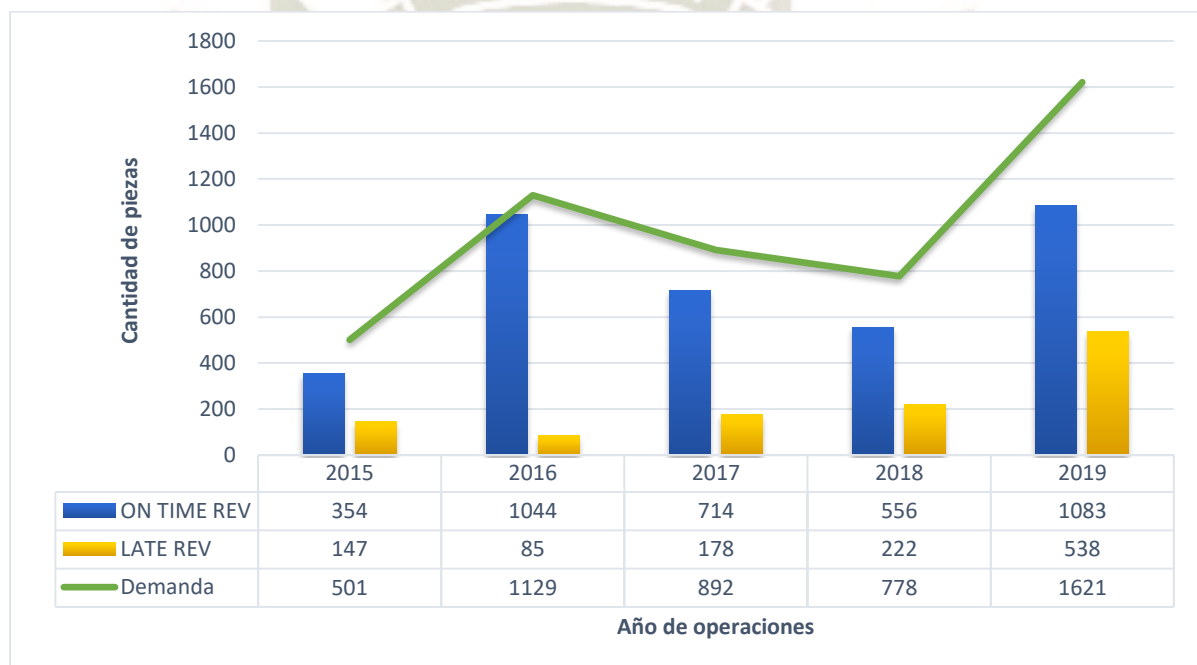
Fuente: Elaboración propia

3.3. Análisis de datos

Como se mencionó en la descripción del problema se vio como desde el año 2017 al año 2019 la entrega de piezas dentro del plazo establecido del proceso de revestimiento a almacén ha ido disminuyendo conforme se ha dado el incremento de la demanda, como se muestra en la figura 10:

Figura 10

Piezas entregadas del proceso de revestimiento



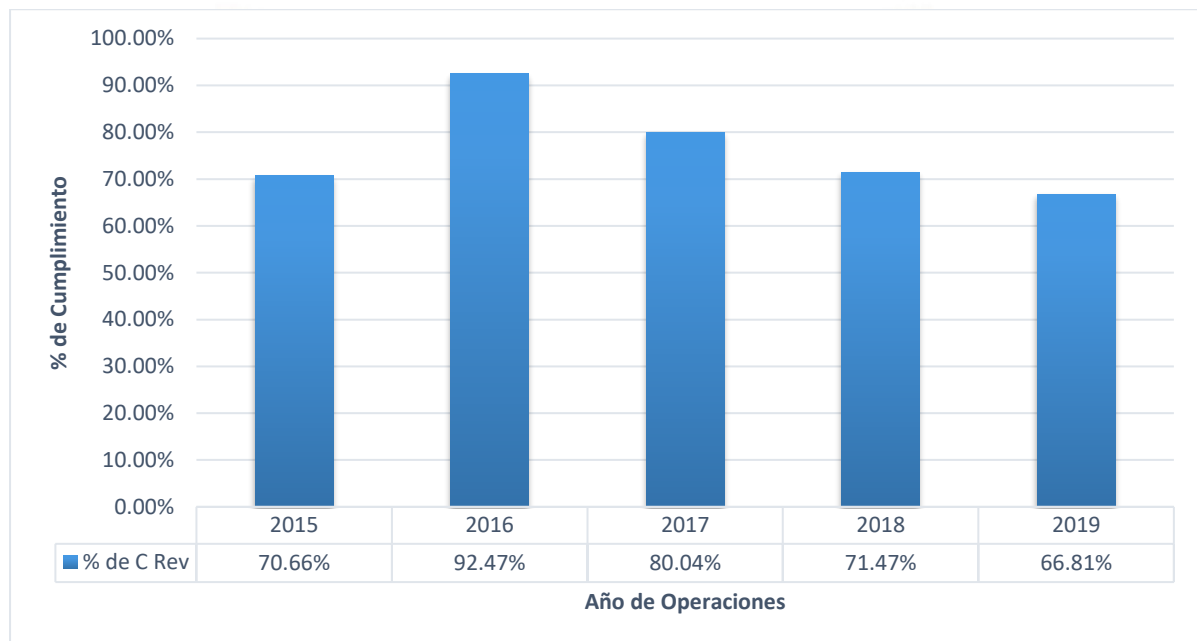
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar la cantidad de piezas que fueron entregadas fuera del tiempo establecido del proceso de revestimiento el cual está encargado producción y como han ido aumentando con la demanda lo que evidencia que al tener una mayor cantidad de piezas existe un problema para poder entregar todas estas a tiempo.

En la figura 11 se aprecia el porcentaje de cumplimiento del proceso de revestimiento esta detallado en los últimos años y el descenso que viene teniendo desde el año 2017:

Figura 11

Porcentaje de cumplimiento de entregas a tiempo del proceso de revestimiento

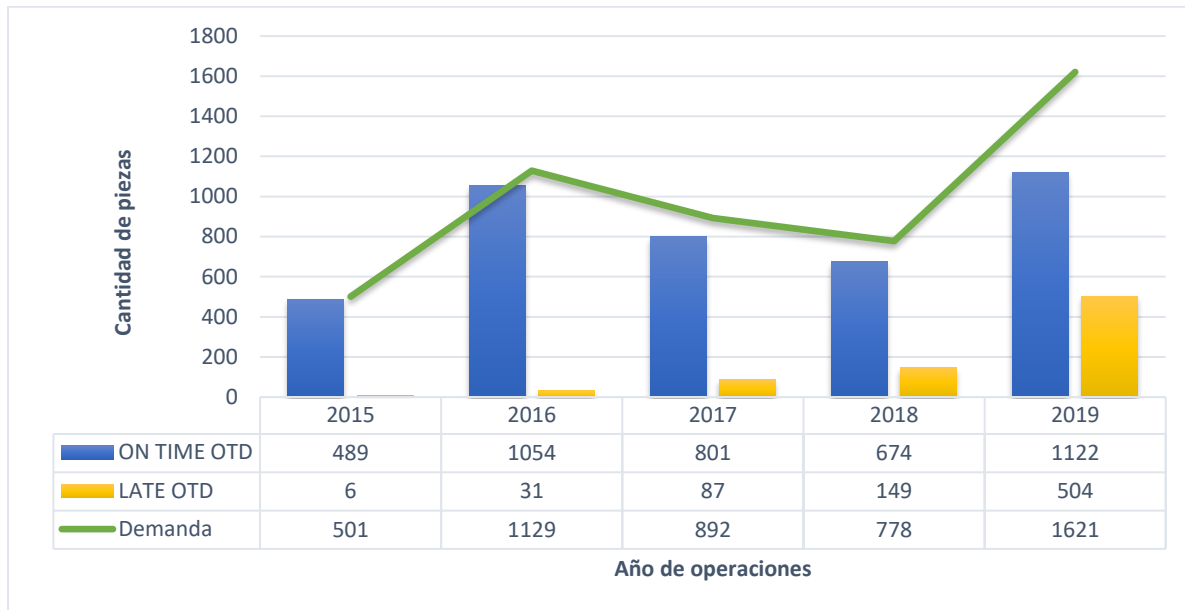


Fuente: Elaboración propia

El siguiente indicador que se observó fue el indicador que llaman OTD, se evalúa al final del proceso en la empresa y se compara la fecha de facturación, es decir, la fecha de entrega al cliente con la fecha programada con el cliente en la Orden de Compra. A continuación, se observa en la figura 12 detallado por año la cantidad de piezas entregadas a tiempo y las que fueron entregadas tarde:

Figura 12

Piezas entregadas al cliente

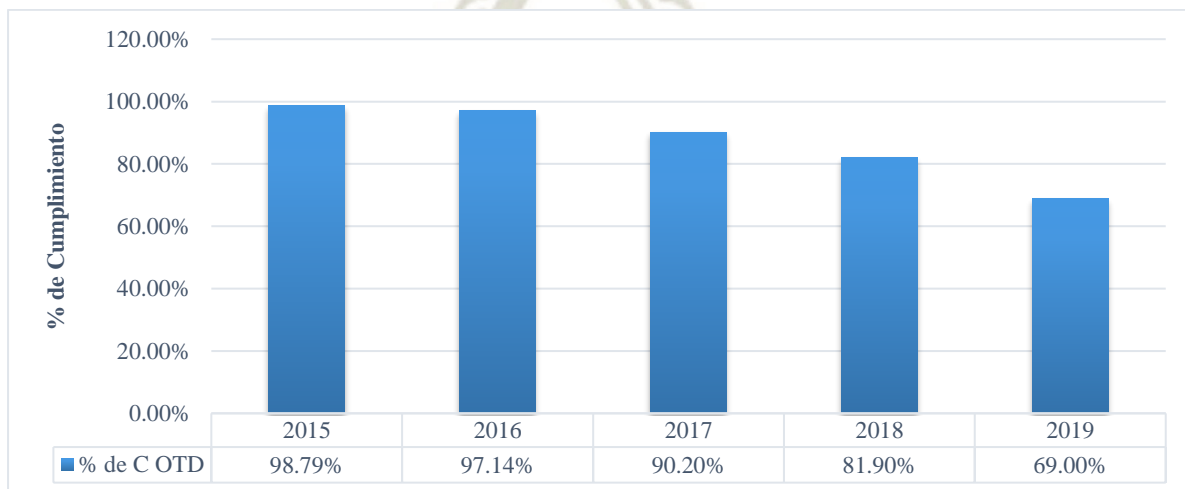


Fuente: Elaboración propia

En porcentajes, se puede ver como con los años este indicador ha ido disminuyendo con el paso de los años en la figura 13:

Figura 13

Porcentaje de cumplimiento de entregas a tiempo al cliente



Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Productividad

Producción debe de realizar un registro de horas hombre en el sistema GWeb solicitado por la empresa, se registra cada operario por día, cantidad de horas y se clasifican por categoría como se puede apreciar en la tabla 5:

Tabla 5

Horas totales reportadas por categoría en el año 2019

Categoría de Operación	Horas Totales
Horas de Soporte	1,050.68
Horas No Disponibles	10,144.12
Horas No Productivas	20,866.88
Horas Productivas	50,568.9
Por regularizar	81.69
Total general	82,712.27

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las horas productivas de cada operario son consideradas para el cálculo de la productividad como se indica en el siguiente cuadro:

Se puede observar que en el año 2019 se planificó la producción en planta según los pedidos realizados por el cliente y considerando el tiempo disponible de producción, se puede evidenciar que según las piezas producidas es menor que las planificadas para entrega al cliente, la productividad promedio en planta en el 2019 es 40%, como se puede apreciar en la tabla 6:

Tabla 6

Indicadores de producción del año 2019

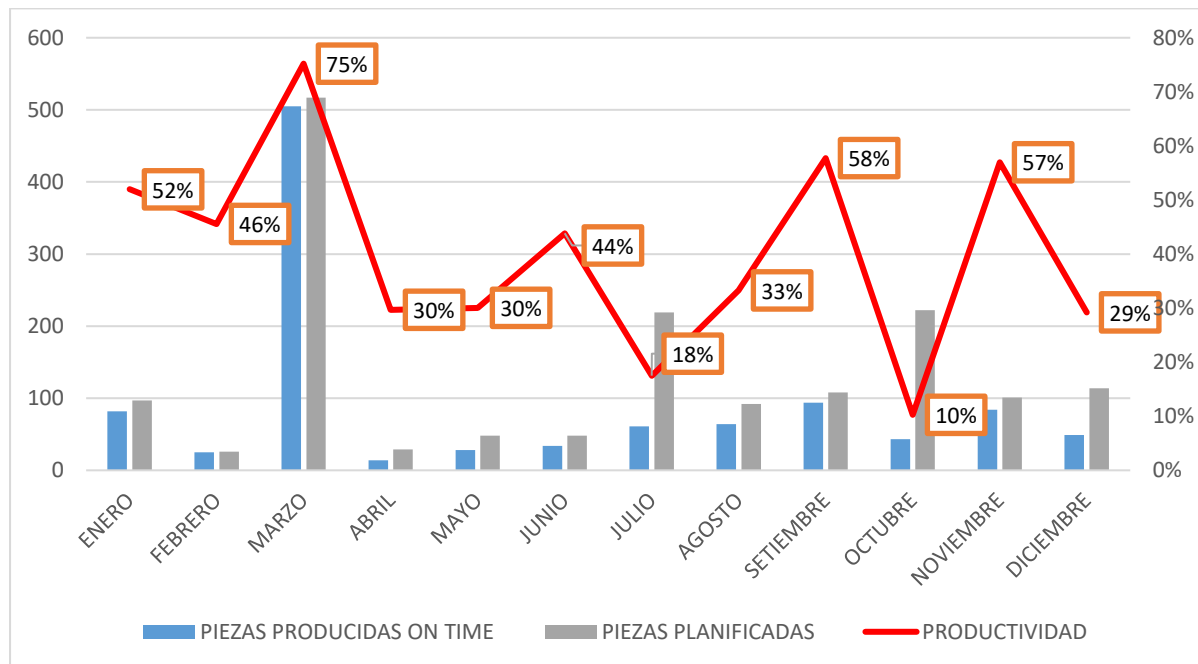
Formula	Productividad = (tiempo real*piezas producidas) / (tiempo disponible*piezas planificadas)				Año:2019
Meses	Tiempo real productivo	Piezas producidas On time	Tiempo disponible	Piezas planificadas	Productividad
Enero	4509	82	7334.91	97	52%
Febrero	2643	25	5576.89	26	46%
Marzo	4919	505	6388.70	517	75%
Abril	4235	14	6886.04	29	30%
Mayo	3625	28	7036.11	48	30%
Junio	3774	34	6097.23	48	44%
Julio	5123	61	8150.83	219	18%
Agosto	2400	64	5017.87	92	33%
Setiembre	5222	94	7870.93	108	58%
Octubre	3934	43	7420.52	222	10%
Noviembre	4807	84	7018.26	101	57%
Diciembre	5379	49	7913.98	114	29%
Total	50569	1083	82712.27	1621	40%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se puede observar el gráfico de la productividad por mes del año 2019, las piezas producidas o entregadas a tiempo y el total de piezas planificadas:

Figura 14

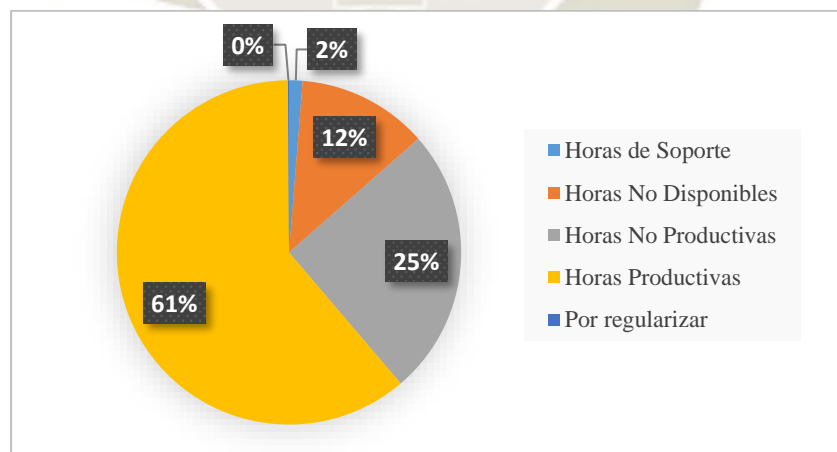
Producción de planta del año 2019



Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Horas totales reportadas en el 2019



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 15 se puede apreciar que, de 82 712 horas reportadas, el 61% fueron horas productivas y el 25% fueron No Productivas, 12% horas no disponibles y 2% horas de Soporte,

en este caso solo se consideró las horas de operarios del área de producción y las horas por regularizar son usadas solo por el área de servicios por lo que es del 0%.

A continuación, se puede observar en la tabla 7 los diferentes tipos de operación dentro de cada categoría de operación que tiene el sistema GWeb de la empresa:

Tabla 7

Descripción de categorías de operación en Gweb

Categoría	Descripción
Horas de Soporte	
Soporte a Ventas	Horas en las que apoyan al área de ventas u otras áreas y no está dentro de las actividades cotidianas
Horas No Disponibles	
Capacitaciones Seguridad	Capacitaciones obligatorias para subir a Mina y de planta
Celebraciones Weir (Full Day)	Celebraciones de la empresa
Charla de Seguridad	Charla diaria de seguridad
Compensación de Horas	Horas del operario de permiso disponibles por horas extra
Descanso Médico	Descanso certificado por un doctor
Examen Médico	Examen anual de la empresa o de Mina
Falta	Inasistencia no justificada, descuento realizado
Licencia por paternidad	Periodo de descanso con paga de días laborables a partir del nacimiento de un hijo o hija.
Permiso	Permiso otorgado por el supervisor o jefe de área
Refrigerio	Cada operario cuenta con cuarenta y cinco minutos de refrigerio
Vacaciones	Periodo de descanso con paga de días laborables de las actividades
Horas No Productivas	
Inspección de Herramientas	Inspección mensual de herramientas del área
Inventarios	Inventario mensual de materiales e insumos
Labores Administrativas	Apoyo en labores administrativas
Limpieza de Planta	Limpieza de planta, instalaciones, maquinaria
Mantenimiento	Mantenimiento de máquinas, equipos o herramientas
Mantenimiento de Planta	Mantenimiento de la infraestructura, pintado, entre otros
Horas Productivas	
HH Productivas	Horas que pertenecen a una Orden de Producción u Orden de Servicio
Traslado-Servicios	Horas de traslado a unidad minera
Por regularizar	
Por regularizar	Horas utilizadas en unidad minera, pendiente de regularizar la Orden de producción

Fuente: Elaboración propia

3.4. Indicadores de la situación actual

En la operacionalización de variables se consideró indicadores los cuales se desarrollaron para tener una mejor visión de la situación actual.

3.4.1. Indicador de Procesos estratégicos

$$\% OP Facturadas = \frac{\text{Ordenes de producción facturadas}}{\text{Total de Ordenes de producción}} \times 100\%$$

$$\% OP Facturadas = \frac{519 \text{ Ordenes facturadas}}{535 \text{ Ordenes de producción}} \times 100\%$$

$$\% OP Facturadas = 97.01\%$$

3.4.2. Indicador de Procesos operativo

$$\% OP Late = \frac{\text{Ordenes de producción LATE}}{\text{Total de Ordenes de producción}} \times 100\%$$

$$\% OP Late = \frac{210 \text{ Ordenes de producción LATE}}{535 \text{ de Ordenes de producción}} \times 100\%$$

$$\% OP Late = 39.25\%$$

3.4.3. Indicador de Diagrama de recorrido

$$\% Distancia recorrida/Operaciones = \frac{\text{Distancia recorrida}}{\text{Total de operaciones}} \times 100\%$$

$$\% Distancia recorrida/Operaciones = \frac{561.54 \text{ metros}}{14 \text{ operaciones}} \times 100\%$$

$$\% Distancia recorrida/Operaciones = 40.11\%$$

3.4.4. Indicador de Diagrama de actividades del proceso

$$\% Actividad transporte = \frac{\text{Actividad Transporte}}{\text{Actividades totales}} \times 100\%$$

$$\% Actividad transporte = \frac{5 \text{ Actividades de Transporte}}{24 \text{ Actividades totales}} \times 100\%$$

$$\% Actividad transporte = 20.83\%$$

3.4.5. Indicador de Eficiencia

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Horas hombre utilizadas}}{\text{Horas hombre proyectadas}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{9083.43 \text{ Horas hombre utilizadas}}{11606.07 \text{ Horas hombre proyectadas}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 78.26\%$$

3.4.6. Indicador de Eficacia

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{Piezas obtenidas ON TIME}}{\text{Total piezas demanda}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{1083 \text{ Piezas obtenidas ON TIME}}{1621 \text{ Total piezas demanda}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Eficacia} = 66.81\%$$

3.4.7. Indicador de Productividad

$$\% \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo real productivo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Productividad} = \frac{50569 \text{ Tiempo real productivo}}{82712.27 \text{ Tiempo disponible}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Productividad} = 61.14\%$$

3.5. Conclusión del análisis de la situación actual

Después del análisis realizado de los procesos y data historia se tiene la siguiente conclusión:

3.5.1. Mano de Obra

El personal se encuentra capacitado para las actividades que realiza en mina y así mismo en planta debido a las constantes capacitaciones realizadas, pero existen operarios que se especializan en ciertos trabajos y otros no.

Si estos operarios se encuentran entre mina y son requeridos en planta esto genera fatiga, cansancio, pudiendo retrasar o generar errores en el proceso productivo e incluso actos

inseguros que sea conviertan en accidentes. El supervisor distribuye a los operarios en diferentes tareas para poder cubrir las falencias que hay cuando unos operarios suben a terreno.

El operario realiza constantemente paradas de máquina para limpiar la granalla, debido a que el succionador que se encuentra en la parte interna de la máquina, no funciona adecuadamente, perdiendo tiempos valiosos que pudiera usar para seguir produciendo.

Existe muda de transporte en producción, debido a que las 3 plantas no están conectadas para pase de montacargas solo pase peatonal, es por ello que el operario saca el alma metálica con ayuda del montacargas saliendo externamente de la empresa para poder entrar a la siguiente nave o planta, ocasionando demora en el traslado de una pieza y en el proceso en general.

3.5.2. Material

Se observó que en algunos casos la materia prima puede tener unos errores en la fabricación de rollos de goma, además de que puede generar retrasos si las almas metálicas que entregan los proveedores tienen fallas o no cumplen con la fecha indicada generando retrasos. También genera demoras la falta de insumos requeridos diariamente que no se encuentran en Kanban y no se tiene un stock en almacén para poder utilizarlo.

3.5.3. Métodos

Se concluye que la falta de planificación en cuanto a los insumos requeridos genera una demora, retrasando el tiempo de entrega, además de poder mejorar los procesos eliminando actividades innecesarias o estandarizándolas para un mejor flujo. Es difícil poder controlar la cantidad de horas hombre en una OP cuando no existe un registro de ellas y se verifica que no se exceda las horas planificadas. Tampoco existe un instructivo de revestimiento para cada tipo de producto y sea todo con el mismo método para nuevos operarios o equipos de trabajo.

3.5.4. Maquinaria

Se vio que algunas demoras fueron por mantenimientos correctivos realizados a la maquinaria, falta de repuestos para la máquina, además de que existen demoras por posibles mejoras que se podrían dar en las máquinas para poder mejorar el proceso.

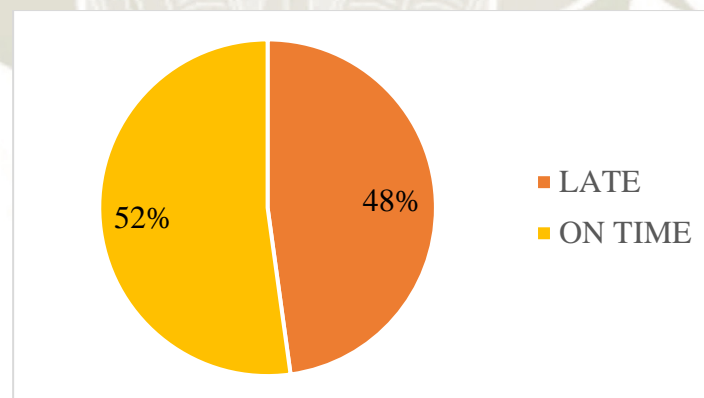
3.5.5. Medición

En cuanto a reproceso no es del todo común, pero sucede cuando se tiene una goma nueva, o diferente a las cotidianas con las cuáles se trabaja faltando una capacitación para esos nuevos cauchos.

En el siguiente gráfico se puede ver como el 48% de piezas son entregadas tarde, fuera de la fecha de OC generada por compras al proveedor, como se muestra en la figura 16:

Figura 16

Cumplimiento de proveedor en entrega del alma metálica



Fuente: Elaboración Propia

3.5.6. Medio ambiente

Para analizar los factores externos de la empresa que impactan directamente con la productividad de la empresa se realizó un FODA, como se muestra en la figura 17, para poder detectarlo y explicarlo.

Figura 17

Análisis FODA



Fuente: Elaboración propia

Actualmente existe una pandemia la cual empezó a afectar directamente la economía del país desde el 16 de marzo 2020 cuando comenzó la cuarentena a nivel nacional y se trabajó de manera remota, la empresa retornó a sus actividades a fines del mes de abril del 2020 atendiendo pedidos ya pactados y pendientes.



4. Análisis de los problemas – causales

4.1. Diagrama Ishikawa

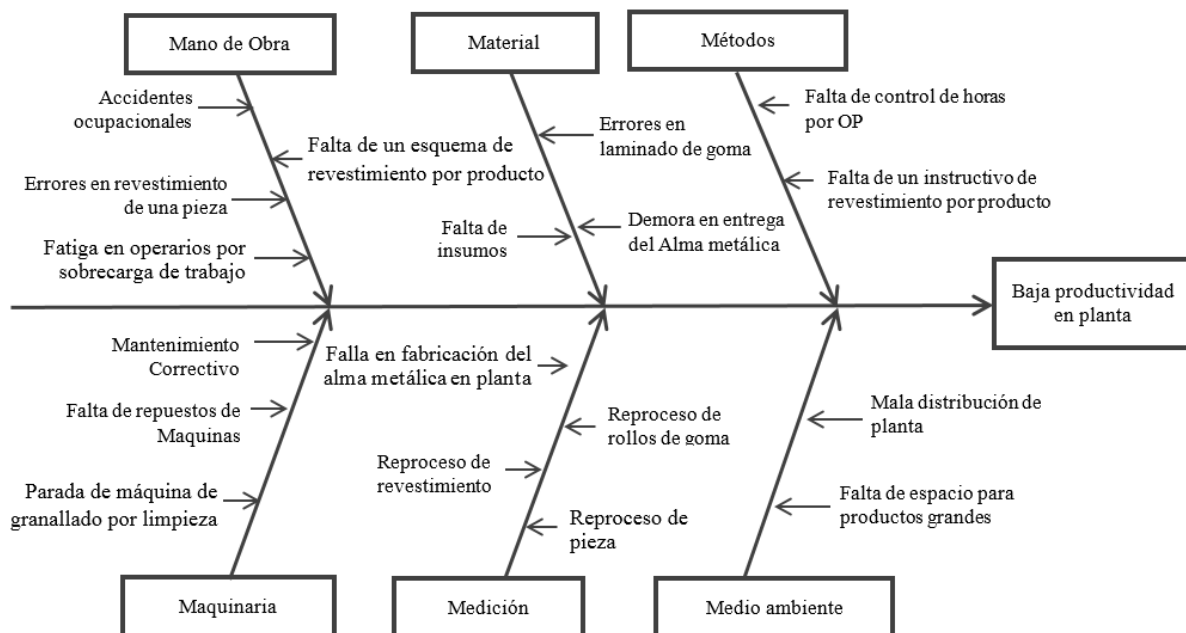
A continuación, se elaboró un diagrama Ishikawa en el cual considerando las 6M:

- Mano de Obra
- Material
- Métodos
- Maquinaria
- Medición
- Medio Ambiente

Se elaboró una lista de causas que afectan a la productividad de la empresa y se clasificó en el diagrama Ishikawa, como se muestra en la figura 18:

Figura 18

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

4.2. Identificación de las causas principales

Teniendo la lista de problemas, se realizó una entrevista al Jefe de Operaciones, Planner de Producción, Supervisor de producción, Asistente de Producción, para que puedan dar un puntaje del 1 al 10 según su percepción y experiencia de cuanto afecta cada problema enlistado en la productividad de la empresa, considerando 1 como menor impacto y 10 de mayor impacto, también se tuvo la participación del tesista según lo observado.

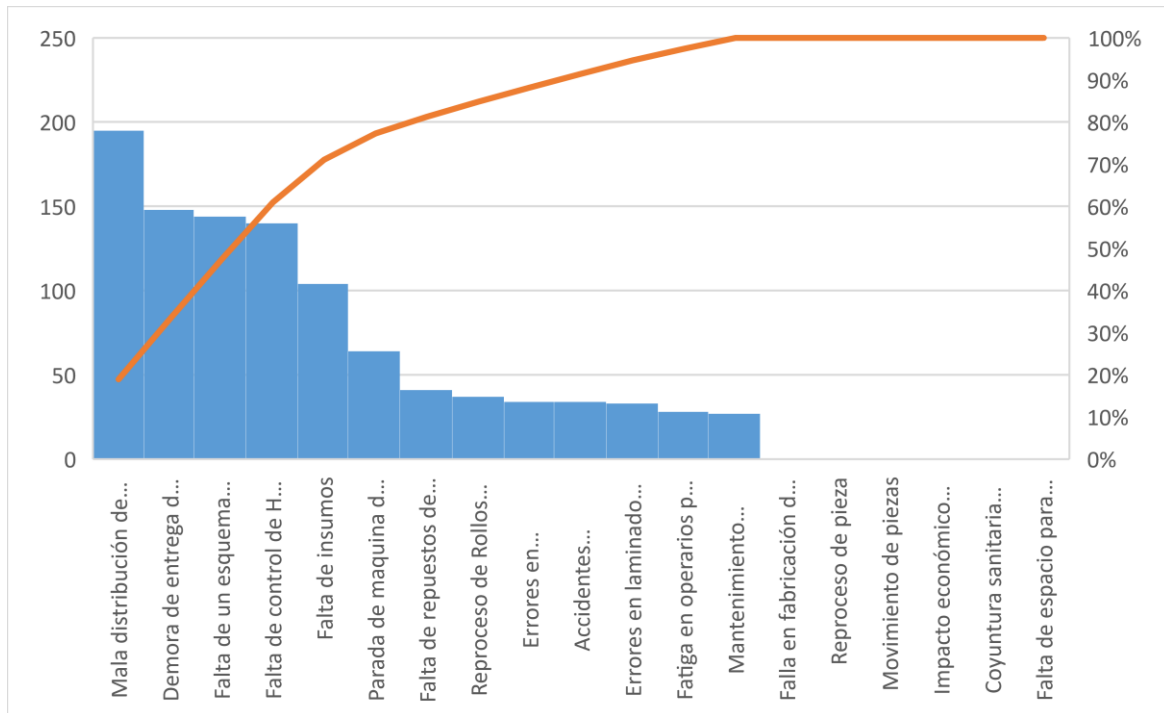
Teniendo la clasificación por cada persona, se puso una columna de frecuencia en la cual el supervisor de planta clasificó del 0 a 5 cada problema según la frecuencia en la que ocurrían, 0 menor frecuencia o solo un evento y 5 de mayor frecuencia, esto fue multiplicado por la suma de puntaje asignado por las personas entrevistadas obteniendo un puntaje total.

Se obtuvo el porcentaje de participación de cada problema y se obtuvo el porcentaje acumulado para poder realizar la clasificación según la teoría de Pareto.

De esta forma se obtuvo seis principales causas del problema de baja productividad, como se muestra en la figura 19.

Figura 19

Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la identificación de principales causas de baja productividad, como se muestra en la tabla 8:

Tabla 8*Identificación de principales causas*

Causas	Frecuencia	Jefe de Operaciones	Planner de Producción	Supervisor de producción	Asistente de Producción	Tesista	Puntaje	%	% Acumulado	Clasificación
Mala distribución de planta	5	8	7	5	10	9	195	18.95%	18.95%	A
Demora en entrega del alma metálica	4	5	8	8	8	8	148	14.38%	33.33%	
Falta de un instructivo de revestimiento por producto	4	7	8	5	9	7	144	13.99%	47.33%	
Falta de control de horas por OP	4	8	8	4	8	7	140	13.61%	60.93%	
Falta de insumos	4	4	4	3	9	6	104	10.11%	71.04%	
Parada de máquina de granallado por limpieza	2	4	6	8	7	7	64	6.22%	77.26%	
Falta de repuestos de maquinas	1	8	9	8	8	8	41	3.98%	81.24%	B
Reproceso de Rollos de Goma	1	10	10	5	8	4	37	3.60%	84.84%	
Errores en revestimiento de una pieza	1	8	9	2	9	6	34	3.30%	88.14%	
Accidentes ocupacionales	1	9	10	1	9	5	34	3.30%	91.45%	
Errores en laminado de goma	1	8	9	2	8	6	33	3.21%	94.66%	
Fatiga en operarios por sobrecarga de trabajo	1	7	6	4	8	3	28	2.72%	97.38%	
Mantenimiento Correctivo	1	5	3	4	9	6	27	2.62%	100.00%	C
Falla en fabricación del alma metálica en planta	0	10	9	4	10	5	0	0.00%	100.00%	
Reproceso de pieza	0	10	10	1	8	7	0	0.00%	100.00%	
Movimiento de piezas	0	2	3	3	9	2	0	0.00%	100.00%	
Impacto económico post COVID	0	8	8	7	8	7	0	0.00%	100.00%	
Coyuntura sanitaria COVID 19 (protocolos)	0	7	6	6	9	6	0	0.00%	100.00%	
Falta de espacio para piezas de gran tamaño	0	4	5	1	8	3	0	0.00%	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Identificación de opciones de solución

En la Tabla 9 se puede ver las causas obtenidas del Pareto, su descripción y alternativas de solución para cada una de ellas.

Tabla 9

Identificación de opciones de solución

Causas	Descripción	Alternativas de solución
Mala distribución de planta	Existe una mala distribución que obliga a los operarios a estar constantemente en desplazamientos fuera de la planta y entre las plantas, genera demoras, retrasos, congestión con proveedores y es un peligro constante.	<ul style="list-style-type: none"> a. Redistribución de planta. b. Cambio de locación. c. Implementar mejoras en la actual distribución
Demora de entrega del alma metálica	La entrega del alma metálica por un proveedor es importante, la demora de la entrega de esta genera retrasos en todo el proceso productivo al requerido al inicio del proceso. Estas demoras pueden darse por errores del proveedor en el proceso de fabricación, errores en el plano o mala lectura de este, mala proyección del tiempo de demora del proveedor, falta de material requerido para la fabricación. La demora perjudica el cumplimiento del programa semanal y muchas veces es causa de entregar tarde al cliente una Orden de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> a. Evaluación de proveedores b. Auditoria en los procesos del proveedor c. Inclusión de penalidades en OC en caso no cumplir con fecha indicada
Falta de un instructivo de revestimiento por producto	La falta de un instructivo de revestimiento por cada tipo de producto, genera demoras sobre todo cuando el grupo que va a revestir la pieza no tiene la experiencia previa, puede generar errores en el proceso y con esto retrasos para entregar al siguiente revestimiento que es el de Vulcanizado, y con esto un retraso en la entrega final del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> a. Elaboración de un instructivo por producto. b. Ranking de colaboradores considerables como líder en cada producto c. Realizar una capacitación con el fin de mejorar el revestimiento
Falta de control de horas por OP	La falta de control de HH perjudica a la OP y el presupuesto asignado de horas de saber la cantidad de horas reales utilizadas en el producto. Además perjudica el registro de HH en GWeb, mismo que es evaluado por la gerencia.	<ul style="list-style-type: none"> a. Realizar un control de HH en cada proceso. b. Implementación de un control de HH por OP c. Registro de HH por operario
Falta de insumos	La falta de productividad en la entrega a tiempo de piezas al cliente se ve afectada por falta de productos en general al final del proceso o en medio del mismo, genera retrasos no deseados y perjudica al siguiente proceso.	<ul style="list-style-type: none"> a. Mejora en planificación de insumos en el programa semanal b. Ingreso de insumos a Kanban. c. Base de datos con insumos y proveedores disponibles con tiempos de entrega
Parada de máquina de granallado por limpieza	El no tener un buen sistema para poder granallar de una manera continua genera demoras en el proceso debido a paradas para poder limpiar la máquina y poder seguir con el proceso, esto es necesario si no se realiza no se puede seguir granallando por falta de granalla en el depósito	<ul style="list-style-type: none"> a. Optimizar el proceso de limpieza b. Instalación de faja transportadora dentro de la maquina c. Recuperación de granalla en el proceso de granallado

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Selección de la mejor alternativa

Para poder seleccionar la mejor alternativa de solución alineada a los pilares estratégicos de la organización; para cada causa se hizo un cuadro de doble entrada en el cual se tuvo los pilares estratégicos, se puso una puntuación relativa de cada pilar estratégico de la empresa, después por cada causa evaluar las tres alternativas de solución y el impacto que tienen con la productividad, se calificó esto de 0 a 10, 0 impacto nulo o menor grado de impacto y 10 de mayor grado de impacto.



Se realizó la selección se alternativa de solución de la causa mala distribución de planta, como se puede apreciar la tabla 10:

Tabla 10

Selección de alternativa de solución – Causa: Mala distribución de planta

Causa		Opción 1		Opción 2		Opción 3	
Mala distribución de planta		Redistribución de planta		Cambio de locación		Implementar mejoras en la actual distribución	
Pilares estratégicos	Puntuación relativa del criterio	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado
Innovación: Enfocada en brindar soluciones innovadoras para que las operaciones del cliente sean más eficientes y efectivas.	7	8	56	8	56	7	49
Excelencia en la cadena de valor: Inversión en tecnología, personal y seguridad para poder aumentar la productividad.	10	8	80	7	70	6	60
Colaboración: Trabajar cerca de clientes, proveedores, colegas para comprender mejor la demanda del mercado dando una respuesta a ellas, relaciones de mutuo beneficio a las partes clave.	9	7	63	8	72	7	49
Capacidad Global: Ofrecer calidad uniforme en los productos y servicios a todos los clientes.	10	8	80	7	70	7	70
Suma total de resultado		Opción 1	279	Opción 2	268	Opción 3	228

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la selección se alternativa de solución de la causa demora de entrega del alma metálica, como se puede apreciar la tabla 11:

Tabla 11

Selección de alternativa de solución – Causa: Demora de entrega del alma metálica

Causa		Opción 1		Opción 2		Opción 3	
Demora de entrega del alma metálica		Evaluación de proveedores		Auditoria en los procesos del proveedor		Inclusión de penalidades en OC	
Pilares estratégicos	Puntuación relativa del criterio	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado
Innovación: Enfocada en brindar soluciones innovadoras para que las operaciones del cliente sean más eficientes y efectivas.	7	5	35	5	35	4	28
Excelencia en la cadena de valor: Inversión en tecnología, personal y seguridad para poder aumentar la productividad.	10	7	70	6	60	5	50
Colaboración: Trabajar cerca de clientes, proveedores, colegas para comprender mejor la demanda del mercado dando una respuesta a ellas, relaciones de mutuo beneficio a las partes clave.	9	9	81	8	72	4	36
Capacidad Global: Ofrecer calidad uniforme en los productos y servicios a todos los clientes.	10	6	60	5	50	4	40
Suma total de resultado		Opción 1	246	Opción 2	217	Opción 3	154

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la selección se alternativa de solución de la causa falta de instructivo de revestimiento por producto, como se puede apreciar la

tabla 12:

Tabla 12

Selección de alternativa de solución – Causa: Falta de un instructivo de revestimiento por producto

Causa		Opción 1		Opción 2		Opción 3	
Falta de un instructivo de revestimiento por producto		Elaboración de un instructivo por producto		Ranking de colaboradores considerables como líder en cada producto		Realizar una capacitación con el fin de mejorar el revestimiento	
Pilares estratégicos	Puntuación relativa del criterio	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado
Innovación: Enfocada en brindar soluciones innovadoras para que las operaciones del cliente sean más eficientes y efectivas.	7	8	56	5	35	6	42
Excelencia en la cadena de valor: Inversión en tecnología, personal y seguridad para poder aumentar la productividad.	10	8	80	6	60	8	80
Colaboración: Trabajar cerca de clientes, proveedores, colegas para comprender mejor la demanda del mercado dando una respuesta a ellas, relaciones de mutuo beneficio a las partes clave.	9	8	72	7	63	9	81
Capacidad Global: Ofrecer calidad uniforme en los productos y servicios a todos los clientes.	10	9	90	7	70	7	70
Suma total de resultado		Opción 1	298	Opción 2	228	Opción 3	273

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la selección se alternativa de solución de la causa falta de un control de horas por OP, como se puede apreciar la tabla 13:

Tabla 13

Selección de alternativa de solución – Causa: Falta de control de horas por OP

Causa		Opción 1		Opción 2		Opción 3	
Falta de control de horas por OP		Realizar un control de horas en cada proceso		Implementación de un control de horas por OP		Registro de horas por operario	
Pilares estratégicos	Puntuación relativa del criterio	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado
Innovación: Enfocada en brindar soluciones innovadoras para que las operaciones del cliente sean más eficientes y efectivas.	7	4	28	5	35	4	28
Excelencia en la cadena de valor: Inversión en tecnología, personal y seguridad para poder aumentar la productividad.	10	6	60	7	70	6	60
Colaboración: Trabajar cerca de clientes, proveedores, colegas para comprender mejor la demanda del mercado dando una respuesta a ellas, relaciones de mutuo beneficio a las partes clave.	9	5	45	6	54	5	45
Capacidad Global: Ofrecer calidad uniforme en los productos y servicios a todos los clientes.	10	4	40	5	50	4	40
Suma total de resultado		Opción 1	173	Opción 2	209	Opción 3	173

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la selección se alternativa de solución de la causa falta de insumos, como se puede apreciar la tabla 14:

Tabla 14

Selección de alternativa de solución – Causa: Falta de insumos

Causa		Opción 1		Opción 2		Opción 3	
Falta de insumos		Mejora en planificación de insumos en el programa semanal		Ingreso de insumos a Kanban.		Base de datos con insumos y proveedores disponibles con tiempos de entrega	
Pilares estratégicos	Puntuación relativa del criterio	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado
Innovación: Enfocada en brindar soluciones innovadoras para que las operaciones del cliente sean más eficientes y efectivas.	7	8	56	5	35	6	42
Excelencia en la cadena de valor: Inversión en tecnología, personal y seguridad para poder aumentar la productividad.	10	9	90	6	60	7	70
Colaboración: Trabajar cerca de clientes, proveedores, colegas para comprender mejor la demanda del mercado dando una respuesta a ellas, relaciones de mutuo beneficio a las partes clave.	9	7	63	6	54	9	81
Capacidad Global: Ofrecer calidad uniforme en los productos y servicios a todos los clientes.	10	8	80	4	40	6	60
Suma total de resultado		Opción 1	289	Opción 2	189	Opción 3	253

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la selección se alternativa de solución de la causa parada de máquina de granallado por limpieza, como se puede apreciar la tabla

15:

Tabla 15

Selección de alternativa de solución – Causa: Parada de máquina de granallado por limpieza

Causa		Opción 1		Opción 2		Opción 3	
Parada de máquina de granallado por limpieza		Optimizar el proceso de limpieza		Instalación de faja transportadora dentro de la maquina		Recuperación de granalla en el proceso de granallado	
Pilares estratégicos	Puntuación relativa del criterio	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado	Impacto con la productividad	Resultado
Innovación: enfocada en brindar soluciones innovadoras para que las operaciones del cliente sean más eficientes y efectivas.	7	8	56	8	56	8	56
Excelencia en la cadena de valor: inversión en tecnología, personal y seguridad para poder aumentar la productividad.	10	9	90	8	80	8	80
Colaboración: trabajar cerca de clientes, proveedores, colegas para comprender mejor la demanda del mercado dando una respuesta a ellas, relaciones de mutuo beneficio a las partes clave.	9	7	63	6	54	7	63
Capacidad global: ofrecer calidad uniforme en los productos y servicios a todos los clientes.	10	6	60	5	50	6	60
Suma total de resultado		Opción 1	269	Opción 2	240	Opción 3	259

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Análisis de la propuesta

Después de la selección de la mejor alternativa para cada una de las causas se tiene el siguiente resultado que se puede observar en la tabla 16:

Tabla 16

Análisis de la propuesta

Causa	Solución
Mala distribución de planta	Redistribución de planta.
Demora de entrega del alma metálica	Evaluación de proveedores.
Falta de un instructivo de revestimiento por producto	Elaboración de un instructivo por producto.
Falta de Control de horas por OP	Implementación de un control de horas por OP.
Falta de Insumos	Mejora en planificación de insumos en el programa semanal.
Parada de máquina de granallado por limpieza	Optimizar el proceso de limpieza de granalla.

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Desarrollo de la propuesta

4.4.1. Redistribución de planta

Para poder realizar la redistribución de planta se elaboró un DAP de la situación actual y un diagrama de recorrido, como se muestra en la figura 20 y figura 21, para poder observar el recorrido que hace el operario durante el proceso productivo.

Se basó en el producto con mayor demanda que fue una tubería recta (spool recto) con un diámetro interior mayor de 20 pulgadas. Revestida con la goma G228S utilizando dos capas al ser el pedido de revestimiento espesor de 19mm. El área a revestir es de 10 m² del proceso productivo. Se tomó en cuenta como estándar el de tiempo de Vulcanizado 4 HM considerando el 75% del tiempo HH. Para el granallado es 2.5 HM en este caso las HH son el doble 5 HH debido a que deben estar dos operarios obligatoriamente por temas de seguridad, el granallador

Figura 20

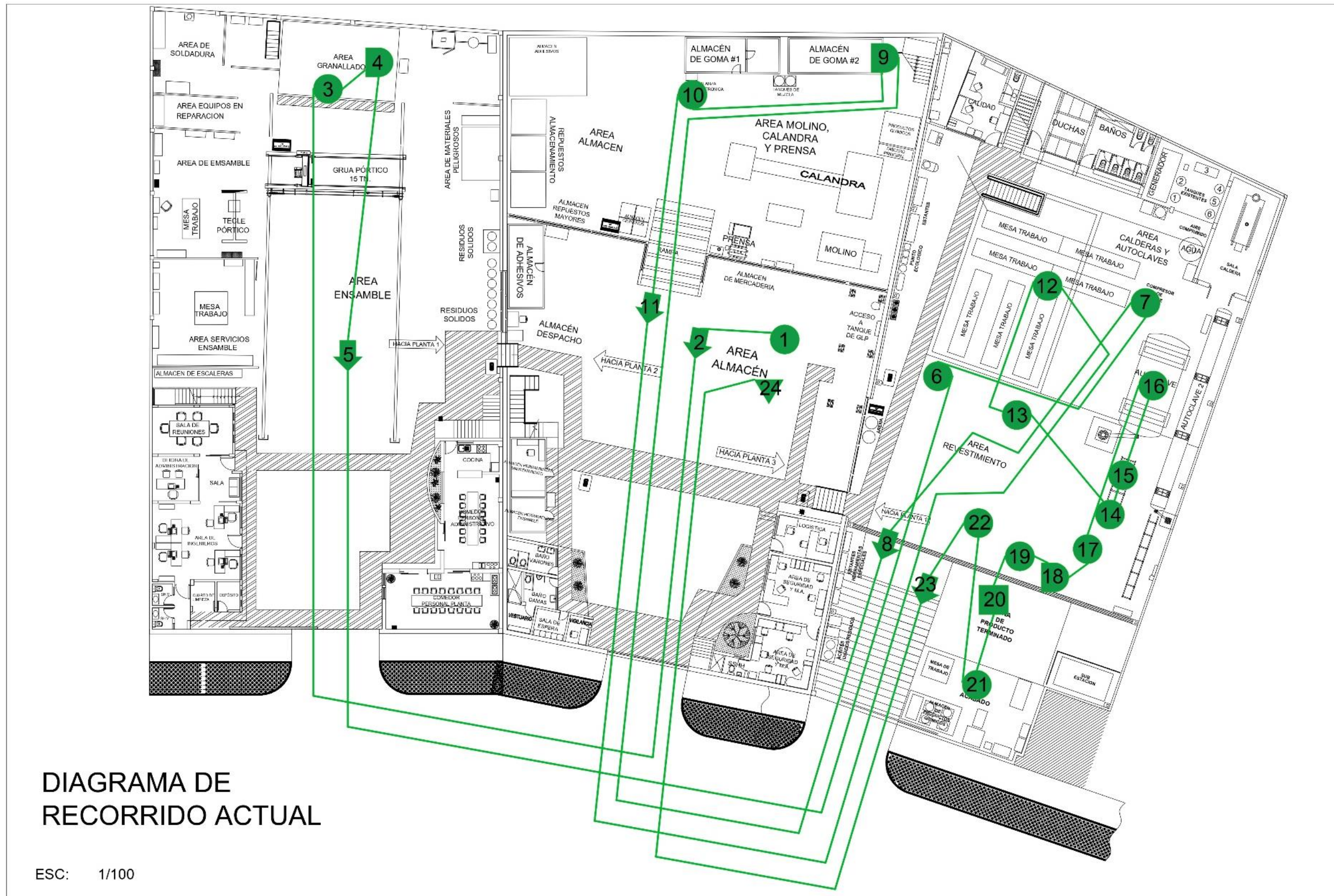
Diagrama de actividades del proceso de producción - Actual

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN							
DAP DE PRODUCCIÓN		RESUMEN					
PRODUCTO:	SPOOL RECTO $\geq \varnothing 20"$	ACTIVIDAD	SIMBOLO	ACTUAL			
GOMA:	G228S - ROJA	OPERACIÓN		14			
CAPAS:	2 CAPAS	TRANSPORTE		5			
ESPESOR:	19 MM	DEMORA		3			
CANTIDAD:	1 UNIDAD	INSPECCIÓN		1			
ÁREA:	9.54 M2	ALMACENAMIENTO		1			
ACTIVIDAD:	PROCESO PRODUCTIVO	DISTANCIA TOTAL	561.54	M	CHEMLOCK 205	0.53 GLN	
MÉTODO:	ACTUAL	TIEMPO TOTAL	38.54	HRS	CHEMLOCK 220	0.57 GLN	
LUGAR:	PLANTA AREQUIPA	MANO DE OBRA	36	HRS	HM GRANALLA	2.5	
REALIZADO POR:	APOLANCO	HORA MAQUINA	6.5	HRS	HM AUTOCLAVE	4	
AÑO BASE:	2019	GOMA	207	KG	TOTAL HM	6.5	
Nro	DESCRIPCION	DISTANCIA (M)	TIEMPO (H)	SIMBOLO			OPERARIOS
1	RETIRO DE ALMA METALICA DE ALM	-	0.17				2 OPE
2	TRANSPORTE A GRANALLA	89.77	0.16				2 OPE
3	GRANALLADO DE PIEZA	-	2.5				2 OPE
4	LIMPIEZA DE GRANALLA	-	1.25				1 OPE
5	TRANSPORTE A ESPECIALES	98.03	0.16				2 OPE
6	APLICAR CHEMLOCK 205 Y CHEMLOCK 220	-	0.25				1 OPE
7	REVISAR DE PLANO	16.14	0.08				1 OPE
8	TRANSPORTE A MOLINOS	109.92	0.1				2 OPE
9	SOLICITAR GOMA A MOLINOS	-	0.13				2 OPE
10	RETIRAR ROLLO DE ALMACEN	13.5	0.08				3 OPE
11	TRANSPORTE A ESPECIALES	103.23	0.16				2 OPE
12	LAMINADO DE GOMA	-	0.25				1 OPE
13	REVESTIMIENTO	27.12	25.5				2 OPE
14	CARGAR PIEZA A AUTOCLAVE	6.94	0.17				3 OPE
15	APLICAR PINTURA BASE	-	0.25				1 OPE
16	VULCANIZADO DE PIEZA	4.03	4				1 OPE
17	DESCARGAR PIEZA DE AUTOCLAVE	9.71	0.17				3 OPE
18	ENFRIADO DE PIEZA	1.43	0.25				1 OPE
19	TERMINACIONES DE PIEZA	-	1.5				1 OPE
20	REVISION POR CALIDAD	1.93	0.25				-
21	PINTADO DE PIEZA	3.59	0.75				1 OPE
22	EMBALADO DE PIEZA	8.96	0.25				2 OPE
23	TRANSPORTE A ALMACEN	67.24	0.16				2 OPE
24	ALMACENAR PIEZA	-	-				2 OPE
TOTAL		561.54	38.54	HRS			

Fuente: Elaboración Propia

Figura 21

Diagrama de recorrido actual



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de recorrido se evidenció la mala distribución que tiene la empresa, además de que para poder trasladarse de una planta a la otra deben de ir fuera de las instalaciones con el montacargas o con la pieza para ingresar a la otra planta y continuar con el proceso productivo.

Esto representa un constante peligro al cuál están expuestos operarios y personas que pueden estar transitando en la vía pública, al mismo tiempo la empresa se encuentra cerca de un hospital representando un riesgo latente las constantes salidas a diario que se hacen por cada producto.

Considerando el orden del proceso productivo se procedió a realizar una redistribución de la planta, colocando todo lo que es el proceso productivo en la planta número 2, moviendo autoclaves y cabina de granallado, área de ensamble y construyendo una rampa que conecte la planta número 1 con la planta número 2 considerando que el operario debe ir por el caucho para el revestimiento de la tubería.

Las oficinas de ventas y gerencia se reubicarían en el lote extra en el que actualmente se construyen oficinas nuevas y un comedor. Teniendo como resultado el siguiente DAP y diagrama de recorrido propuesto.

Para el movimiento de equipos, estantes se utilizará el camión grúa de la empresa con capacidad de 6 TON, pero además se contrataría un montacargas de 15 TON para poder mover los equipos más pesados.

Se puede observar el total de inversión de la propuesta en la tabla 17:

Tabla 17

Costos de inversión para redistribución de planta

Redistribución de planta	Monto
Demolición de oficinas	S/ 5.320,00
Renta de Montacarga 15 TON	S/ 1.530,00
Construcción de Rampa	S/ 4.000,00
Pozo nuevo de granalla	S/ 1.500,00
Inversión total	S/ 12 350,00

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un diagrama de actividades después de la propuesta como se puede apreciar en la figura 22:

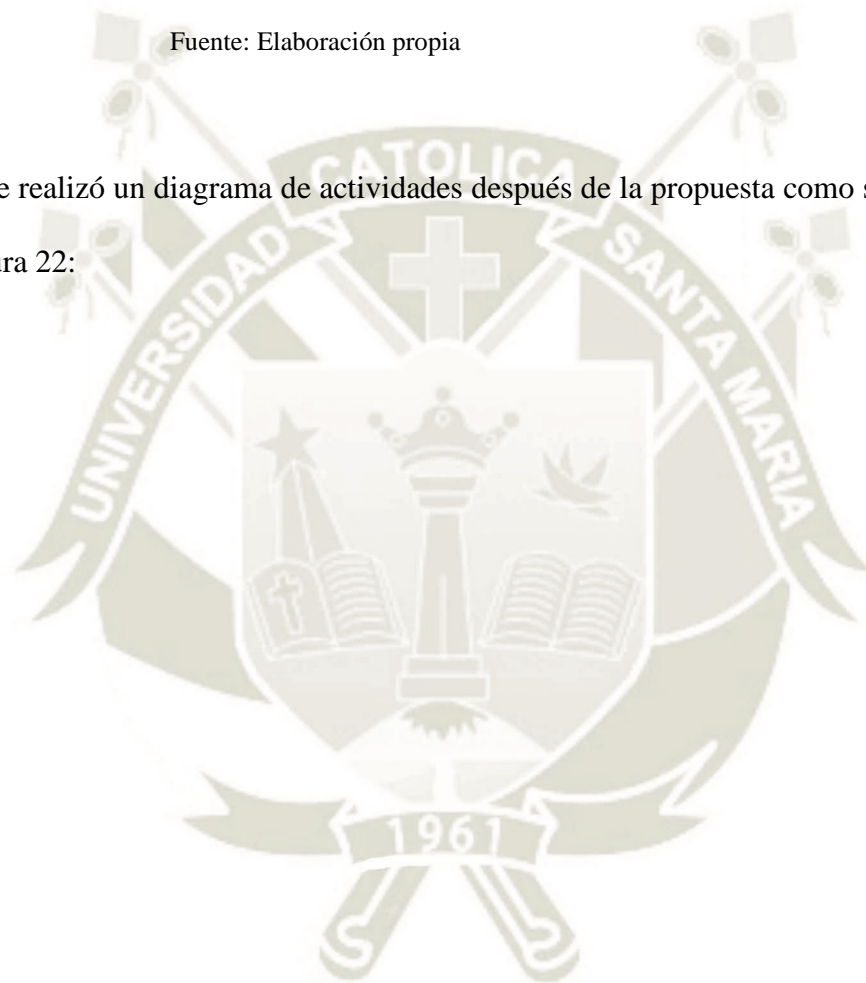


Figura 22

Diagrama de actividades del proceso de producción - Propuesta

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN							
DAP DE PRODUCCIÓN		RESUMEN					
PRODUCTO:	SPOOL RECTO $\geq \varnothing 20''$	ACTIVIDAD	SIMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO	MEJORA	
GOMA:	G228S - ROJA	OPERACIÓN		14	14	-	
CAPAS:	2 CAPAS	TRANSPORTE		5	5	-	
ESPESOR:	19 MM	DEMORA		3	3	-	
CANTIDAD:	1 UNIDAD	INSPECCIÓN		1	1	-	
ÁREA:	9.54 M2	ALMACENAMIENTO		1	1	-	
		ANTERIOR		ACTUAL			
ACTIVIDAD:	PROCESO PRODUCTIVO REVESTIMIENTO DE SPOOL	DISTANCIA TOTAL	561.54	M	240.01	M	
		TIEMPO TOTAL	38.54	HRS	37.73	HRS	
MÉTODO:	PROPUESTA DE MEJORA	MEJORA		OTROS			
		DISTANCIA TOTAL	321.53	M	CHEMLOCK 205	0.53 GLN	
LUGAR:	PLANTA AREQUIPA	TIEMPO TOTAL	0.81	HRS	CHEMLOCK 220	0.57 GLN	
		MANO DE OBRA	36	HRS	HM GRANALLA	2.5	
REALIZADO POR:	APOLANCO	HORA MAQUINA	6.5	HRS	HM AUTOCLAVE	4	
AÑO BASE:	2019	GOMA	207	KG	TOTAL HM	6.5	
Nro	DESCRIPCION	DISTANCIA (M)	TIEMPO (H)	SIMBOLO			OPERARIOS
1	RETIRO DE ALMA METALICA DE ALM	-	0.1				2 OPE
2	TRANSPORTE A GRANALLA	47.69	0.06				2 OPE
3	GRANALLADO DE PIEZA	-	2.5				2 OPE
4	LIMPIEZA DE GRANALLA	-	1.25				1 OPE
5	TRANSPORTE A ESPECIALES	15.27	0.01				2 OPE
6	APLICAR CHEMLOCK 205 Y CHEMLOCK 220	-	0.25				1 OPE
7	REVISAR DE PLANO	4.48	0.08				1 OPE
8	TRANSPORTE A MOLINOS	49.15	0.06				2 OPE
9	SOLICITAR GOMA A MOLINOS	-	0.13				2 OPE
10	RETIRAR ROLLO DE ALMACEN	5.17	0.05				3 OPE
11	TRANSPORTE A ESPECIALES	42.76	0.05				2 OPE
12	LAMINADO DE GOMA	-	0.25				1 OPE
13	REVESTIMIENTO	10.89	25.5				2 OPE
14	CARGAR PIEZA A AUTOCLAVE	9.85	0.1				3 OPE
15	APLICAR PINTURA BASE	-	0.25				1 OPE
16	VULCANIZADO DE PIEZA	4.57	4				1 OPE
17	DESCARGAR PIEZA DE AUTOCLAVE	12.15	0.13				3 OPE
18	ENFRIADO DE PIEZA	1.07	0.25				1 OPE
19	TERMINACIONES DE PIEZA	1.81	1.5				1 OPE
20	REVISION POR CALIDAD	1.46	0.25				1 INS
21	PINTADO DE PIEZA	2.08	0.75				1 OPE
22	EMBALADO DE PIEZA	4.38	0.15				2 OPE
23	TRANSPORTE A ALMACEN	27.23	0.06				2 OPE
24	ALMACENAR PIEZA	-	-				2 OPE
TOTAL		240.01	37.73	HRS			

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un diagrama de recorrido propuesto como muestra la figura 23:

En la propuesta de mejora no hay una disminución de actividades, sin embargo, hay una mejora en la distancia recorrida y reduciendo tiempo en el recorrido de una orden de producción. Cabe resaltar que esto es en base a una sola orden de producción es decir que día a día toma mucho más tiempo en transportes del que se ve representado en el DAP.

A continuación, se puede ver la mejora cuantificada de la redistribución de planta:

Primero se calcula el precio de hora hombre del operario de producción, como se aprecia en la tabla 18:

Tabla 18
Cálculo de precio de horas hombre

Descripción	Cantidad
Sueldo Operario Mensual	S/ 1100
Total HH al Mes	208 HH
Costo HH en soles	S/ 5,29

Fuente: Elaboración propia

Con este dato se calcula el total de soles al año solo en transportes, el actual, el propuesto y el ahorro con la propuesta, considerando que el tiempo de transporte en el DAP es solo de una pieza, como se muestra en la tabla 19:

Tabla 19
Cálculo de ahorro en transportes

Cantidad de Operarios	2		Total piezas al año	1621
Año 2019	Actual	Propuesto	Mejora / Ahorro	
Tiempo transportes (horas)	0,74 HH	0,24 HH	0,5 HH	
Total soles	S/ 7,83	S/ 2,54	S/ 5,29	
Total soles en transporte al año	S/ 12 687,44	S/4 114,85	S/ 8 572,60	

Fuente: Elaboración propia

Se consideró solo datos del 2019, un total de 1621 piezas, en cada transporte participan obligatoriamente dos operarios por motivos de seguridad y se calculó el ahorro con la mejora de tiempo.

Se tiene que solo en el año 2019 con una redistribución de planta se hubiese ahorrado 8 572.60 soles. Y además con la propuesta se reduciría 0.5 HH por cada transporte de cada pieza.

4.4.2. Evaluación de proveedores

Según Sarache W, Hoyos C y Burbano, J. (2004) en su artículo “Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio” mencionan cinco pasos a seguir para poder evaluar a los proveedores:

4.4.2.1. Definir los criterios de evaluación

Para la evaluación de los criterios no fue necesario calcular la cantidad de expertos que nos colaborarían en la definición de criterios de evaluación puesto que es un número reducido de personas, el jefe de operaciones, planner de producción, supervisor y encarga de compras y logística.

Se obtuvo los siguientes criterios de evaluación como los más importantes para el proceso de revestimiento, se evaluará cinco proveedores del producto alma metálica y un proveedor de servicio de retiro de caucho. Se puede observar los criterios de evaluación en la tabla 20:

Tabla 20

Criterios de evaluación para proveedores

Criterio	Descripción
Tiempo de cotización	Tiempo en el que proveedor brinda la cotización el elemento solicitado en el cuál detalla el precio según lo requerido y cantidad de días después de generada la orden de compra.
Precio	El precio ofrecido por el proveedor sea según lo requerido y de acuerdo al mercado.
Tiempo de entrega	Proveedores con mejores tiempos de entrega, ya sea por mano de obra calificada o por disponibilidad de materia prima.
Calidad del producto y/o servicio	El producto debe de cumplir con todos los estándares de calidad del producto, caso contrario la pieza no es liberada por el área de calidad y no puede iniciarse el proceso de revestimiento.
Cumplimiento de la fecha de entrega	El proveedor debe de cumplir con la fecha de entrega en la orden de compra, fecha basada en su cotización para no alterar el programa semanal.
Entrega de producto	Entrega del producto en parihuelas o tacos según el tamaño de la pieza.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2. Determinación de la importancia relativa entre criterios

Para poder determinar la importancia de cada criterio, se elaboró una tabla en la cual se dio un peso a cada criterio, también se detalló en que se basaría el puntaje de cada criterio según los que cumpla cada proveedor. El peso asignado varía de 1 a 5 siendo 5 el máximo puntaje.

La determinación de peso por criterio se puede observar en la tabla 21:

Tabla 21

Determinación de peso por criterio

Criterio	Peso Asignado	Indicador	Puntuación
Tiempo de cotización	5	Rápido (horas a 1 día)	Entre 4 - 5
		Medio (Entre 2 y 3 días)	Entre 2 - 3
		Lento (Más de 4 días)	Entre 0 - 1
Precio	4	Precio < al promedio	Entre 4 - 5
		Precio = promedio	Entre 2 - 3
		Precio > al promedio	Entre 0 - 1
Tiempo de entrega	3	Tiempos de entrega cortos	Entre 4 - 5
		Tiempo de entrega igual a otros proveedores	Entre 2 - 3
		Tiempos de entrega largos	Entre 0 - 1
Calidad del producto y/o servicio	5	No presenta observaciones por parte de calidad	Entre 4 - 5
		Presenta discrepancias, pero sin afectar el tiempo de entrega	Entre 2 - 3
		Presenta discrepancias que afecta el tiempo de entrega o volver a iniciar el proceso	Entre 0 - 1
Cumplimiento de la fecha de entrega	5	Cumple con el 85% - 100% de entregas a tiempo	Entre 4 - 5
		Cumple con el 60% - 84% de entregas a tiempo	Entre 2 - 3
		Cumple con menos del 60% de entregas a tiempo	Entre 0 - 1
Entrega de producto	3	Entrega del producto en parihuela o tacos	Entre 4 - 5
		Entrega de parihuelas y tacos días después de entregar el producto	Entre 2 - 3
		No hace entrega de parihuela y tacos	Entre 0 - 1

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3. Evaluación de proveedores

Teniendo el detalle de cada criterio con su peso asignado y la variación de puntuación se realizó la evaluación de los cinco proveedores de producto y un proveedor de servicio.

En la tabla 22 se puede observar la evaluación al proveedor 1:

Tabla 22

Evaluación de proveedor 1

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES			
Empresa: Proveedor 1		Producto o Servicio: Alma metálica	
Criterios a evaluar	Peso	Puntaje	Total
Tiempo de cotización	5	1	5
Precio	4	1	4
Tiempo de entrega	3	3	9
Calidad del producto y/o servicio	5	4	20
Cumplimiento de la fecha de entrega	5	0	0
Entrega de producto	3	1	3
		Total	41
PUNTUACIÓN TOTAL	125	% Evaluación	33%
A = > 85% B = >= 70 <= 85 C = < 70			C
PROVEEDOR TIPO A: EXCELENTE PROVEEDOR TIPO B: SATISFACTORIO PROVEEDOR TIPO C: INSATISFACTORIO			
Puntuación mínima requerida: 70% del total		Puntuación por campo entre 0 y 5 puntos	
<p>* En caso la empresa sea la única en proveer algún insumo, será aprobada aun cuando no obtenga la puntuación mínima requerida</p>			
Recomendaciones: El proveedor obtuvo menos del 70% es insatisfactorio, se recomienda retirarlo de la lista de proveedores			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se puede observar la evaluación al proveedor 2:

Tabla 23

Evaluación de proveedor 2

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES			
Empresa: Proveedor 2		Producto o Servicio: Alma metálica	
Criterios a evaluar	Peso	Puntaje	Total
Tiempo de cotización	5	4	20
Precio	4	3	12
Tiempo de entrega	3	5	15
Calidad del producto y/o servicio	5	4	20
Cumplimiento de la fecha de entrega	5	2	10
Entrega de producto	3	4	12
		Total	89
PUNTUACIÓN TOTAL	125	% Evaluación	71%
A = > 85% B = >= 70 <= 85 C = < 70			B
PROVEEDOR TIPO A: EXCELENTE PROVEEDOR TIPO B: SATISFACTORIO PROVEEDOR TIPO C: INSATISFACTORIO			
Puntuación mínima requerida: 70% del total Puntuación por campo entre 0 y 5 puntos			
* En caso la empresa sea la única en proveer algún insumo, será aprobada aun cuando no obtenga la puntuación mínima requerida			
Recomendaciones: El proveedor salió satisfactorio, cabe resaltar que con un puntaje bajo. Este es considerado un proveedor crítico.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se puede observar la evaluación al proveedor 3:

Tabla 24

Evaluación de proveedor 3

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES			
Empresa: Proveedor 3		Producto o Servicio: Alma metálica	
Criterios a evaluar	Peso	Puntaje	Total
Tiempo de cotización	5	3	15
Precio	4	3	12
Tiempo de entrega	3	5	15
Calidad del producto y/o servicio	5	4	20
Cumplimiento de la fecha de entrega	5	3	15
Entrega de producto	3	4	12
		Total	89
PUNTUACIÓN TOTAL	125	% Evaluación	71%
A = > 85% B = >= 70 <= 85 C = < 70			B
PROVEEDOR TIPO A: EXCELENTE			
PROVEEDOR TIPO B: SATISFACTORIO			
PROVEEDOR TIPO C: INSATISFACTORIO			
Puntuación mínima requerida: 70% del total Puntuación por campo entre 0 y 5 puntos			
* En caso la empresa sea la única en proveer algún insumo, será aprobada aun cuando no obtenga la puntuación mínima requerida			
Recomendaciones: El proveedor salió satisfactorio, cabe resaltar que con un puntaje bajo. Este es considerado un proveedor crítico.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se puede observar la evaluación al proveedor 4:

Tabla 25

Evaluación de proveedor 4

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES			
Empresa: Proveedor 4		Producto o Servicio: Alma metálica	
Criterios a evaluar	Peso	Puntaje	Total
Tiempo de cotización	5	5	25
Precio	4	4	16
Tiempo de entrega	3	5	15
Calidad del producto y/o servicio	5	4	20
Cumplimiento de la fecha de entrega	5	5	25
Entrega de producto	3	4	12
		Total	113
PUNTUACIÓN TOTAL	125	% Evaluación	90%
A = > 85% B = >= 70 <= 85 C = < 70			A
PROVEEDOR TIPO A: EXCELENTE PROVEEDOR TIPO B: SATISFACTORIO PROVEEDOR TIPO C: INSATISFACTORIO			
Puntuación mínima requerida: 70% del total Puntuación por campo entre 0 y 5 puntos * En caso la empresa sea la única en proveer algún insumo, será aprobada aun cuando no obtenga la puntuación mínima requerida			
Recomendaciones: El proveedor obtuvo una calificación excelente una puntuación alta, se debe continuar trabajando con este proveedor.			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se puede observar la evaluación al proveedor 5:

Tabla 26

Evaluación de proveedor 5

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES			
Empresa: Proveedor 5		Producto o Servicio: Alma metálica	
Criterios a evaluar	Peso	Puntaje	Total
Tiempo de cotización	5	0	0
Precio	4	3	12
Tiempo de entrega	3	2	6
Calidad del producto y/o servicio	5	1	5
Cumplimiento de la fecha de entrega	5	2	10
Entrega de producto	3	3	9
		Total	42
PUNTUACIÓN TOTAL	125	% Evaluación	34%
A = > 85% B = >= 70 <= 85 C = < 70			C
PROVEEDOR TIPO A: EXCELENTE PROVEEDOR TIPO B: SATISFACTORIO PROVEEDOR TIPO C: INSATISFACTORIO			
Puntuación mínima requerida: 70% del total		Puntuación por campo entre 0 y 5 puntos	
<p>* En caso la empresa sea la única en proveer algún insumo, será aprobada aun cuando no obtenga la puntuación mínima requerida</p>			
Recomendaciones: El proveedor obtuvo menos del 70% es insatisfactorio, se recomienda retirarlo de la lista de proveedores			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se puede observar la evaluación al proveedor 6:

Tabla 27

Evaluación de proveedor 6

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES			
Empresa: Proveedor 6		Producto o Servicio: Servicio de retiro de caucho	
Criterios a evaluar	Peso	Puntaje	Total
Tiempo de cotización	5	4	20
Precio	4	4	16
Tiempo de entrega	3	4	12
Calidad del producto y/o servicio	5	4	20
Cumplimiento de la fecha de entrega	5	2	10
Entrega de producto	3	4	12
Total			90
PUNTUACIÓN TOTAL		125	% Evaluación
			72%
A = > 85% B = >= 70 <= 85 C = < 70			B
PROVEEDOR TIPO A: EXCELENTE PROVEEDOR TIPO B: SATISFACTORIO PROVEEDOR TIPO C: INSATISFACTORIO			
Puntuación mínima requerida: 70% del total Puntuación por campo entre 0 y 5 puntos			
* En caso la empresa sea la única en proveer algún insumo, será aprobada aun cuando no obtenga la puntuación mínima requerida			
Recomendaciones: El proveedor tuvo resultado satisfactorio, pero al ser el único proveedor del servicio que cumple todos los requisitos se debe de continuar con este. Pero se puede evaluar porque el proveedor no cumple con la fecha de entrega del producto.			

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4. Calificación de la base de proveedores

El resultado final de la calificación de proveedores se puede apreciar en la tabla 28:

Tabla 28

Resultado de evaluación de proveedores

Proveedor	Calificación	% Evaluación	Tipo
Proveedor 1	41	33%	C
Proveedor 2	89	71%	B
Proveedor 3	89	71%	B
Proveedor 4	113	90%	A
Proveedor 5	42	34%	C
Proveedor 6	90	72%	B

Fuente: Elaboración propia

El proveedor 1 y 5 deben ser retirados de la lista de proveedores y los proveedores 2, 3 y 6 deben de tener una evaluación con propuestas para poder mejorar sus puntuaciones.

4.4.2.5. Evaluación integral del desempeño de los proveedores críticos

Se realizará la evaluación de proveedor 2, 3 y 6 con propuestas para poder mejorar su puntuación, como se muestra en la tabla 29:

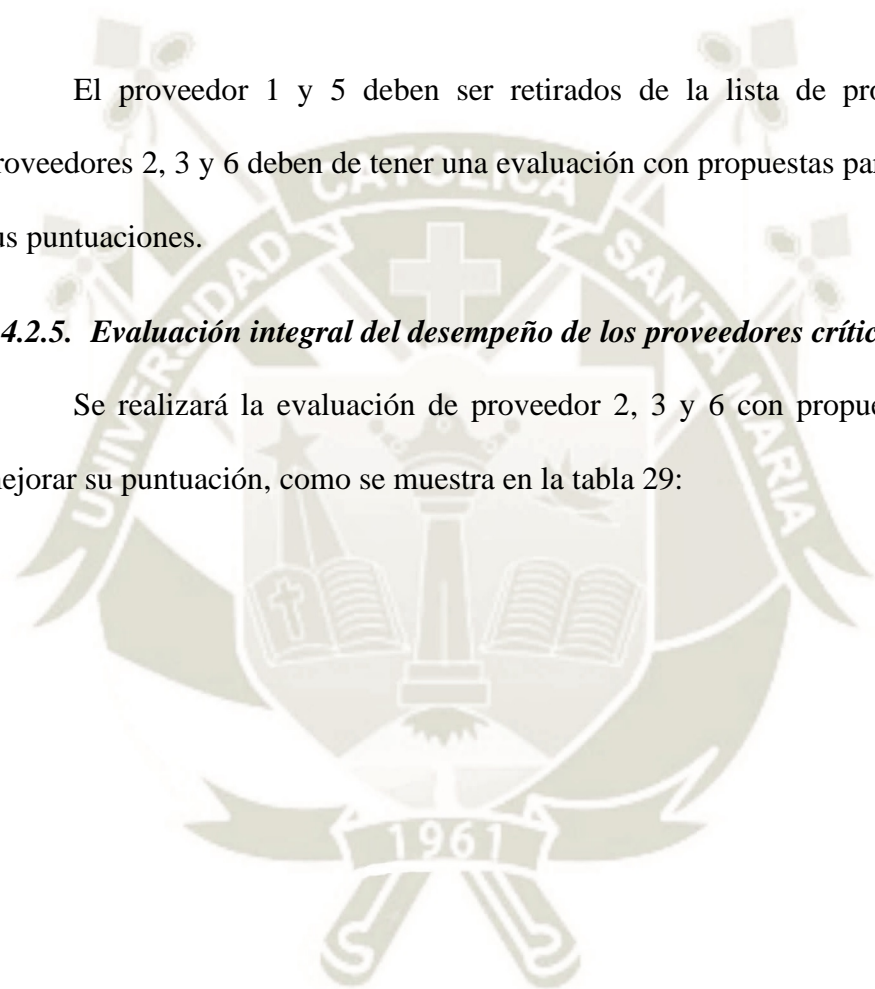


Tabla 29

Evaluación integral de proveedores críticos

Proveedor	Criterio	Propuesta
	Precio	Realizar una evaluación de precios, costos y considerar la competencia del mercado de metal mecánica
Proveedor 2	Cumplimiento de la fecha de entrega	Poder realizar una evaluación de los motivos por los cuáles el proveedor no logra cumplir con el tiempo de entrega, considerando los posibles factores: - Error en el tiempo de cotización - Falla en el proceso de fabricación (evaluar si es responsabilidad del proveedor o si no se brinda la suficiente información por parte de la empresa) - Falta de materia prima - Falta de mano de obra
	Tiempo de cotización	Recomendar al proveedor establecer un estándar para poder cotizar de una manera mucho más rápida, considerando las características del material solicitado y los requerimientos del plano. También poder conservar un registro de elementos fabricados para poder saber cómo fabricar elementos similares y poder cotizar el precio y tiempo de una manera más fácil.
Proveedor 3	Cumplimiento de la fecha de entrega	Poder realizar una evaluación de los motivos por los cuáles el proveedor no logra cumplir con el tiempo de entrega, considerando los posibles factores: - Error en el tiempo de cotización - Falla en el proceso de fabricación (evaluar si es responsabilidad del proveedor o si no se brinda la suficiente información por parte de la empresa) - Falta de materia prima - Falta de mano de obra
	Precio	Realizar una evaluación de precios, costos y considerar la competencia del mercado de metal mecánica
Proveedor 6	Cumplimiento de la fecha de entrega	Se vio que el cumplimiento de la fecha de entrega de este se ve afectada por la mala coordinación con el cliente y la entrega de la pieza para el retiro de caucho. También el de la empresa para poder generar una OC a tiempo por lo que esto la retrasa. Se debe evaluar el procedimiento con este proveedor y coordinar con el cliente para poder generar una OC a tiempo al proveedor, en caso contrario negociar el que pueda brindar el servicio en caso demore una OC.

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el total de inversión de la propuesta en la tabla 30:

Tabla 30

Costos de inversión para la evaluación de proveedores

Evaluación de proveedores	Monto
Visita a proveedores	S/ 252,00
Calificación de proveedores	S/ 336,00
Evaluación de proveedores críticos	S/ 168,00
Inversión total	S/ 756,00

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Elaboración de un instructivo por producto

La empresa cuenta con procedimientos y protocolos de seguridad, pero no con diagramas que puedan servir para los operarios como guías generales para que sepan cómo revestir la pieza, si bien es cierto al momento de revestimiento las piezas cuentan con su plano respectivo este describe las características requeridas por el cliente, más no existe un manual de revestimiento. Es por esto que para facilitar el entendimiento del revestimiento y para evitar errores se elaboró una instructivo para los principales productos de manera general pero necesaria para poder realizar el revestimiento. Para la realizar un instructivo de los siguientes productos:

- Polea Lisa
- Polea con cocada
- Tornillo
- Sellos
- Placas
- Spool con diámetro mayor a 20 pulgadas
- Spool con diámetro menor a 20 pulgadas

4.4.3.1. Polea L

En la figura 24 se muestra el instructivo de revestimiento por producto de una polea L:

Figura 24

Instructivo de revestimiento por producto – Página 1

INSTRUCTIVO DE REVESTIMIENTO POR PRODUCTO	
ELABORADO POR: Andrea Camila Polanco Delgado	Página 1 de 6 Año: 2021
PRODUCTO: POLEA L	
	
*Revisar plano para obtener detalles del producto solicitado por el cliente.	
TIPO DE GOMA:	GOMA NEGRA TIPO 1 O GOMA ROJA
NÚMERO DE CAPAS:	UNA A TRES CAPAS, ESTO DEPENDE DEL ESPESOR REQUERIDO
HABILITADO DE GOMA:	CORTE DE TIRAS APROVECHANDO EL ANCHO DEL ROLLO DE GOMA. MEDIDAS SEGUN EL DETALLE DEL PLANO.
CORTE BORDES:	CORTE DE BORDES BISELADO PARA UN MEJOR PEGADO DE LAS TIRAS DE GOMA 
REVESTIMIENTO:	UNA CAPA: LA PRIMERA CAPA SE PEGA DE MANERA VERTICAL AL EJE DE LA POLEA
	DOS CAPAS: EN CASO TENER UNA SEGUNDA CAPA, LA PRIMERA CAPA SE PEGA DE MANERA HORIZONTAL, A LO LARGO DEL EJE DE LA POLEA Y LA SEGUNDA CAPA SE PEGA DE MANERA VERTICAL AL EJE DE LA POLEA
	TRES CAPAS: NO ES MUY COMUN. EN CASO TENER UN TERCERA CAPA ES VERTICAL Y LA PRIMERA Y SEGUNDA CAPA SON HORIZONTALES.
RECOMENDACIONES:	LA GOMA DEBE ESTAR LAVADA Y CEMENTADA ENTRE CAPA Y CAPA
	RULETEAR TODAS Y CADA TIRA PEGADA
	SE DEBE DE RESTIRAR EL EJE DE LA POLEA AL SER VULCANIZADA LA POLEA
TERMINACIONES:	SE PINTA LOS EXTREMOS DE LA POLEA CON PINTURA ROJA O NEGRA
	SE LIMPIA LA GOMA AL TERMINAR EL PROCESO

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2. Polea C

En la figura 25 se muestra el instructivo de revestimiento por producto de una polea C:

Figura 25

Instructivo de revestimiento por producto – Página 2

INSTRUCTIVO DE REVESTIMIENTO POR PRODUCTO	
ELABORADO POR: Andrea Camila Polanco Delgado	Página 2 de 6 Año: 2021
PRODUCTO: POLEA C	
	
*Revisar plano para obtener detalles del producto solicitado por el cliente.	
TIPO DE GOMA:	GOMA NEGRA TIPO 1 O GOMA ROJA
NÚMERO DE CAPAS:	UNA A DOS CAPAS, ESTO DEPENDE DEL ESPESOR REQUERIDO
HABILITADO DE GOMA:	CORTE DE TIRAS APROVECHANDO EL ANCHO DEL ROLLO DE GOMA. MEDIDAS SEGUN EL DETALLE DEL PLANO.
CORTE BORDES:	CORTE DE BORDES BISELADO PARA UN MEJOR PEGADO DE LAS TIRAS DE GOMA 
REVESTIMIENTO:	UNA CAPA: LA PRIMERA CAPA SE PEGA DE MANERA VERTICAL AL EJE DE DE LA POLEA DOS CAPAS: EN CASO TENER UNA SEGUNDA CAPA, LA PRIMERA CAPA SE PEGA DE MANERA HORIZONTAL, A LO LARGO DEL EJE DE LA POLEA Y LA SEGUNDA
RECOMENDACIONES:	LA GOMA DEBE ESTAR LAVADA Y CEMENTADA ENTRE CAPA Y CAPA RULETEAR TODAS Y CADA TIRA PEGADA SE DEBE DE RESTIRAR EL EJE DE LA POLEA AL SER VULCANIZADA LA POLEA
TERMINACIONES:	PARA LA COCADA SE REALIZAN MARCAS EN BASE AL PLANO Y DESPUES SE HACER EL CORTE DE ESTO PARA DARLE EL TERMINADO DE COLA DE PESCADO SE PINTA LOS EXTREMOS DE LA POLEA CON PINTURA ROJA O NEGRA SE LIMPIA LA GOMA AL TERMINAR EL PROCESO

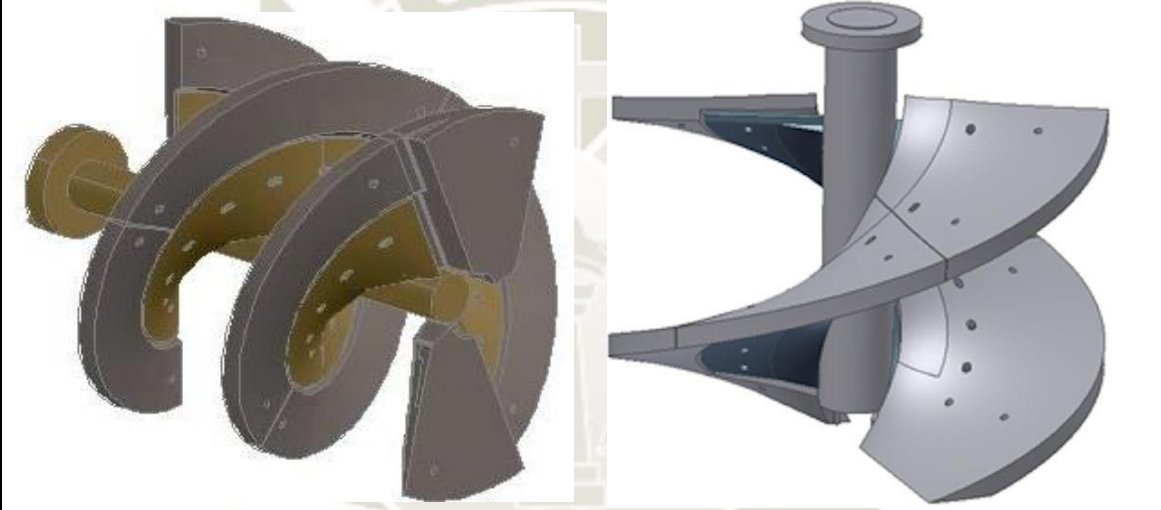

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.3. Tornillo

En la figura 26 se muestra el instructivo de revestimiento por producto de un tornillo:

Figura 26

Instructivo de revestimiento por producto – Página 3

INSTRUCTIVO DE REVESTIMIENTO POR PRODUCTO	
ELABORADO POR: Andrea Camila Polanco Delgado	Página 3 de 6 Año: 2021
PRODUCTO: TORNILLO	
	
*Revisar plano para obtener detalles del producto solicitado por el cliente.	
TIPO DE GOMA:	GOMA NEGRA TIPO 1 O GOMA NEGRA TIPO 2
NÚMERO DE CAPAS:	DOS CAPAS, ESTO DEPENDE DEL ESPESOR REQUERIDO
HABILITADO DE GOMA:	CORTE DE TIRAS APROVECHANDO EL LARGO DEL ROLLO DE GOMA. MEDIDAS SEGUN EL DETALLE DEL PLANO.
CORTE BORDES:	CORTE DE BORDES BISELADO PARA UN MEJOR PEGADO DE LAS TIRAS DE GOMA 
REVESTIMIENTO:	PRIMERO REVESTIR EL EJE Y DESPUES LOS ÁLABEZ Y POR ÚLTIMO LAS SALIDAS (AGUJEROS QUE TIENEN LO ALABES).
RECOMENDACIONES:	PARA LOS AGUJEROS DE LOS ALABES SE CADA MEDIDA DE ESTOS Y SE PONE EN MANGAS PARA DESPUES SER RULETEADO O LAUCHADO
	CORTAR TIRAS PARA PODER CERRAR LOS ANGULES QUE FALTEN, Y PARA LOS LA GOMA DEBE ESTAR LAVADA Y CEMENTADA ENTRE CAPA Y CAPA
TERMINACIONES:	SE PINTA LOS EXTREMOS DEL EJE CON PINTURA ROJA

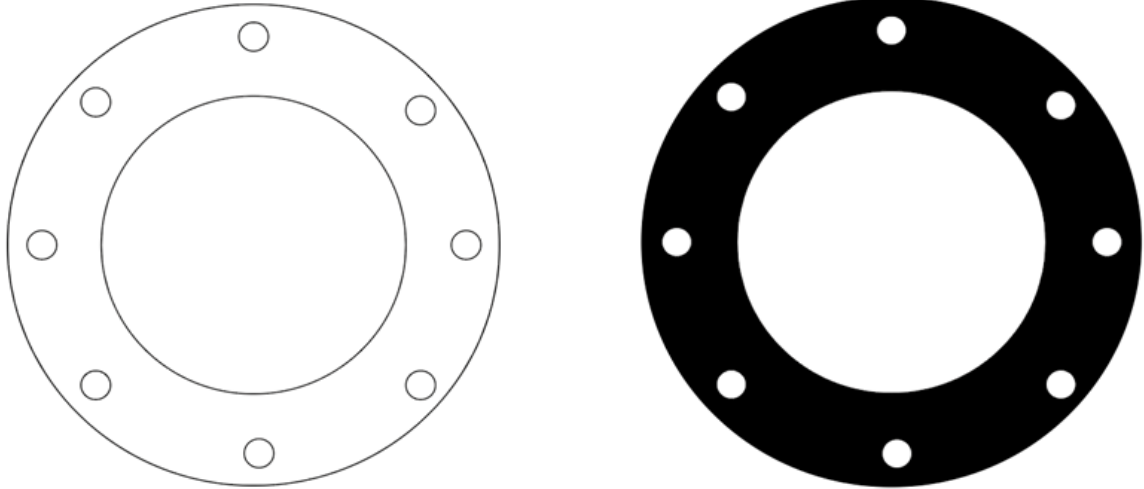
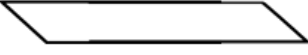
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.4. Sellos

En la figura 27 se muestra el instructivo de revestimiento por producto de una dona:

Figura 27

Instructivo de revestimiento por producto – Página 4

INSTRUCTIVO DE REVESTIMIENTO POR PRODUCTO	
ELABORADO POR: Andrea Camila Polanco Delgado	Página 4 de 6 Año: 2021
PRODUCTO: SELLOS	
	
*Revisar plano para obtener detalles del producto solicitado por el cliente.	
TIPO DE GOMA:	GOMA NEGRA TIPO 2
NÚMERO DE CAPAS:	DOS CAPAS
HABILITADO DE GOMA:	EL HABILITADO DE GOMA SE REALIZA APROVECHANDO TODO EL ANCHO DEL ROLLO. SE RELIZA HASTA 8 CORTES PARA PODER HACER LA DONA.
CORTE BORDES:	CORTE DE BORDES BISELADO PARA UN MEJOR PEGADO DE LAS PARTES 
REVESTIMIENTO:	EL ARMADO DE LAS DONAS SE REALIZA DE MANERA VERTICAL, UNIENDO LAS CUATRO PARTES ENCAJANDO CON LOS CORTES BISELADOS REALIZADOS.
RECOMENDACIONES:	<p>LA DONA TIENE UN TAMAÑO ESTANDAR, DEBE DE CUMPLIR CON LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO. NO SE DEBE REALIZAR CORTES HASTA DESPUES DE QUE LOS CORTES A LAS DONAS SE HACEN CON UN 100MM DE TOLERANCIA POR LADO ANTES DEL VULCANIZADO</p> <p>EL VULCANIZADO DE DONA DEBE DE REALIZARSE EN LA MESA DE VULCANIZADO PARA EVITAR DOBLECES U ONDULACIONES DE LA GOMA.</p> <p>LOS AGUJEROS DENTRO DEL SELLO SE HACEN UNA VEZ EL SELLO HAYA SIDO APROBADO POR CALIDAD PARA REALIZAR LOS CORTES.</p>
TERMINACIONES:	SE EMPAREJA LA SUPERFICIE DEL SELLO, SE PULE DIAMETRO EXTERIOR E INTERIOR, SE VERIFICA UNIONES.

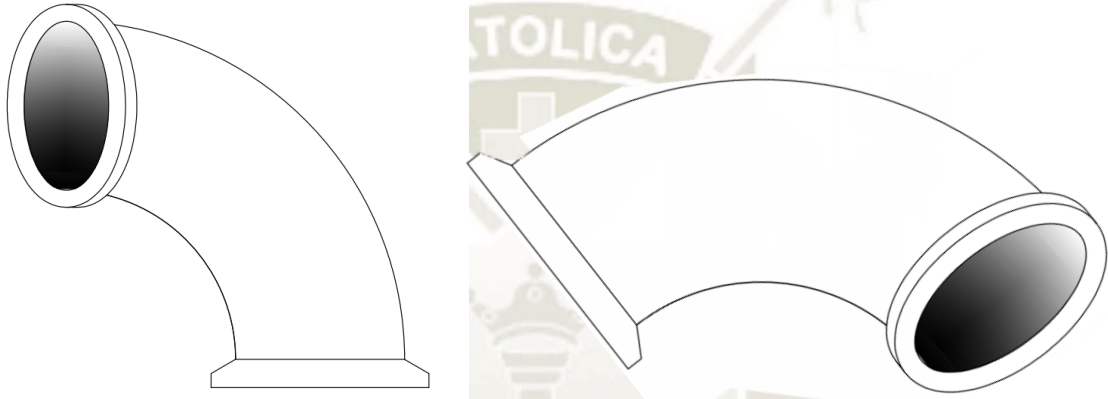

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.5. Spool con diámetro menor a 20 pulgadas

En la figura 28 se muestra el instructivo de revestimiento por producto de un spool con diámetro menor a 20 pulgadas:

Figura 28

Instructivo de revestimiento por producto – Página 5

INSTRUCTIVO DE REVESTIMIENTO POR PRODUCTO	
ELABORADO POR: Andrea Camila Polanco Delgado	Página 5 de 6 Año: 2021
PRODUCTO: SPOOL TIPO 1	
	
*Revisar plano para obtener detalles del producto solicitado por el cliente.	
TIPO DE GOMA:	GOMA ROJA
NÚMERO DE CAPAS:	UNA A DOS CAPAS, ESTO DEPENDE DEL ESPESOR REQUERIDO
HABILITADO DE GOMA:	CORTE DE GOMA, EL ANCHO Y LARGO DEL ROLLO SEGÚN LA MEDIDA DEL SPOOL
CORTE BORDES:	CORTE DE BORDES BISELADO PARA UN MEJOR PEGADO DE LAS TIRAS DE GOMA 
REVESTIMIENTO:	<p>APLICACIÓN DE ANTICORROSIVO Y ADHERENTE CON 45 MINUTOS DE DIFERENCIA PARA MEJOR EFECTO.</p> <p>REVESTIMIENTO DE SPOOL EN FORMA DE MANGA PARA DESPUES PONER UNA LAUCHA E INFLARLA CON AIRE Y LA GOMA SE PEGUE AL SPOOL PEQUEÑO</p>
RECOMENDACIONES:	<p>COLOCAR CEMENTO AL SPOOL Y A LA GOMA, AMBOS. NO COLOCAR INMEDIATAMENTE SINO ESPERAR A QUE ACTUÉ EL CEMENTO ANTES DE PEGAR PARA TENER MEJOR ADHERENCIA.</p> <p>ASEGURAR BORDES DE LA GOMA CON CINTA PARA VULCANIZAR</p> <p>RULETEAR BRIDAS DEL SPOOL</p>
TERMINACIONES:	<p>LIMADO DE BORDES DEL SPOOL</p> <p>PINTADO DE EXTERIOR CON PINTURA SEGÚN COLOR INDICADO EN PLANO</p> <p>PINTADO DE BORDES DE GOMA CON PINTURA ROJO OXIDO</p>

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.6. Spool con diámetro mayor a 20 pulgadas

En la figura 29 se muestra el instructivo de revestimiento por producto de un spool con diámetro mayor a 20 pulgadas:

Figura 29

Instructivo de revestimiento por producto – Página 6

INSTRUCTIVO DE REVESTIMIENTO POR PRODUCTO	
ELABORADO POR: Andrea Camila Polanco Delgado	Página 6 de 6 Año: 2021
PRODUCTO: SPOOL TIPO 2	
	
*Revisar plano para obtener detalles del producto solicitado por el cliente.	
TIPO DE GOMA:	GOMA ROJA O GOMA NEGRA
NÚMERO DE CAPAS:	UNA A DOS CAPAS, ESTO DEPENDE DEL ESPESOR REQUERIDO
HABILITADO DE GOMA:	CORTE DE GOMA APROVECHANDO EL ANCHO Y LARGO DEL ROLLO SEGÚN LA MEDIDA DEL SPOOL
CORTE BORDES:	CORTE DE BORDES BISELADO PARA UN MEJOR PEGADO DE LAS TIRAS DE GOMA 
REVESTIMIENTO:	<p>APLICACIÓN DE ANTICORROSIVO Y ADHERENTE CON 45 MINUTOS DE DIFERENCIA PARA MEJOR EFECTO.</p> <p>REVESTIMIENTO EN PLANCHAS LARGAS DE MANERA VERTICAL AL SPOOL. AL SER UN SPOOL CON MAYOR DIAMETRO SE RULETEA UNA VEZ PEGADA LA GOMA A LA TUBERIA</p>
RECOMENDACIONES:	<p>COLOCAR CEMENTO AL SPOOL Y A LA GOMA, AMBOS. NO COLOCAR INMEDIATAMENTE SINO ESPERAR A QUE ACTÚE EL CEMENTO ANTES DE PEGAR PARA TENER MEJOR ADHERENCIA.</p> <p>ASEGURAR BORDES DE LA GOMA CON CINTA PARA VULCANIZAR</p> <p>RELIZAR AGUJEROS DE LAS BRIDAS UNA VEZ PEGADA LA GOMA.</p>
TERMINACIONES:	<p>LIMADO DE BORDES DEL SPOOL</p> <p>PINTADO DE BORDES DE GOMA CON PINTURA ROJO OXIDO</p> <p>PINTADO DE EXTERIOR CON PINTURA SEGÚN COLOR INDICADO EN PLANO</p>

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el total de inversión de la propuesta en la tabla 31:

Tabla 31

Costos de inversión para la elaboración de instructivo por producto

Elaboración de instructivo por producto	Monto
Elaboración del instructivo	S/ 315,00
Impresión y laminado de manual	S/ 48,00
Capacitación en planta	S/ 132,50
Inversión Total	S/ 495,50

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Implementación de un control de horas por OP

La falta de control de horas por Orden de producción perjudica en poder cargar y controlar las HH y HM reales por OP por consecuencia los costos reales de la OP. Además, afecta también directamente en el proceso de carga de horas al sistema SAP y entrega al área de almacén de la OP por sistema para que pueda facturar y entregar al cliente, la demora en esto perjudica las entregas a tiempo del proceso de revestimiento a almacén y el proceso de almacén al cliente.

4.4.4.1. Elaboración de DOP actual

Se elaboró un DOP de la entrega de Orden de Producción a Almacén, teniendo en cuenta todas las operaciones necesarias para poder entregar administrativamente una orden de producción a almacén y pueda facturarse.

Se debe de recoger la OP de planta, después recopilar las horas hombre y máquina. Existe un registro de horas máquina de granalla y de la autoclave, ambos registros se encuentran en planta en su área respectiva, además no existe un registro de las HH, se tiene un aproximado, mas no el real ni tampoco los operarios que trabajaron

en ella y el tiempo real que hicieron esto dificulta la carga en GWeb. Después se debe de registrar las horas en el maestro de producción para poder comparar las horas de proyectadas por el área y de las horas en el sistema (SAP). Luego se realiza la carga de horas hombre, horas máquina, materia prima e insumos en SAP, utilizados en la OP. Se envía por SAP a calidad para su liberación junto con un correo. Se entrega la OP en físico al área de calidad junto con el plano, calidad hace la liberación de la OP por sistema y en físico, después se escanea la copia de OP liberada. Producción hace el traspaso de OP a almacén por SAP y también se envía un correo a almacén con datos de la OP, dimensiones de la pieza, número de OC del cliente y adjuntar la OC del cliente. Ahí termina el proceso de producción para que Almacén pueda facturar y coordinar la entrega con el cliente, como se puede apreciar en la figura 30:

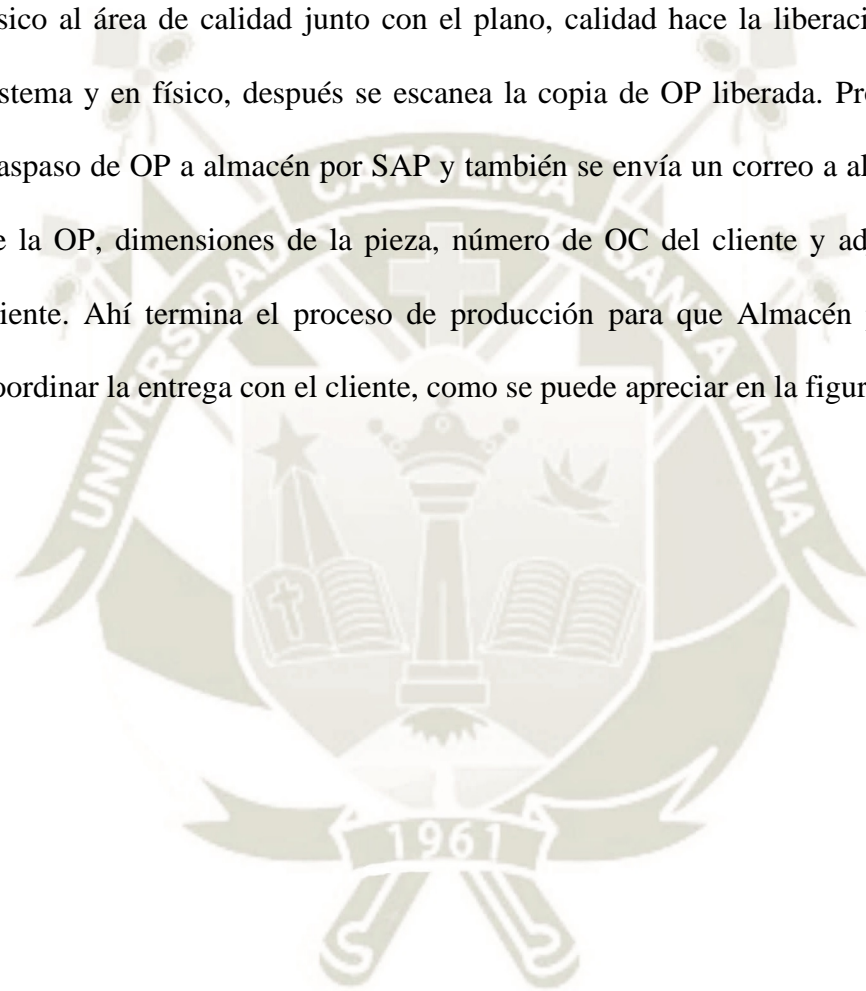
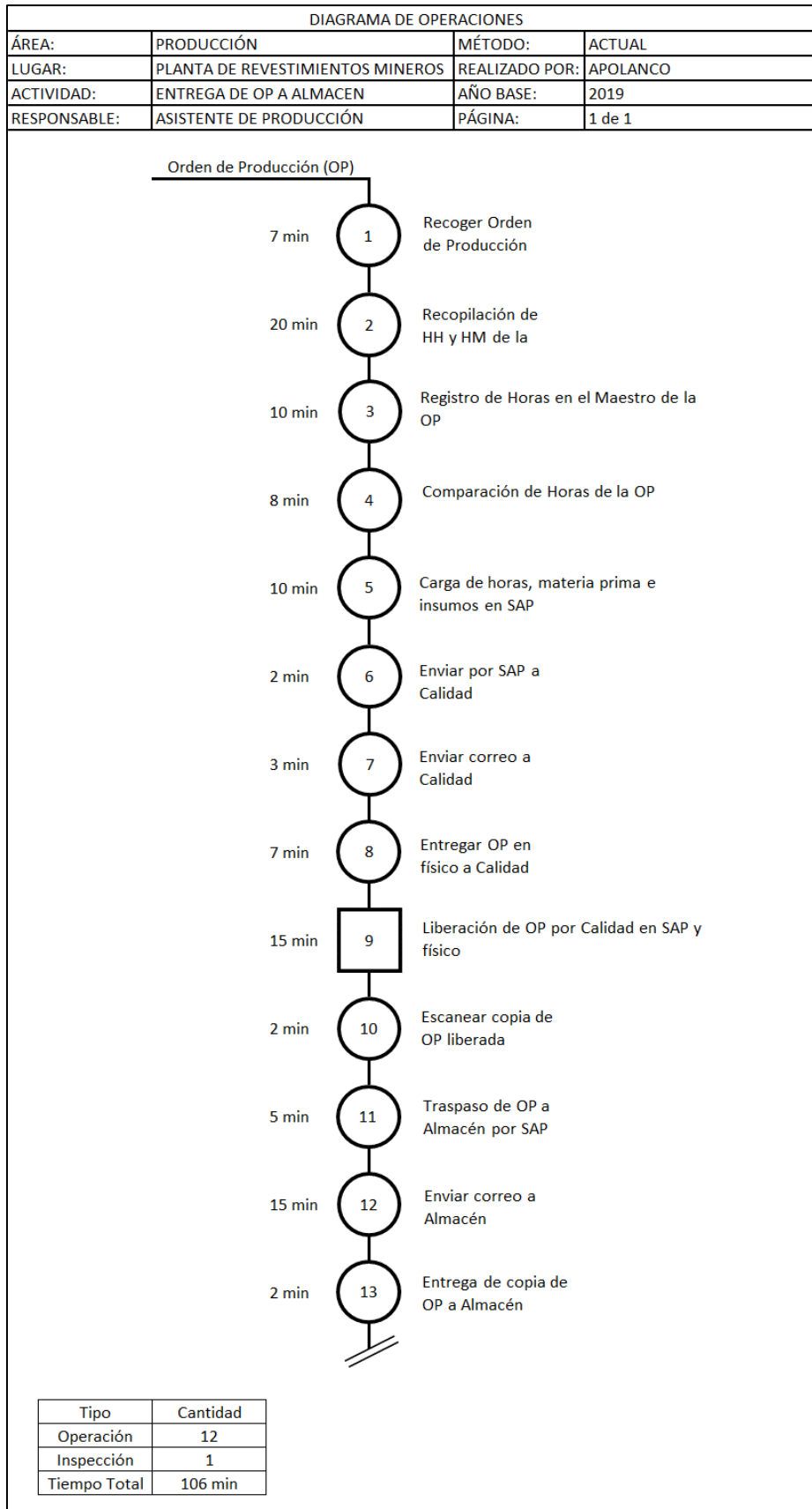


Figura 30

Diagrama de Operaciones de entrega de orden de producción a almacén actual



Fuente: Elaboración propia

El resumen de actividades del DOP actual se muestra en la tabla 32:

Tabla 32

Resumen DOP Actual de OP a almacén

N°	Actividad	Tiempo (min)	Tipo
1	Recoger Orden de Producción	7	Operación
2	Recopilación de HH y HM de la OP	20	Operación
3	Registro de Horas en el Maestro de la OP	10	Operación
4	Comparación de Horas de la OP	8	Operación
5	Carga de horas, materia prima e insumos en SAP	10	Operación
6	Enviar por SAP a Calidad	2	Operación
7	Enviar correo a Calidad	3	Operación
8	Entregar OP en físico a Calidad	7	Operación
9	Liberación de OP por Calidad en SAP y físico	15	Inspección
10	Escanear copia de OP liberada	2	Operación
11	Traspaso de OP a Almacén por SAP	5	Operación
12	Enviar correo a Almacén	15	Operación
13	Entrega de copia de OP a Almacén	2	Operación
Tiempo total		106	min

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 106 minutos por orden de producción para la entrega de una OP al área de almacén el último proceso administrativo de producción.

4.4.4.2. Elaboración registro de HH por OP

Para poder realizar un mejor control de HH por orden de producción, se buscó elaborar que facilite la carga de horas hombre a SAP y se pueda hacer de manera rápida la entrega a Almacén y reducir late en entrega del proceso de revestimiento. También poder mejorar la carga de horas en GWeb que se hace mensualmente cuando se debería de realizar semanalmente.

En la elaboración de registro de HH por OP estuvo involucrado el tesista, el jefe de operación, el supervisor de producción y el líder de los operarios de especiales. Se realizó tres propuestas que se muestran a continuación:

4.4.4.2.1. Primera propuesta de Hoja de proceso de revestimiento

Para esta primera propuesta se dejó un espacio para poder llenar el número de Orden de producción que se trabajó para facilitar su registro, también fue importante considerar la fecha en que aplico los chemlock 205 y 220 necesarios previos al revestimiento. También el tipo de goma que se va a utilizar, el número de vale que tiene la OP para regresar la goma al área de molinos al terminar y por último el RAL que es el código de color de pintura que se debe de pintar la pieza para entregar al cliente, los colores varían según el cliente y la línea a la que pertenezca la pieza.

Se consideró importante registra la fecha, hora de inicio y fin de cada proceso y el operario para facilitar el registro de HH en GWeb y SAP. También se probó el tener el total de horas reales, en SAP y proyectadas con el total a cargar, como se puede apreciar en la figura 31:

Figura 31

Hoja de proceso de revestimiento - Propuesta 1

HOJA DE PROCESO DE REVESTIMIENTO								
OP			CHEMLOCK 205	___/___/___	TIPO GOMA		Nº VALE	RAL
			CHEMLOCK 220	___/___/___				
PROCESO	FECHA	H. INICIO	H.FIN	OPERARIO	TOTAL REAL	TOTAL SAP	TOTAL PROY	CARGAR
GRANALLADO								
REVESTIMIENTO								
TERMINACIONES								
VULCANIZADO								

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.2.2. Segunda propuesta de Hoja de proceso de revestimiento

En la segunda propuesta, como se muestra en la figura 32, se buscó resaltar más el número de orden de producción para evitar confusiones con los operarios y puedan registrarlo en la hoja correspondiente. Se modificó el orden del registro según el orden de los procesos, considerando fecha, hora de inicio y de fin y el operario u operarios que estuvieron trabajando en la OP. Se colocó un espacio para poner el color de pintura, pero también el tiempo de este para el registro de SAP. Se adicionó el total de goma utilizada en la orden de producción, misma que solo se puede saber al cerrar el vale.

Figura 32

Hoja de proceso de revestimiento - Propuesta 2

OP				
HOJA DE PROCESO DE REVESTIMIENTO				
PROCESO	FECHA	H. INICIO	H. FIN	OPERARIOS
GRANALLADO				
CHEMLOCK 205				
CHEMLOCK 220				
REVESTIMIENTO				
VULCANIZADO				
TERMINACIONES				
PINTURA				
RAL DE PINTURA:		TIPO	CANTIDAD	
TOTAL GOMA UTILIZADA				

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.2.3. Tercera propuesta de Hoja de proceso de revestimiento

En la tercera propuesta se tuvo más claro lo que se solicitaba, la orden de producción su número de registro era importante pero también el poder tener una

pequeña descripción del tipo de producto junto con el tipo de goma. También se agregó la cantidad que tiene la OP.

Se mantuvo el registro de horas de la propuesta 2, ordenado por el proceso registrando fecha, hora de inicio y fin y los operarios; no obstante, se adicionó el total de horas a cargar, tanto horas máquina como horas hombre y la cantidad de chemlock 205 y 220 utilizados en la OP, datos que son importantes para facilitar el registro a SAP.

También fue importante adicional el RAL para el final del proceso, el tipo de goma que se iba a utilizar, y el número de vale de goma de la OP.

Por último, como se muestra en la figura 33, se añadió el registro de las HM de granallado, HH de Especiales, HH de pintura y HM Vulcanizado, pero con tres columnas donde estaría el total real utilizado, el total proyectado por el área de producción y el total en SAP, es el total costado en la OC del cliente. De esta forma facilitaría comparar y controlar las horas reales junto lo proyectado en el área y en el sistema. Adicionalmente se tiene una columna de acumulado en caso una OP se trabaje o avance mucho antes del tiempo requerido y esas horas no se pierdan o se carguen adicionalmente sino se tengan registradas para evitar errores.

Figura 33

Hoja de proceso de revestimiento - Propuesta 3

HOJA DE PROCESO DE REVESTIMIENTO						
OP					DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD
	PROCESO	FECHA	H. INICIO	H.FIN	OPERARIO	TOTAL A CARGAR
GRANALLADO						HM:
						HH:
CHEMLOCK 205						GLN:
CHEMLOCK 220						GLN:
REVESTIMIENTO						
VULCANIZADO						HMV:
TERMINACIONES						
						HHE:
PINTURA						HHP:
DATOS ADICIONALES	RAL	TIPOS DE GOMA		VALES DE GOMA		
TOTALES	TOTAL REAL	TOTAL PROY	TOTAL SAP	ACUMULADO		
HM GRANALLADO						
HH ESPECIALES						
HH PINTURA						
HM VULCANIZADO						
GOMA (KG)						

Fuente: Elaboración propia

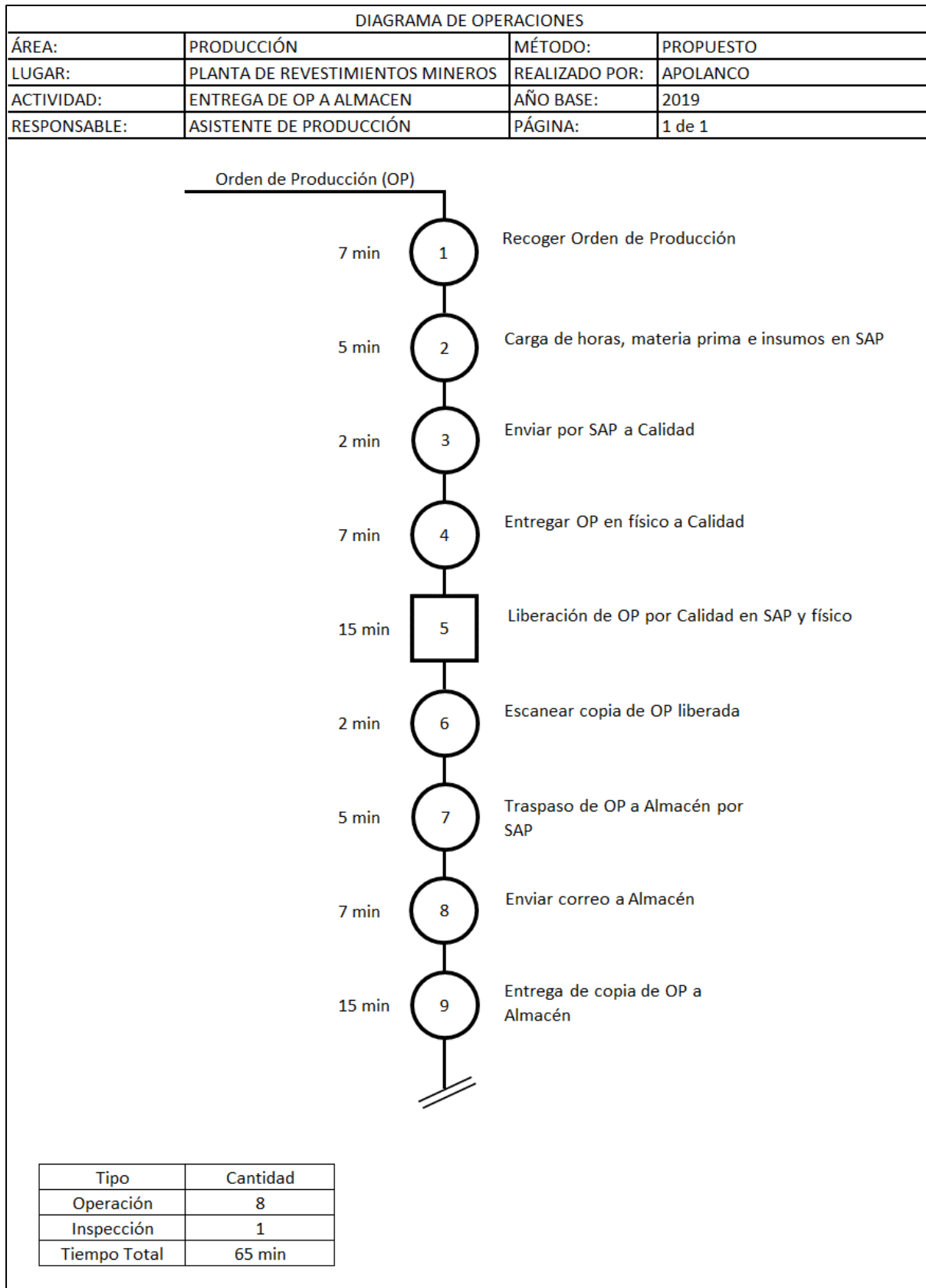
Se consideró la tercera propuesta como la ideal pues tiene toda la información relevante y necesaria para poder realizar la carga de horas hombre y horas máquina a SAP y además teniendo el registro de los operarios para el registro en GWeb. El tercer formato además de tener un espacio para el número de orden de producción tiene una descripción que muchas veces facilita la identificación de la pieza, también se tiene la cantidad total que incluye la OP. El orden que tiene el registro es el orden que sigue la pieza lo que facilita un llenado ordenado de la fecha, hora de inicio y fin y de los operarios. También se vio la ventaja de tener el tipo de pintura en el registro que facilita el proceso de pintura al operario sin tener que pedir el plano nuevamente a calidad después de haber sido liberada la pieza. Se tiene el tipo de goma a utilizar y el vale o vales de goma que se utilizaron lo que facilita el poder hacer el cierre de vale y tener el total de goma utilizada en la orden. Se vio que el tercer formato fácilmente se podía comparar las horas reales con el total de horas proyectadas y en SAP pues estas estarían llenadas en la OP antes de iniciar el proceso en planta, el supervisor de producción podría controlar el total de horas hombre y máquina durante el proceso basado en el proyectado y SAP además de calcular el total de horas hombre y máquina de cada proceso y el total de goma utilizada, la OP subiría a la oficina de producción con todos los datos necesarios facilitando la carga de horas y materia prima, ahorrando tiempo del asistente de producción en bajar a planta y buscar los datos que en ocasiones se encontraban incompletos.

4.4.4.3. Elaboración de DOP después de la propuesta

Se elaboró un DOP después de la propuesta, como se ve en la figura 34:

Figura 34

Diagrama de Operaciones de entrega de orden de producción a almacén – Propuesto



Fuente: Elaboración propia

El resumen de actividades del DOP propuesto se puede observar en la tabla 33:

Tabla 33

Resumen DOP Propuesto de OP a almacén

Nro.	Actividad	Tiempo (min)	Tipo
1	Recoger Orden de Producción	7	Operación
2	Carga de horas, materia prima e insumos en SAP	10	Operación
3	Enviar por SAP a Calidad	2	Operación
4	Entregar OP en físico a Calidad	7	Operación
5	Liberación de OP por Calidad en SAP y físico	15	Inspección
6	Escanear copia de OP liberada	2	Operación
7	Traspaso de OP a Almacén por SAP	5	Operación
8	Enviar correo a Almacén	15	Operación
9	Entrega de copia de OP a Almacén	2	Operación
Tiempo total		65	min

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta se vio una mejora de tiempo y disminución de operaciones como muestra la tabla 34:

Tabla 34

Resumen de propuesta de mejora

Proceso	Tiempo (min)	Operaciones	Inspección
Actual	106	12	1
Propuesto	65	8	1
Mejora	41	4	0

Fuente: Elaboración propia

Se vio que se reduce el tiempo de 106 min por orden de producción a 65 min con los cambios hechos para mejorar el tiempo de entrega de producción a almacén

administrativamente. A continuación, se tiene el cálculo del costo de HH del asistente de producción en la tabla 35:

Tabla 35

Cálculo de costo horas hombre

Descripción	Cantidad
Sueldo Asistente Mensual	S/. 2100
Total horas al mes	200
Costo HH en soles	S/. 10,5

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de órdenes de producción cargadas al sistema en el año 2019 fue 528, con esto se calculó el tiempo total anual empleado en la carga de órdenes de producción al sistema para ser entregadas a almacén y poder despacharlas al cliente, como se muestra en la tabla 36:

Tabla 36

Total anual de horas en carga de órdenes de producción

Año 2019	Actual	Propuesto	Mejora / Ahorro
Total OP	528	528	-
Tiempo de carga por OP (min)	106	65	41
Tiempo total (min)	55,968	34,320	21,648
Tiempo total (HH)	932,8	572	360,8
Tiempo total en soles	S/ 9 794,40	S/ 6 006,00	S/ 3 788,40

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver que en total hubo un ahorro de 360 horas por año, en soles son 3 788.40 soles que se pueden ahorrar en tiempo y dinero para hacer de una manera mucho más eficiente el trabajo administrativo la carga de horas, insumos y entrega a almacén.

Se puede observar el total de inversión de la propuesta en la tabla 37:

Tabla 37

Costos de inversión para la implementación de un control de horas por OP

Implementación de HPR	Soles
Elaboración de HPR	S/ 420,00
Material de capacitación	S/ 12,50
Capacitación en planta	S/ 132,50
Inversión total	S/ 565,00

Fuente: Elaboración propia

4.4.5. Mejora en planificación de insumos en el programa semanal

Para poder tener una planificación de insumos fuera de KANBAN, se recopiló los insumos con mayor movimiento empleados en el área de producción.

Se va a seguir los pasos que realiza C. Edwin en su publicación “Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos” 2013, guardando las diferencias de los insumos.

A continuación, se puede observar la lista de insumos que producción utiliza registrados en el año 2019 en la tabla 38:

Tabla 38

Lista de insumos – Año 2019

N	Descripción	UM	Cant.	Pedido	T1	T2	T3	T4	Total año 2019
1	PARBOND 905 POLYURETHANE ADHESIVE	C/U	1	Sede lima	0	0	5	20	25
2	VENDA NYLON STD. 90MM	M	300	Sede lima	2	0	0	6	8
3	PINTURA EPOXICA MARRON RAL 8004	SET	1	Compra local	0	0	0	3	3
4	PINTURA EPOXICO RAL6029 (1P+1C)	SET	1	Compra local	0	3	11	0	14
5	CHEMLOCK 144	GLN	1	Compra local	5	6	3	2	16
6	RULETA	C/U	1	Compra local	1	2	1	2	6
7	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) VERDE	SET	1	Compra local	0	0	7	0	7
8	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) AZUL	SET	1	Compra local	0	0	6	0	6
9	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) GRIS	SET	1	Compra local	11	0	15	0	26
10	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) ROJO	SET	1	Compra local	0	0	10	0	10
11	ESPATULA 4"	C/U	1	Compra local	0	0	6	0	6
12	TELA TOCUYO GRUESA	M	100	Sede lima	0	100	0	0	100
13	AFLOJATODO PENETRATI.LOC.512.21X12OZ	C/U	1	Compra local	200	97	136	105	538
14	INHIBIDOR DE CORROSION SQP 805	C/U	1	Compra local	6	0	1	0	7
15	CINTA DUCTO TAPE SHURT TAPE	C/U	1	Compra local	21	22	15	28	86
16	LIJA DE FIERRO GRANO 40	C/U	1	Compra local	0	0	0	25	25
17	ESPATULA DE 80MM	C/U	1	Compra local	25	0	0	2	27
18	ESPATULA DE 100MM	C/U	1	Compra local	5	0	0	2	7
19	PAVILO N° 8	C/U	1	Compra local	0	3	2	0	5
20	PLASTICO AZUL REPUJADO X 90 CM.	C/U	1	Sede lima	26	32,85	45	15	118,85
21	PINTURA VERDE TRAFICO	GLN	1	Compra local	2	4	0	0	6
22	PINTURA NEGRO TRAFICO	GLN	1	Compra local	0	3	0	0	3
23	PINTURA ESMALTE BLANCO TRAFICO	GLN	1	Compra local	0	0	1	0	1
24	PINTURA ESMALTE SINTETICO AZUL NAVAL	GLN	1	Compra local	0	0	1	0	1
25	TALCO EN POLVO PARA GOMA	KG	30	Sede lima	30	30	0	30	90
26	SILICONA EMULSION 36P P/CAUCHO(1 GL)	C/U	1	Compra local	7	5,5	0	0	12,5
27	SILICONA EMULSION EM400 / EM4001 (LK)	KG	20	Compra local	5	6	3	2	16
28	PINTURA SPRAY NEGRO	C/U	1	Compra local	0	0	3	0	3
29	DISCO DE CORTE DIAMANTADO DE 4-1/2	C/U	1	Compra local	10	0	0	0	10
30	NALCO TRI-ACT 2813	C/U	1	Compra local	0	1	0	1	2

Fuente: Elaboración propia

Teniendo el total de insumos por trimestre del año 2019, se realizó un pronóstico de los insumos para poder determinar la cantidad de insumos a utilizar en el siguiente año.

4.4.5.1. Proceso para la generación de pronósticos

Para poder realizar un pronóstico de cuatro trimestres, un año completo se utilizó la herramienta estadística MINITAB.

1. Se ordena la data histórica para poder ingresar la información en el programa. Se tiene la información de un año, cuatro trimestres, siendo la longitud estacional de 4 para un total de 30 artículos, como se muestra en la tabla 39:



Tabla 39

Lista de insumos ordenada para el ingreso de datos

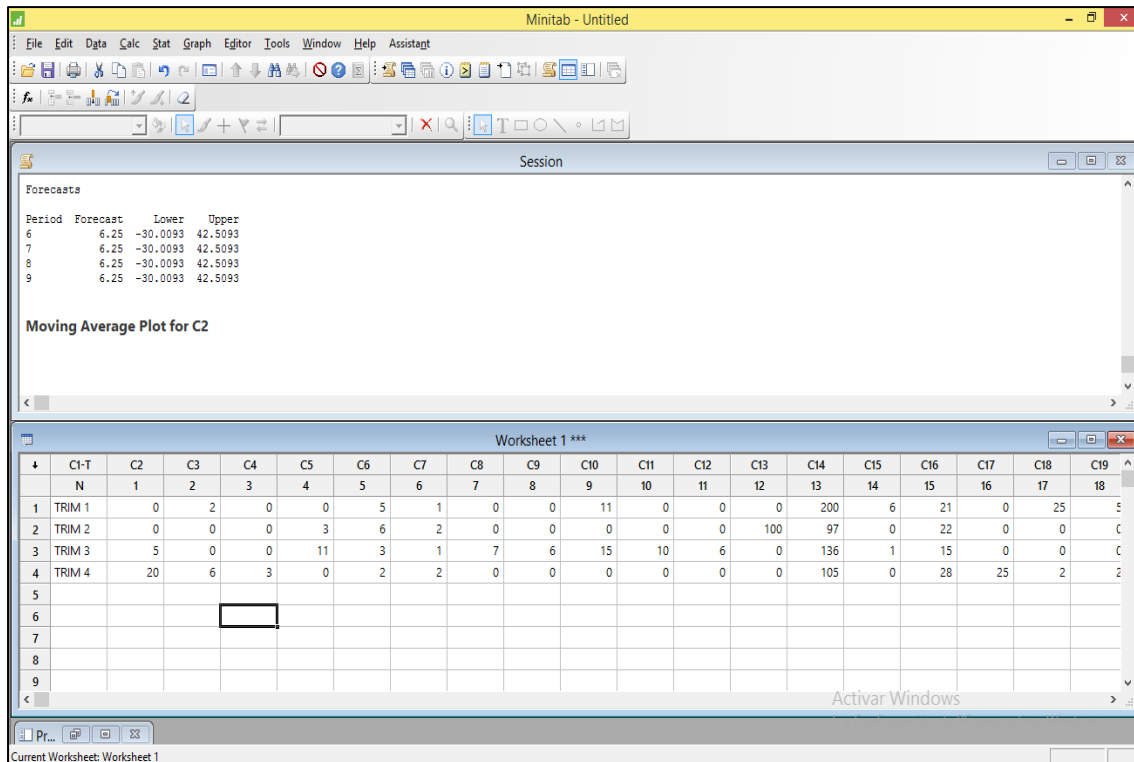
DESCRIPCION	PARBOND 905 POLYURETHANE ADHESIVE	VENDA NYLON STD. 90MM	PINTURA EPOXICA MARRON RAL 8004	PINTURA EPOXICO RAL6029 (IP+IC)	CHEMLOCK 144	RULETA	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) VERDE	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) AZUL	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) GRIS	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) ROJO	ESPATULA 4"	TELA TOCUYO GRUESA	AFLOJATODO PENETRATILLOC.512.21X12OZ	INHIBIDOR DE CORROSION SQP 805	CINTA DUCTO TAPE SHURT TAPE	LJIA DE FIERRO GRANO 40	ESPATULA DE 80MM	ESPATULA DE 100MM	PAVILO N° 8	PLASTICO AZUL REPUJADO X 90 CM.	PINTURA VERDE TRAFICO	PINTURA NEGRO TRAFICO	PINTURA ESMALTE BLANCO TRAFICO	PINTURA ESMALTE SINTETICO AZUL NAVAL	TALCO EN POLVO PARA GOMA	SILICONA EMULSION 36P P/CAUCHO(1 GL)	SILICONA EMULSION EM400 / EM4001 (L.K)	PINTURA SPRAY NEGRO	DISCO DE CORTE DIAMANTADO DE 4-1/2	NALCO TRI-ACT 2813
UM	C/U	M	SET	SET	GLN	C/U	SET	SET	SET	SET	C/U	M	C/U	C/U	C/U	C/U	C/U	C/U	C/U	C/U	GLN	GLN	GLN	GLN	KG	C/U	KG	C/U	C/U	C/U
N	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
TRIM 1	0	2	0	0	5	1	0	0	11	0	0	0	200	6	21	0	25	5	0	26	2	0	0	0	30	7	5	0	10	0
TRIM 2	0	0	0	3	6	2	0	0	0	0	0	100	97	0	22	0	0	0	3	32.85	4	3	0	0	30	5.5	6	0	0	1
TRIM 3	5	0	0	11	3	1	7	6	15	10	6	0	136	1	15	0	0	0	2	45	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0
TRIM 4	20	6	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	105	0	28	25	2	2	0	15	0	0	0	0	30	0	2	0	0	1
Total	25	8	3	14	16	6	7	6	26	10	6	100	538	7	86	25	27	7	5	118.85	6	3	1	1	90	12.5	16	3	10	2

Fuente: Elaboración propia

- Una vez ordenados los datos, teniendo cada artículo por columna y los trimestres por fila se insertan al programa, como se puede observar en la figura 35:

Figura 35

Captura de ingreso de datos en programa Minitab

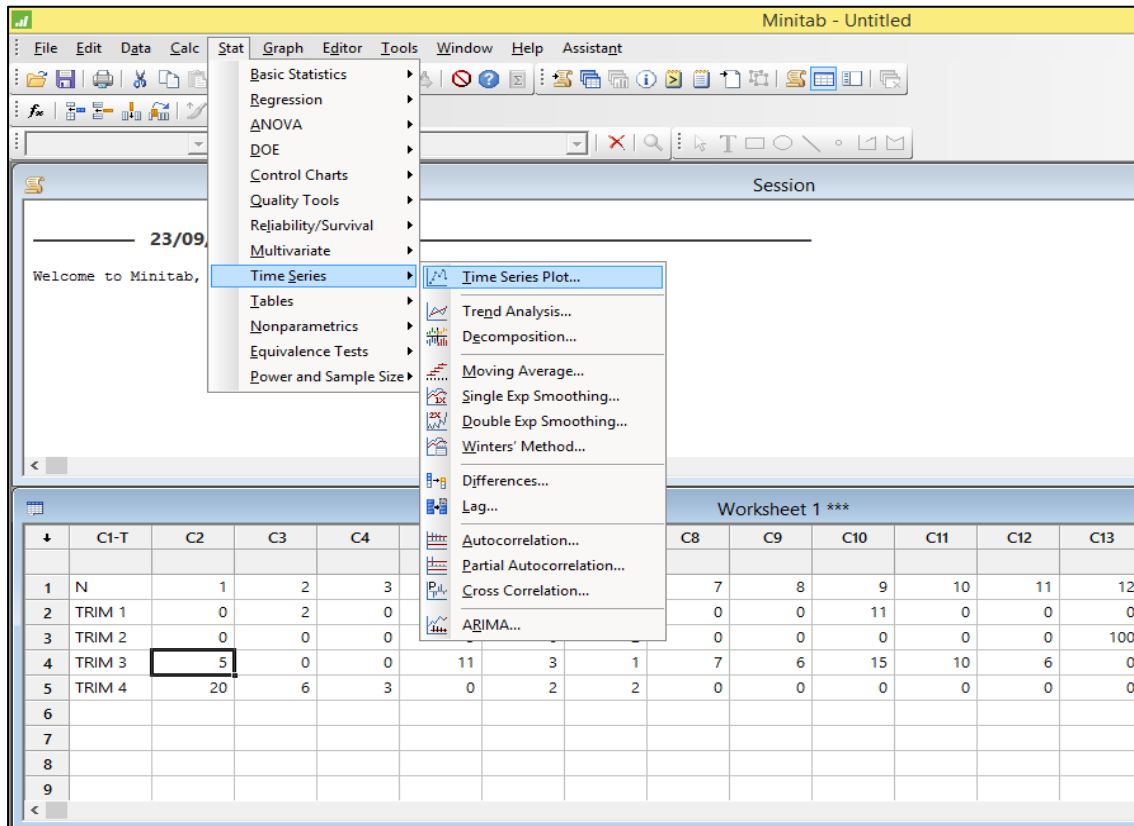


Fuente: Captura de programa Minitab

- Para poder generar los pronósticos se utilizará la opción estadística Series de Tiempo. Primero generando una gráfica de serie de tiempos que permitirá visualizar la distribución de los datos, posteriormente utilizar las opciones de series de tiempo análisis de tendencia (Lineal, cuadrática, crecimiento exponencial, curva S), promedios móviles, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble, método de Winters (aditivo, multiplicativo), como se puede apreciar en la figura 36:

Figura 36

Captura de opciones de la Sección Series de Tiempo

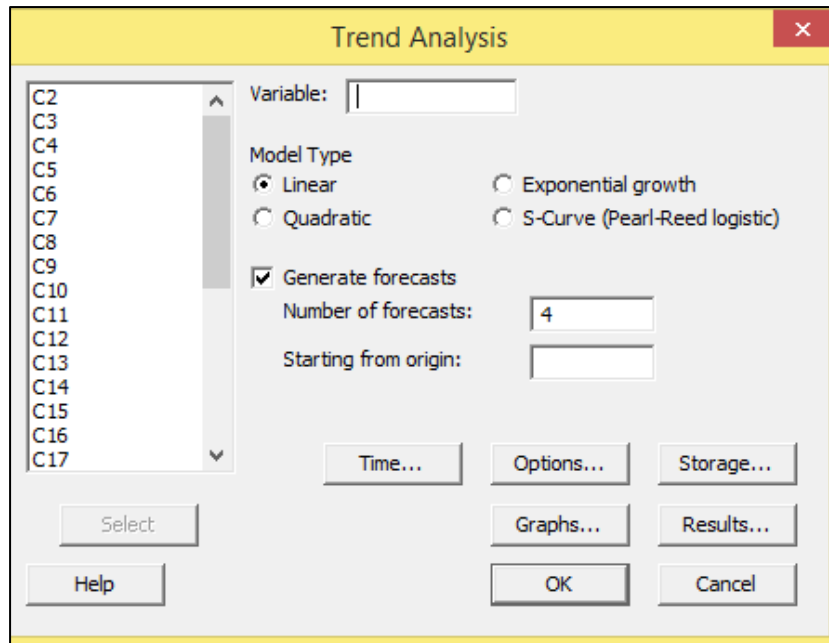


Fuente: Captura de programa Minitab

4. Las medidas de precisión a considerar son el MAPE Error porcentual absoluto medio), MAD (Desviación media absoluta) y MSD (Desviación Cuadrática media).
5. Se ingresa los datos solicitados para cada serie de tiempo a generar:
 - Análisis de tendencia: Se debe seleccionar la variable evaluar, escoger el modelo (Lineal, Cuadrática, Crecimiento exponencial, Curva S) e indicar el número de pronósticos, en este caso 4 (4 trimestres por 1 año), como muestra la figura 37:

Figura 37

Captura de ventana Análisis de tendencia

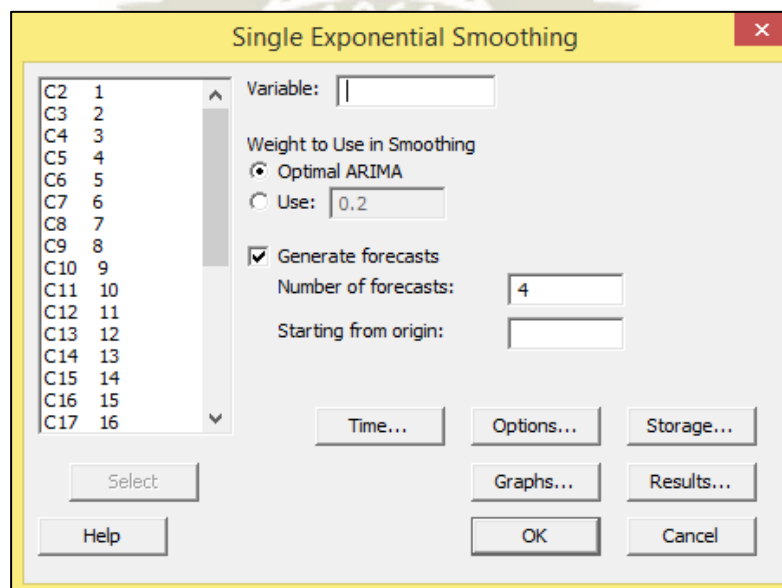


Fuente: Captura de programa Minitab

- Suavización exponencial simple y doble, como se aprecia en la figura 38:

Figura 38

Captura de ventana Suavización exponencial simple y doble

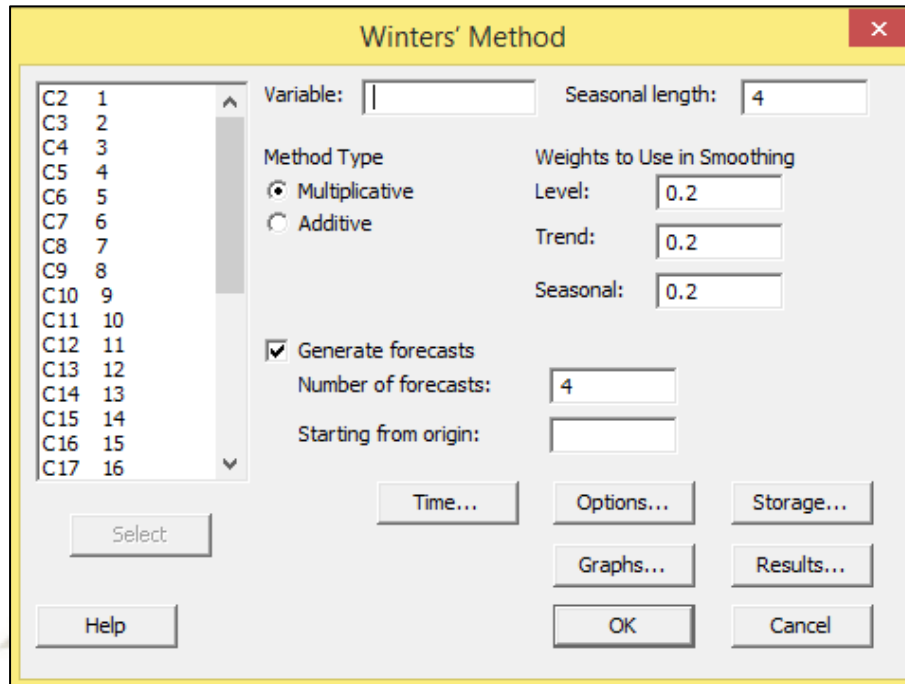


Fuente: Captura de programa Minitab

- Método Winters, como se muestra en la figura 39:

Figura 39

Captura de ventana Método Winters



Fuente: Captura de programa Minitab

6. En algunos casos no se encontró pronósticos para determinados artículos, esto debido a cantidad limitada de información de un solo año, no se pudo obtener información anticipada de estos artículos debido a la falta de registros, por lo que solo se pudo obtener resultados para algunos modelos. El detalle de cada pronóstico generado se puede apreciar en el Anexo 1.
7. Se ha registrado los errores para cada modelo, para cada artículo, eligiendo el pronóstico con menor error, se puede observar en las tablas 40, 41 y 42. Los artículos con pronóstico cero serán retirados para la clasificación ABC, estos son: Artículos 14, 17, 21, 26 y 29.

Tabla 40

Valores MAPE, MAD, MSD para los artículos del 1 al 10

N	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10		
Tipo de Error	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD
Lineal	55	3.75	14.375	63.3333	2	4.2	30	0.75	0.675	33.9394	3.55	19.45	15.6667	0.7	0.7	30	0.4	0.2	70	2.45	8.575	70	2.1	6.3	39.5152	5.6	40.2	70	3.5	17.5
Cuadrática	8.125	0.5	0.3125	6.66667	0.4	0.2	5	0.3	0.1125	76.3636	2.4	7.2	16.5	0.6	0.45	30	0.4	0.2	45	2.1	5.5125	45	1.8	4.05	40.7273	5.6	39.2	45	3	11.25
Winters Aditivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Winters Multiplicativo	20.8606	2.7017	10.9687	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.7534	0.9268	1.1567	11.1547	0.1589	0.0404	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Growth Curve S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.5823	0.7642	1.0143	28.3528	0.401	0.2045	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Valores MAPE, MAD, MSD para los artículos del 11 al 20

N	11			12			13			14			15			16			17			18			19			20		
Tipo de Error	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD
Lineal	70	2.1	6.3	70	35	1750	20.709	24.9	885.8	19.1667	1.3	2.575	19.197	3.6	18.8	30	6.25	46.875	155.8	6.75	52.175	59	1.75	3.175	48.3333	1.25	1.675	36.552	9.213	113.014
Cuadrática	45	1.8	4.05	45	30	1125	17.89	21.2	561.8	71.25	0.9	1.0125	14.6894	2.8	9.8	5	2.5	7.8125	31.05	2.3	6.6125	5.25	0.3	0.1125	18.75	0.3	0.1125	15.6062	4.745	28.1438
Promedios móviles	100	4.5	22.5	*	50	2500	10.072	12	144.25	200	1.25	2.125	38.631	8	66.25	100	7.25	80.125	100	7.25	80.125	100	2.25	5.125	25	1.5	3.25	97.056	19.75	407.493
Winters Aditivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Winters Multiplicativo							16.068	22.866	731.717				5.41242	1.21963	2.2515													6.2074	1.60068	3.24217
Growth Curve S							19.447	24.789	856.529																			33.222	9.459	124.23

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Valores MAPE, MAD, MSD para los artículos del 21 al 30

N	21			22			23			24			25			26			27			28			29			30			
Tipo de Error	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	MAPE	MAD	MSD	
Lineal	50	1	1.5	70	1.05	1.575	70	0.35	0.175	70	0.35	0.175	23.333	10.5	157.5	10.2597	0.95	1.2688	15.6667	0.7	0.7	70	1.05	1.575	30	2.5	7.5	40	0.4	0.2	
Cuadrática	31.25	1	1.25	45	0.9	1.0125	45	0.3	0.1125	45	0.3	0.1125	25	9	101.25	16.3474	0.95	1.1281	16.5	0.6	0.45	45	0.9	1.0125	5	1	1.25	40	0.4	0.2	
Promedios móviles	*	2.5	6.5	*	1.5	2.25	100	0.75	0.625	100	0.75	0.625	50	22.5	562.5	*	4.5	23.3125	104.167	2.5	6.25	100	2.25	5.625	*	2.5	12.5	50	0.5	0.25	
Winters Aditivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Winters Multiplicativo																															
Growth Curve S																															

Fuente: Elaboración propia

8. Finalmente se tiene la tabla con los resultados finales, es decir el pronóstico generado por el modelo con menor error, como se puede apreciar en la tabla 43:

Tabla 43

Pronóstico por artículo según menor error

N	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
DESCRIPCION	PARBOND 905 POLYURETHANE ADHESIVE	VENDA NYLON STD. 90MM	PINTURA EPOXICA MARRON RAL 8004	PINTURA EPOXICO RAL6029 (IP+IC)	CHEMLOCK 144	RULETA	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) VERDE	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) AZUL	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) GRIS	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) ROJO	ESPATULA 4"	TELA TOCUYO GRUESA	AFLOJATODO PENETRATILLOC.512.21X12OZ	INHIBIDOR DE CORROSION SQP 805	CINTA DUCTO TAPE SHURT TAPE	LJIA DE FIERRO GRANO 40	ESPATULA DE 80MM	ESPATULA DE 100MM	PAVILO N° 8	PLASTICO AZUL REPUJADO X 90 CM.	PINTURA VERDE TRAFICO	PINTURA NEGRO TRAFICO	PINTURA ESMALTE BLANCO TRAFICO	PINTURA ESMALTE SINTETICO AZUL NAVAL	TALCO EN POLVO PARA GOMA	SILICONA EMULSION 36P P/CAUCHO(1 GL)	SILICONA EMULSION EM400/ EM4001 (LK)	PINTURA SPRAY NEGRO	DISCO DE CORTE DIAMANTADO DE 4-1/2	NALCO TRI-ACT 2813
UM	C/U	M	SET	SET	GLN	C/U	SET	SET	SET	SET	C/U	M	C/U	C/U	C/U	C/U	C/U	C/U	C/U	GLN	GLN	GLN	GLN	KG	C/U	KG	C/U	C/U	C/U	
TRIM 1	26	7	4	3	0	2	3	2	4	4	2	0	102	0	27	30	0	1	0	18	0	0	0	0	18	0	0	1	0	1
TRIM 2	26	5	4	6	1	3	3	2	0	4	2	60	0	0	28	30	0	0	3	25	0	2	0	0	18	0	1	1	0	2
TRIM 3	31	5	4	14	0	2	10	8	8	14	8	0	38	0	21	30	0	0	2	37	0	0	1	1	0	0	0	4	0	1
TRIM 4	46	11	7	3	0	3	3	2	0	4	2	0	7	0	34	55	0	0	0	7	0	0	0	0	18	0	0	1	0	2

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó se procedió a retirar los artículos que su pronóstico fue cero, obteniendo el pronóstico de un total de 25 artículos, demanda anual, considerando el costo por artículo como se observa en la tabla

44:

Tabla 44

Pronóstico de insumos Año 2020

N	Descripción	UM	Cant.	T5	T6	T7	T8	Demanda anual	Costos S/
1	PARBOND 905 POLYURETHANE ADHESIVE	C/U	1	26	26	31	46	129	S/ 350,00
2	VENDA NYLON STD. 90MM	M	300	7	5	5	11	28	S/ 308,57
3	PINTURA EPOXICA MARRON RAL 8004	SET	1	4	4	4	7	19	S/ 400,00
4	PINTURA EPOXICO RAL6029 (1P+1C)	SET	1	4	7	15	4	30	S/ 270,00
5	CHEMLOCK 144	GLN	1	1	2	0	0	3	S/ 120,00
6	RULETA	C/U	1	2	3	2	3	10	S/ 30,00
7	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) VERDE	SET	1	3	3	10	3	19	S/ 135,00
8	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) AZUL	SET	1	3	3	9	3	18	S/ 150,00
9	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) GRIS	SET	1	4	0	8	0	12	S/ 135,00
10	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) ROJO	SET	1	4	4	14	4	26	S/ 21,90
11	ESPATULA 4"	C/U	1	3	3	9	3	18	S/ 135,00
12	TELA TOCUYO GRUESA	M	100	0	60	0	0	60	S/ 135,00
13	AFLOJATODO PENETRATI.LOC.512.21X12OZ	C/U	1	102	0	38	7	147	S/ 140,00
14	CINTA DUCTO TAPE SHURT TAPE	C/U	1	27	28	21	34	110	S/ 130,00
15	LIJA DE FIERRO GRANO 40	C/U	1	30	30	30	55	145	S/ 130,00
16	ESPATULA DE 100MM	C/U	1	2	0	0	0	2	S/ 25,00
17	PAVILO N° 8	C/U	1	0	3	2	0	5	S/ 7,50
18	PLASTICO AZUL REPUJADO X 90 CM.	C/U	1	18	25	37	7	87	S/ 11,40
19	PINTURA NEGRO TRAFICO	GLN	1	0	2	0	0	2	S/ 55,00
20	PINTURA ESMALTE BLANCO TRAFICO	GLN	1	1	1	2	1	5	S/ 10,40
21	PINTURA ESMALTE SINTETICO AZUL NAVAL	GLN	1	1	1	2	1	5	S/ 11,90
22	TALCO EN POLVO PARA GOMA	KG	30	18	18	0	18	54	S/ 150,00
23	SILICONA EMULSION EM400 / EM4001 (LK)	KG	20	1	2	0	0	3	S/ 50,90
24	PINTURA SPRAY NEGRO	C/U	1	2	2	5	2	11	S/ 67,50
25	NALCO TRI-ACT 2813	C/U	1	1	2	1	2	6	S/ 27,20

Fuente: Elaboración propia

Teniendo el pronóstico de los insumos, se puede realizar un valorizado total multiplicando la cantidad con el costo unitario del insumo. Una vez calculado el valorizado total y hallar el porcentaje que representa. Con el porcentaje que representa del total se halla el porcentaje acumulado para poder clasificar los insumos en clasificación A, B o C según el método de clasificación ABC de productos, como se muestra en la tabla 45:

Tabla 45*Insumos clasificados en A B C*

N	Descripción	UM	Cant.	Pronóstico Anual	Costo	Valorizado	%	% Acumulado	Clase
1	PARBOND 905 POLYURETHANE ADHESIVE	C/U	1	129	S/ 350,00	S/ 45.150,00	29,64%	29,64%	A
13	AFLOJATODO PENETRATI.LOC.512.21X12OZ	C/U	1	147	S/ 140,00	S/ 20.580,00	13,51%	43,15%	
15	LIJA DE FIERRO GRANO 40	C/U	1	145	S/ 130,00	S/ 18.850,00	12,37%	55,53%	
14	CINTA DUCTO TAPE SHURT TAPE	C/U	1	110	S/ 130,00	S/ 14.300,00	9,39%	64,91%	
2	VENDA NYLON STD. 90MM	M	300	28	S/ 308,57	S/ 8.639,96	5,67%	70,59%	
4	PINTURA EPOXICO RAL6029 (1P+1C)	SET	1	30	S/ 270,00	S/ 8.100,00	5,32%	75,90%	
12	TELA TOCUYO GRUESA	M	100	60	S/ 135,00	S/ 8.100,00	5,32%	81,22%	B
22	TALCO EN POLVO PARA GOMA	KG	30	54	S/ 150,00	S/ 8.100,00	5,32%	86,54%	
3	PINTURA EPOXICA MARRON RAL 8004	SET	1	19	S/ 400,00	S/ 7.600,00	4,99%	91,53%	
8	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) AZUL	SET	1	18	S/ 150,00	S/ 2.700,00	1,77%	93,30%	
7	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) VERDE	SET	1	19	S/ 135,00	S/ 2.565,00	1,68%	94,99%	
11	ESPATULA 4"	C/U	1	18	S/ 135,00	S/ 2.430,00	1,60%	96,58%	C
9	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) GRIS	SET	1	12	S/ 135,00	S/ 1.620,00	1,06%	97,64%	
18	PLASTICO AZUL REPUJADO X 90 CM.	C/U	1	87	S/ 11,40	S/ 991,80	0,65%	98,30%	
24	PINTURA SPRAY NEGRO	C/U	1	11	S/ 67,50	S/ 742,50	0,49%	98,78%	
10	PINTURA DURAPLATE UHS (A+B) ROJO	SET	1	26	S/ 21,90	S/ 569,40	0,37%	99,16%	
5	CHEMLOCK 144	GLN	1	3	S/ 120,00	S/ 360,00	0,24%	99,39%	
6	RULETA	C/U	1	10	S/ 30,00	S/ 300,00	0,20%	99,59%	
25	NALCO TRI-ACT 2813	C/U	1	6	S/ 27,20	S/ 163,20	0,11%	99,70%	
23	SILICONA EMULSION EM400 / EM4001 (LK)	KG	20	3	S/ 50,90	S/ 152,70	0,10%	99,80%	
19	PINTURA NEGRO TRAFICO	GLN	1	2	S/ 55,00	S/ 110,00	0,07%	99,87%	
21	PINTURA ESMALTE SINTETICO AZUL NAVAL	GLN	1	5	S/ 11,90	S/ 59,50	0,04%	99,91%	
20	PINTURA ESMALTE BLANCO TRAFICO	GLN	1	5	S/ 10,40	S/ 52,00	0,03%	99,94%	
16	ESPATULA DE 100MM	C/U	1	2	S/ 25,00	S/ 50,00	0,03%	99,98%	
17	PAVILO N° 8	C/U	1	5	S/ 7,50	S/ 37,50	0,02%	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Una vez teniendo los insumos de clase A se realiza un cálculo de la cantidad Económica de pedido EOQ para cada insumo, como se puede apreciar en la tabla 46:

Tabla 46

Insumos pronosticados por trimestre

N	Descripción	UM	Cant.	Trimestre 5	Trimestre 6	Trimestre 7	Trimestre 8	Clase
1	PARBOND 905 POLYURETHANE ADHESIVE	C/U	1	26	26	31	46	A
13	AFLOJATODO PENETRATI.LOC.512.21X12OZ	C/U	1	102	0	38	7	
15	LIJA DE FIERRO GRANO 40	C/U	1	30	30	30	55	
14	CINTA DUCTO TAPE SHURT TAPE	C/U	1	27	28	21	34	
2	VENDA NYLON STD. 90MM	M	300	7	5	5	11	
4	PINTURA EPOXICO RAL6029 (1P+1C)	SET	1	4	7	15	4	

Fuente: Elaboración propia

4.4.5.2. Cálculo de costo de mantener inventario

Primero se calcula el tiempo dedicado al día para la actividad de almacenamiento y despacho, como se puede apreciar en la tabla 47:

Tabla 47

Tiempo dedicado al día para la actividad de almacenamiento y despacho

Actividad	Tiempo en minutos			
	Almacenamiento	Asistente de Almacén	Almacenero	Asistente de Producción
Recepción de guía de remisión (GR)			2	
Verificación de cantidades según GR y factura del proveedor			30	
Se da conformidad, se sella GR y factura			1	
Recepción e ingreso del vehículo			5	
Descarga y distribución de productos en el almacén			180	
Asistente de almacén registra en sistema según GR		40		
El almacenero no da conformidad		1		
Elabora guía de remisión para su devolución		3		
Asistente de Almacén se comunica con el proveedor		15		
Verifica disconformidad		30		
Aprueba la devolución o cantidad faltante		5		
Emite nota de crédito		5		
Envía reposición o cambio del producto		8		
Se contabiliza según guía de remisión		5		
Asistente de Almacén registra en el sistema guía remisión		10		
Asistente de Almacén notifica ingreso al área de compras y logística y el área usuaria		5		
	Despacho	Asistente de Almacén	Almacenero	Asistente de Producción
	Producción emite movimiento de salida			8
	Producción envía correo con el movimiento de salida			3
	Asistente de almacén verifica ubicación y stock del artículo	5		
	Asisten de almacén emite salida del artículo	5		
	Almacenero recepciona salida del artículo y ubicación		5	
	Almacenero despacha artículos		20	
	Almacenero realiza la entrega al área de producción		5	
	Almacenero entrega hoja de recepción		2	
	Producción verifica y recepciona artículos		5	
	Almacenero entrega insumos en planta		15	
	Tiempo en minutos / días	137	270	11

Fuente: Elaboración propia

Después se considera la cantidad de personas que trabajan en cada área respectiva, como se puede observar en la tabla 48:

Tabla 48

Cantidad de personas involucradas en actividades de almacenamiento y despacho

Año/ Puesto	Asistente de Almacén	Almacenero	Asistente de Producción
2019	1	3	1

Fuente: Elaboración propia

Se calcula el costo de personal considerando: Horas laborales por día = 10 horas

Días de trabajo a la semana = 5 días

1 año = 52 semanas

Horas al año = 52 x 50 = 2600 horas

Como muestra la tabla 49:

Tabla 49

Costos de personal

Actividad	Asistente de Almacén	Almacenero	Asistente de Producción
Sueldo promedio/mes	2100	1000	2100
Sueldo promedio/año	25200	12000	25200
Tiempo dedicado (hrs/año)	593,67	1170,00	47,67
% de tiempo dedicado	22,83%	45,00%	1,83%
Total costo de Personal	S/22.416,00		

Fuente: Elaboración propia

Se calcula el total de recursos utilizados como útiles de escritorio, computadoras, servicios de telefonía, servicios de internet y la depreciación de los estantes al año, como muestra la tabla 50:

Tabla 50

Costos de otros recursos

Horas laborales / Año	2019
Útiles de Escritorio	S/400,00
Computadoras	S/2.460,00
Servicios de telefonía	S/1.500,00
Depreciaciones estantes	S/4.000,00
Servicios de internet	S/600,00
Total costo de otros recursos	S/8.960,00

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener el costo total de recursos, se realiza el cálculo de almacenamiento anual, considerando los costos de personal, de otros recursos, alquiler del local anual y servicio de vigilancia, como muestra la tabla 51:

Tabla 51

Costos de almacenamiento anual

Descripción	2019
Costo de Personal	S/22.416,00
Costo de otros recursos	S/8.960,00
Costo de alquiler anual	S/48.000,00
Servicio de Vigilancia	S/15.000,00
Costo de almacenamiento anual	S/94.376,00

Fuente: Elaboración propia

Con el costo de almacenamiento anual se puede calcular el costo m³ considerando el sótano de almacenamiento de insumos con 210 m³, este es para almacenamiento de insumos considerados en el pronóstico, como se aprecia en la tabla 52:

Tabla 52

Tasa de costo de almacenamiento por m³

Costo total anual de almacenamiento	S/94.376,00
Área de almacén m ³ (87,7 m ² x 2,4m)	210
Costo de m³	S/448,38

Fuente: Elaboración propia

Con el costo total de almacenamiento al año y el total de existencias en almacén el año 2019 se puede calcular el % costo de almacenamiento por existencia, como se puede observar en la tabla 53:

Tabla 53

Costo de almacenamiento por existencia

Descripción	Monto
Costo total de almacenamiento al año	S/94.376,00
Total de existencias en el almacén al año	166.000,00
%	56,85%
% Tasa de costo de almacenamiento por existencia	S/ 0,569

Fuente: Elaboración propia

Para saber lo que cuesta almacenar un producto se ha determinado la tasa de costos de existencias en el almacén del año 2019, que es igual al 56,7% y que representa en unidades monetarias 0.569 soles

4.4.5.3. Costo de ordenar

Se calcula el tiempo dedicado al día para la actividad de pedido, como se puede observar en la tabla 54:

Tabla 54

Tiempo dedicado al día para la actividad de pedido

Actividad	Asistente de Almacén	Asistente de Producción	Comprador
Verifica existencias del stock en el sistema		10	
Generación de Solicitud de pedido		15	
Enviar correo con solicitud de pedido		2	
Solicitar cotización a proveedor			15
Esperar cotización de proveedor			100
Evalúa cotizaciones de proveedores (mínimo 3)			15
Selección de proveedor			1
Generar orden de compra de los artículos			40
Enviar orden de compra			5
Enviar correo de colocación de orden de compra de pedido			4
Atención de proveedor de orden de compra	5		
Confirmación de atención de orden de compra	10		
Conformidad a atención de orden de compra			2
Devuelve pedido para su modificación	5		
Atención de proveedor de orden de compra nuevamente	10		
Confirmación de atención de orden de compra	10		
Conformidad a atención de orden de compra			2
Minutos dedicados / día	40	27	184

Fuente: Elaboración propia

Se considera la cantidad de personas que trabajan en cada área respectiva, como muestra la tabla 55:

Tabla 55

Cantidad de personas involucradas en las actividades de pedido

Año/ Puesto	Asistente de Almacén	Asistente de Producción	Comprador
2019	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Se calcula el costo de personal considerando:

Horas laborales por día = 10 horas

Días de trabajo a la semana = 5 días

1 año = 52 semanas

Horas al año = 52 x 10 = 520 horas

Se calcula el total de costos de personal, como se aprecia en la tabla 56:

Tabla 56

Costos de personal

Actividad	Asistente de Almacén	Asistente de Producción	Comprador
Sueldo (mes)	2100	2100	3200
Sueldo (Año)	25200	25200	38400
Tiempo (hrs / año)	173	117	797
% Tiempo dedicado	6,67%	4,50%	30,67%
Total costo de personal	S/14.590,00		

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el cálculo del total de recursos utilizados como útiles de escritorio, computadoras, servicios de telefonía y servicios de internet al año, como se muestra en la tabla 57:

Tabla 57

Costos de otros recursos

Horas laborales / año	2019
Útiles de Escritorio	S/400,00
Computadoras	S/2.460,00
Servicios de telefonía	S/1.500,00
Servicios de internet	S/600,00
Total costo de otros recursos	S/4.960,00

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener el costo total de recursos y el costo de personal, se calcula el costo de pedido anual, como se muestra en la tabla 58:

Tabla 58

Costos de pedido anual

Año	2019
Personal	14590
Otros recursos	S/ 4,960.00
Costo de pedido	S/ 19,550.00

Fuente: Elaboración propia

Después se realiza el cálculo del costo unitario de pedido, con el costo total de pedido y la cantidad de pedidos anuales, se calcula el costo unitario de pedir como se puede observar en la tabla 59:

Tabla 59

Costo unitario de pedir

Descripción	Monto
Cantidad de pedidos	800
Costo de pedido anual	S/ 19,550
Costo por pedido	S/ 24,44

Fuente: Elaboración propia

Ahora se realiza el cálculo del EOQ, costo total, cantidad pedidos (N) y punto de reorden considerando el tiempo de demora de entrega del pedido por parte del proveedor, como se puede observar en la tabla 60:

Tabla 60

Resultados EOQ de insumos Clase A

Descripción	Demanda por mes	EOQ	Costo Total	N	Tiempo de demora mes	Punto de Reorden
PARBOND 905 POLYURETHANE ADHESIVE	11	1,644	S/ 4.177,07	6,69	0,333333	4
AFLOJATODO PENETRATIL.LOC.512.21X12OZ	13	2,825	S/ 2.044,88	4,60	0,233333	3
LIJA DE FIERRO GRANO 40	13	2,932	S/ 1.906,70	4,43	0,166667	2
CINTA DUCTO TAPE SHURT TAPE	10	2,572	S/ 1.490,06	3,89	0,166667	2
VENDA NYLON STD. 90MM	3	0,914	S/ 1.086,09	3,28	0,333333	1
PINTURA EPOXICO RAL6029 (1P+1C)	3	0,977	S/ 960,02	3,07	0,133333	0

Fuente: Elaboración propia

Con esta tabla se puede saber la cantidad que se debe de pedir, el costo total del pedido, la cantidad de pedidos a realizar en el año y la cantidad en la cual se tiene que reordenar el insumo, reduciendo costos de pedido, de inventario y costo de compra del insumo.

Se puede observar el total de inversión de la propuesta en la tabla 61:

Tabla 61

Costos de inversión para la planificación de insumos de producción

Mejora en la planificación de insumos	Soles	
Levantamiento de información	S/	84,00
Elaboración del pronóstico	S/	52,50
Cálculo de costos y EOQ	S/	105,00
Inversión total	S/	241,50

Fuente: Elaboración propia

4.4.6. Optimizar el proceso de limpieza de granalla

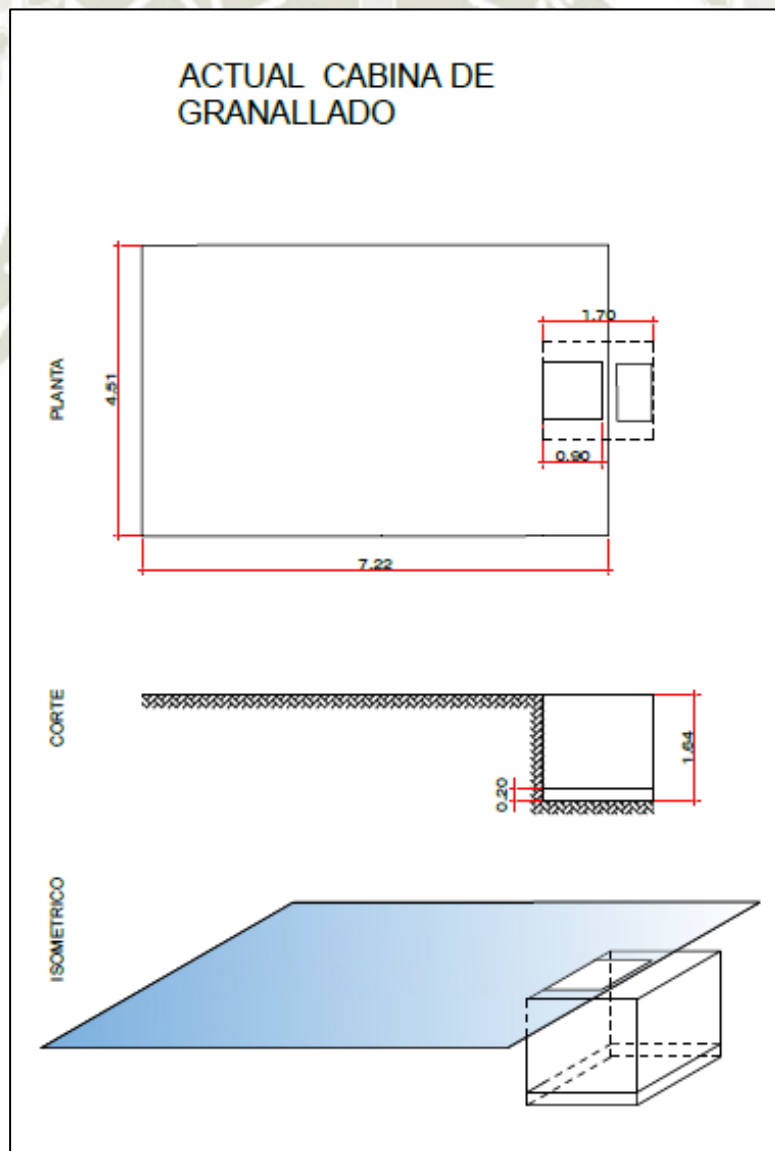
En promedio por una hora de granallado se tiene que detener la máquina de granallado 30 min. Esto es debido a que la granalla debe de ser desplazada hasta la rejilla dentro de la

cabina de granallado, de la rejilla cae directamente a un pozo para regresar otra vez al depósito de granalla y puede seguir a granallando. Es el proceso de recuperación de granalla, para minimizar costos en compra de granalla.

El problema es que esta rejilla al ser pequeña, y estar ubicada a un extremo de la cabina de granallado dificulta que la granalla regrese al pozo. A continuación, se puede ver en la figura 40 la cabina de granallado, la rejilla y el pozo actual:

Figura 40

Actual cabina de granallado



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el precio de la hora hombre del operario en la tabla 62:

Tabla 62

Cálculo del precio HH de Operario

Descripción	Monto
Sueldo Operario Mensual	S/ 1,100.00
Total HH al Mes	208 HH
Costo HH en soles	S/ 5.29

Fuente: Elaboración propia

Teniendo el total el costo por hora hombre de operarios, se realizó el cálculo total de horas hombre del año 2019 en soles, como se muestra en la tabla 63:

Tabla 63

Total anual por limpieza en soles para el proceso de granallado (Año 2019)

Descripción	Monto
Área Total de Limpieza	31.75 M2
Total HM Reales	545.83 HM
Total HH Limpieza	272.91 HH
Total Anual Por Limpieza	S/ 1,443.29

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se tiene el total de HM Reales del año 2019, de las cuales se calculó las HH de limpieza teniendo en cuenta que son 30 min HH de limpieza por cada hora máquina de uso de la granalla, lo que nos da el total de 272.91 HH de limpieza anuales. Siendo 1 443.29 soles en HH anual que se invirtió en limpieza en un área total de 31.75 m2 (no se considera el área de la rejilla).

Para poder evitar este tiempo perdido existe un proceso de un sistema de recuperación de granalla, donde todo el piso es una rejilla y estas son móviles para poder regresar la granalla al pozo y esta vuelva más rápido y pueda seguir granallando sin tener que realizar una parada. El problema con esta solución es que es demasiado costosa, además de que el sistema debe de importarse se debe traer personal capacitado para poder implementarlo.

En vista de que esta solución es poco viable se realizó la propuesta de poder reducir el área a recoger la granalla para regresarla al pozo. La propuesta, como se muestra en la figura 41, consiste en la elaboración de una zanja en el piso, con caída al pozo de recuperación de granalla. La zanja tendrá 30 grados de inclinación y dando un acabo a la superficie liso para que la granalla resbale fácilmente hacia el pozo.

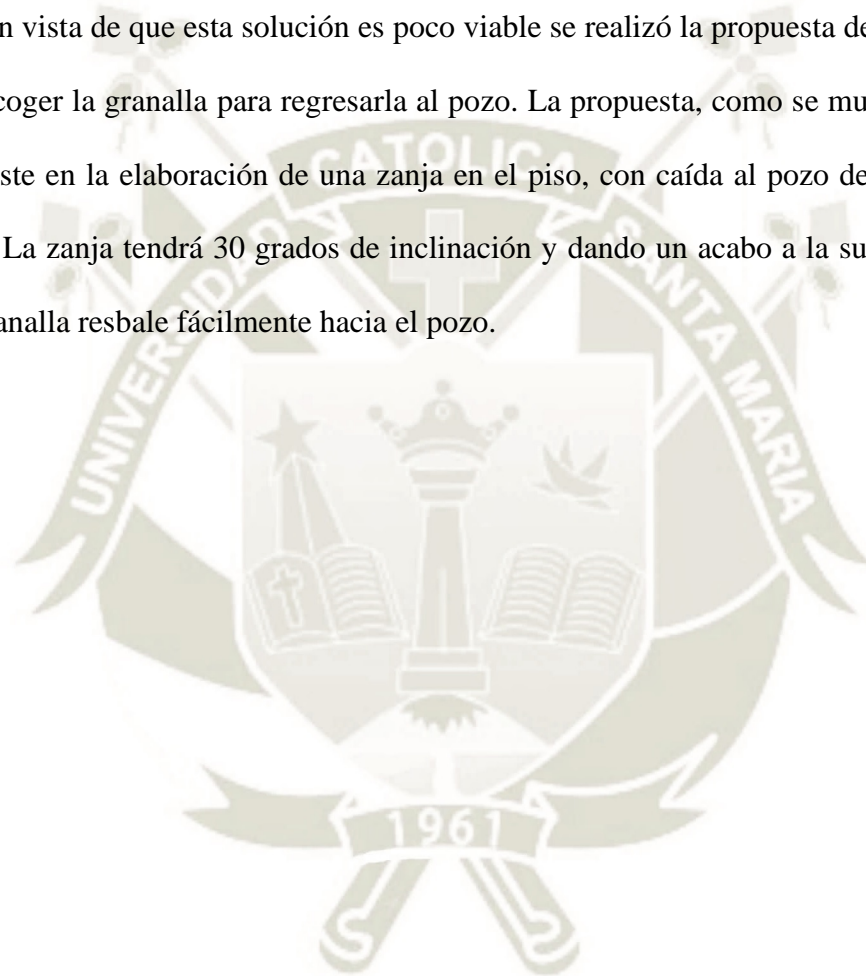
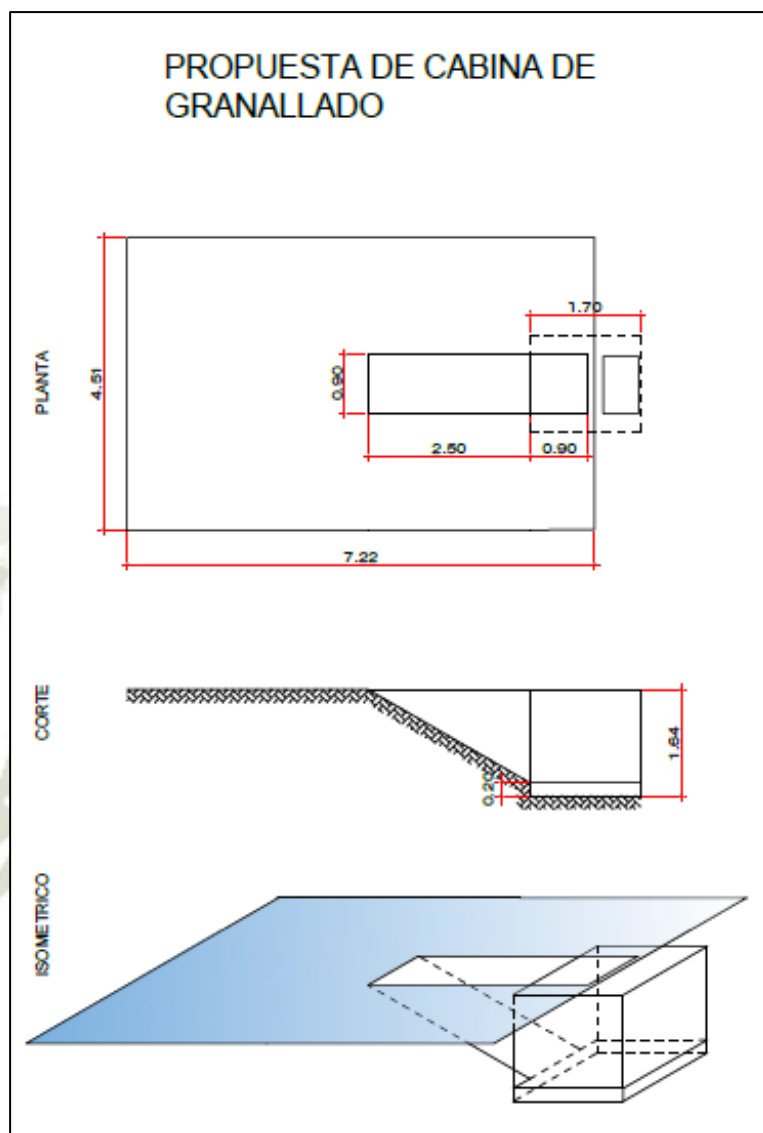


Figura 41

Cabina de granallado propuesta



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el total de inversión de la propuesta en la tabla 64:

Tabla 64

Total inversión propuesta de optimización de limpieza en granalla

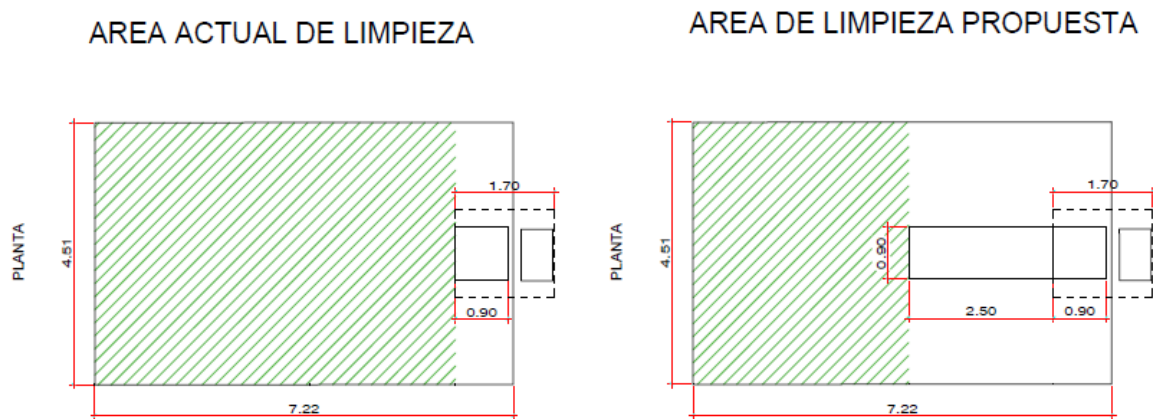
Optimización de limpieza en granalla	Monto	
Abrir pozo de granalla	S/	500,00
Zanja con acabos	S/	1 500,00
Rejilla	S/	250,00
Malla	S/	300,00
Inversión Total	S/	3 550,00

Fuente: Elaboración propia

La inversión total a considerar es abrir el pozo de recuperación de granalla actual debajo de la cabina de granallado, la zanja para que esta facilite la caída de la granalla por gravedad y la nueva malla y rejilla para la zanja realiza.

Tomando en cuenta que la pieza estará al medio de la granalla y que durante el proceso de granallado caerá la granalla por la nueva rejilla, se decidió tomar como área total de limpieza desde la rejilla hacia el otro extremo de la cabina de granallado como se muestra en la figura 42:

Figura 42
Área total de limpieza



Fuente: Elaboración propia

Se puede ver una reducción en el área de limpieza comparando el proceso actual con el proceso propuesto como muestra la tabla 65:

Tabla 65
Área de limpieza total

Proceso	Área Total	Área de Rejilla	Área de Limpieza
Actual	32.56	4.51	28.05
Propuesto	32.56	15.79	16.78

Fuente: Elaboración propia

Considerando que el área total que abarcará la nueva rejilla será 15.79 m², no se acumularía la granalla en extremos debido a que durante el proceso de granallado al estar la pieza al centro caería directamente lo que reduce el tiempo y área de limpieza. El área total de limpieza después de la propuesta sería 16.78 m². Para poder calcular el tiempo total de limpieza se hizo en base al proceso actual, como se muestra en la tabla 66:

Tabla 66

Horas hombre de limpieza total

Proceso	Área de Limpieza	HH de Limpieza Total
Actual	28.05	0.5 HH
Propuesto	16.78	0.3 HH

Fuente: Elaboración propia

Después de aplicar una regla de tres se pudo hallar el total de HH de limpieza de la propuesta: 0.3 HH. Con este dato se procede a calcular el total anual de limpieza de la propuesta y se compara con el actual, como se puede observar en la tabla 67:

Tabla 67

Total anual por limpieza en soles actual vs propuesto

Año 2019	HH Granallado Actual	HH Granallado Propuesto	Mejora / Ahorro
HH Limpieza anuales	272.91 HH	163.22 HH	109.69 HH
Total soles HH de limpieza	S/ 1,443.29	S/ 863.19	S/ 580.10

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver que existe un ahorro de 580.10 soles anuales y un total de 109.69 HH de limpieza anuales con el sistema propuesto de granallado.



5. Análisis de la propuesta

5.1. Costo de la propuesta

Se calculó los costos por cada propuesta de solución realiza que está consolidada como se muestra la tabla 68:

Tabla 68

Costos de las propuestas

Propuesta 1	
Redistribución de planta	Soles
Demolición de oficinas	S/ 5.320,00
Renta de Montacarga 15 TON	S/ 1.530,00
Construcción de Rampa	S/ 4.000,00
Pozo nuevo de granalla	S/ 1.500,00
Inversión total	S/ 12 350,00
Propuesta 2	
Evaluación de proveedores	Soles
Visita a proveedores	S/ 252,00
Calificación de proveedores	S/ 336,00
Evaluación de proveedores críticos	S/ 168,00
Inversión total	S/ 756,00
Propuesta 3	
Elaboración de instructivo por producto	Soles
Elaboración del instructivo	S/ 315,00
Impresión y laminado de manual	S/ 48,00
Capacitación en planta	S/ 132,50
Inversión Total	S/ 495,50
Propuesta 4	
Implementación de HPR	Soles
Elaboración de HPR	S/ 420,00
Material de capacitación	S/ 12,50
Capacitación en planta	S/ 132,50
Inversión total	S/ 565,00
Propuesta 5	
Mejora en la planificación de insumos	Soles
Levantamiento de información	S/ 84,00
Elaboración del pronóstico	S/ 52,50
Calculo de costos y EOQ	S/ 105,00
Inversión total	S/ 241,50
Propuesta 6	
Optimización de limpieza en granalla	Soles
Abrir pozo de granalla	S/ 500,00
Zanja con acabos	S/ 1.500,00
Rejilla	S/ 250,00
Malla	S/ 300,00
Inversión total	S/ 3 550,00

Fuente: Elaboración propia

5.2. Beneficio de la propuesta

A continuación, en la tabla 69 se muestra un comparativo de los flujos mensuales de ingresos y egresos de la empresa, en la primera tabla muestra el flujo actual de la empresa con una mala distribución de planta, demora de entrega por parte de proveedores de la materia prima, la falta de un instructivo de revestimiento por producto, falta de control de horas por orden de producción, falta de insumos de producción y parada en la máquina de granallado por limpieza.

Tabla 69

Flujo de caja actual

Año 2019	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ingresos	S/ -	S/ 86.633,51	S/ 77.328,22	S/ 115.022,90	S/ 222.394,57	S/ 263.986,12	S/ 163.255,69	S/ 319.047,30	S/ 150.324,90	S/ 306.868,32	S/ 495.987,99	S/ 110.696,30	S/ 212.502,85
Costos fijos	S/ -	S/ 64.975,14	S/ 57.996,16	S/ 86.267,17	S/ 166.795,93	S/ 197.989,59	S/ 122.441,76	S/ 239.285,48	S/ 112.743,68	S/ 230.151,24	S/ 371.990,99	S/ 83.022,23	S/ 159.377,14
Costos Variables	S/ -	S/ 8.663,35	S/ 7.732,82	S/ 11.502,29	S/ 22.239,46	S/ 26.398,61	S/ 16.325,57	S/ 31.904,73	S/ 15.032,49	S/ 30.686,83	S/ 49.598,80	S/ 11.069,63	S/ 21.250,29
Utilidad antes de impuestos	S/ -	S/ 12.995,03	S/ 11.599,23	S/ 17.253,43	S/ 33.359,19	S/ 39.597,92	S/ 24.488,35	S/ 47.857,10	S/ 22.548,74	S/ 46.030,25	S/ 74.398,20	S/ 16.604,45	S/ 31.875,43
IGV (18%)	S/ -	S/ 2.339,10	S/ 2.087,86	S/ 3.105,62	S/ 6.004,65	S/ 7.127,63	S/ 4.407,90	S/ 8.614,28	S/ 4.058,77	S/ 8.285,44	S/ 13.391,68	S/ 2.988,80	S/ 5.737,58
Utilidad después de impuestos	S/ -	S/ 10.655,92	S/ 9.511,37	S/ 14.147,82	S/ 27.354,53	S/ 32.470,29	S/ 20.080,45	S/ 39.242,82	S/ 18.489,96	S/ 37.744,80	S/ 61.006,52	S/ 13.615,64	S/ 26.137,85

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 70 muestra el flujo propuesto considerando las inversiones de implementación de la propuesta de mejora, una redistribución de planta, una evaluación de proveedores, elaboración de un instructivo por producto, implementación de un control de horas por orden de producción, mejora de planificación de insumos y optimización de limpieza en granalla.

Tabla 70

Flujo de caja para las propuestas

Año 2019	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ingresos	S/ -	S/ 86.633,51	S/ 77.328,22	S/ 115.022,90	S/ 222.394,57	S/ 263.986,12	S/ 163.255,69	S/ 319.047,30	S/ 150.324,90	S/ 306.868,32	S/ 495.987,99	S/ 110.696,30	S/ 212.502,85
Costos fijos	S/ -	S/ 64.975,14	S/ 57.996,16	S/ 86.267,17	S/ 166.795,93	S/ 197.989,59	S/ 122.441,76	S/ 239.285,48	S/ 112.743,68	S/ 230.151,24	S/ 371.990,99	S/ 83.022,23	S/ 159.377,14
Costos Variables	S/ -	S/ 8.663,35	S/ 7.732,82	S/ 11.502,29	S/ 22.239,46	S/ 26.398,61	S/ 16.325,57	S/ 31.904,73	S/ 15.032,49	S/ 30.686,83	S/ 49.598,80	S/ 11.069,63	S/ 21.250,29
Utilidad antes de impuestos	S/ -	S/ 12.995,03	S/ 11.599,23	S/ 17.253,43	S/ 33.359,19	S/ 39.597,92	S/ 24.488,35	S/ 47.857,10	S/ 22.548,74	S/ 46.030,25	S/ 74.398,20	S/ 16.604,45	S/ 31.875,43
IGV (18%)	S/ -	S/ 2.339,10	S/ 2.087,86	S/ 3.105,62	S/ 6.004,65	S/ 7.127,63	S/ 4.407,90	S/ 8.614,28	S/ 4.058,77	S/ 8.285,44	S/ 13.391,68	S/ 2.988,80	S/ 5.737,58
Utilidad después de impuestos	S/ -	S/ 10.655,92	S/ 9.511,37	S/ 14.147,82	S/ 27.354,53	S/ 32.470,29	S/ 20.080,45	S/ 39.242,82	S/ 18.489,96	S/ 37.744,80	S/ 61.006,52	S/ 13.615,64	S/ 26.137,85
P1 Redistribución de planta	-S/ 12.350,00												
P2 Evaluación de proveedores	-S/ 756,00												
P3 Elaboración de instructivo por producto	-S/ 495,50												
P4 Implementación de HPR	-S/ 565,00												
P5 Mejora en la planificación de insumos	-S/ 241,50												
P6 Optimización de limpieza en granalla	-S/ 3.550,00												
Flujo de caja	-S/ 17.958,00	S/ 10.655,92	S/ 9.511,37	S/ 14.147,82	S/ 27.354,53	S/ 32.470,29	S/ 20.080,45	S/ 39.242,82	S/ 18.489,96	S/ 37.744,80	S/ 61.006,52	S/ 13.615,64	S/ 26.137,85

Fuente: Elaboración propia

5.2.1. Estimación de indicadores económicos

5.2.1.1. Costo de Oportunidad de capital (COK)

El costo de oportunidad de capital empleado para poder evaluar el flujo con la propuesta, se tomó como referencia la tasa de interés promedio anual 2021 indicada en la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) del Perú, como se puede observar en la figura 43:

Figura 43

Tasas de interés

Tasa Anual (%)	Promedio
Corporativos	2,10
Descuentos	3,62
Préstamos hasta 30 días	2,03
Préstamos de 31 a 90 días	2,06
Préstamos de 91 a 180 días	1,70
Préstamos de 181 a 360 días	1,55
Préstamos a más de 360 días	2,40
Grandes Empresas	4,00
Descuentos	5,73
Préstamos hasta 30 días	3,80
Préstamos de 31 a 90 días	4,28
Préstamos de 91 a 180 días	3,37
Préstamos de 181 a 360 días	2,33
Préstamos a más de 360 días	3,93

Fuente: SBS del Perú

Considerando la empresa como grandes empresas la tasa de interés seleccionada fue de 4.28 % anual para considerar el escenario con la mayor tasa de interés. Teniendo la tasa de interés, se halla la tasa de interés nominal para poder luego dividirlo entre 12 (12 meses - 1 año).

Nuestro COK es 14,8734% el cual servirá como tasa de interés para calcular el VAN del flujo propuesto.

5.2.1.2. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor actual neto donde se traerá al presente los flujos de la propuesta para poder calcular cuánto se va a ganar o perder si se realiza la inversión. Si este es mayor que cero generará beneficios, si es igual a cero no generará beneficios ni pérdidas siendo indiferente realizar la propuesta y si es que es menor a cero significaría una pérdida por lo cual no convendría realizar la propuesta.

$$VAN = -D_0 + \frac{FC1}{(1+k)^1} + \frac{FC2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+k)^n}$$

$$VAN = -17\,958 + \frac{10\,655,92}{(1+0.1487)^1} + \frac{9\,511,37}{(1+0.1487)^2} + \frac{14\,147,82}{(1+0.1487)^3} + \frac{27\,354,53}{(1+0.1487)^4} + \frac{32\,470,29}{(1+0.1487)^5} \\ + \frac{20\,080,45}{(1+0.1487)^6} + \frac{39\,242,82}{(1+0.1487)^7} + \frac{18\,489,96}{(1+0.1487)^8} + \frac{37\,744,80}{(1+0.1487)^9} + \frac{61\,006,52}{(1+0.1487)^{10}} \\ + \frac{13\,615,64}{(1+0.1487)^{11}} + \frac{26\,137,85}{(1+0.1487)^{12}}$$

$$VAN = S/103\,500,62$$

5.2.1.3. Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La tasa de rendimiento, tasa de descuento en la cual el valor actual neto es cero, si esta es mayor al COK, es conveniente realizar la inversión de la propuesta.

$$TIR = \frac{FNC1}{(1+r)^1} + \frac{FNC2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FNCn}{(1+r)^n} - I_0$$

$$TIR = 78,13\%$$

5.2.1.4. Análisis costo - beneficio

En la siguiente relación se representa el rendimiento que tiene la inversión, siendo la razón de la suma total de flujos generados en mensualmente descontando la inversión realizada de las propuestas y la inversión realizada.

$$\text{Razón B/C} = \frac{\sum \text{Flujos generados por el proyecto}}{\text{Inversión}}$$

$$B/C = \frac{310\,457,99}{17\,958}$$

$$B/C = 17,29$$

5.2.1.5. Resumen de resultados

De acuerdo con el flujo de caja propuesto se realizó una evaluación financiera considerando los indicadores más relevantes, los resultados obtenidos son como se muestra en la tabla 71:

Tabla 71

Resumen de indicadores económicos

Indicador económico	Valor
COK	14,87%
VAN	S/ 103 500,62
TIR	78,13%
B/C	17,29

Fuente: Elaboración propia

Vemos que existe un VAN que es positivo, un TIR que es mayor a nuestro COK, además de tener un beneficio costo positivo. Indicando que la propuesta realizada generaría resultados positivos para la empresa.

5.2.2. Beneficios cualitativos esperados

Adicionalmente se realizó una lista de beneficios cualitativos por cada propuesta de mejora como muestra en la tabla 72:

Tabla 72

Beneficios cualitativos esperados

Propuesta de mejora	Beneficio
Redistribución de planta	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa tiene un notable ahorro de tiempo en traslados, además de dejar de ser un peligro para las personas que pueden transitar fuera de la planta y los operarios al salir y entrar constantemente en ella. - Tener todos los procesos en el orden lineal que siguen aumenta la productividad.
Evaluación de proveedores	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa cuenta con la correcta evaluación de sus proveedores tiene un cálculo de tiempos más reales, también sabe los tiempos de entrega y si puede cumplir con ellos; además de tener criterios que puedan emplear para estar constantemente realizando una evaluación o incluso emplearlos al momento de agregar un nuevo proveedor.
Elaboración de un instructivo por producto	<ul style="list-style-type: none"> - Este instructivo ayudará a que todos sigan un mismo método de revestimiento, disminuyendo errores por parte de los operarios y también sirviendo de guía para los operarios nuevos que no entienden o conocen como realizar un producto en específico.
Implementación de un control de horas por OP	<ul style="list-style-type: none"> - Producción podrá tener un control real de las horas hombre y horas máquina empleadas en cada orden de producción teniendo así un mejor control ya que se tendrá las horas proyectadas, las horas indicadas por el sistema y las reales. Facilitando la carga y entrega de la orden de producción al área de almacén disminuyendo retrasos en los tiempos de entrega.
Mejora en planificación de insumos en el programa semanal	<ul style="list-style-type: none"> - Existen insumos no identificados que son necesarios para el área, estos dejarán de ser comprados a último momento o incluso retrasar en días la entrega de un producto por falta de ellos. El pronóstico nos brindará toda la información necesaria para tener un mejor programa de insumos mensualmente y así tener una mejor planificación semanal de producción.
Optimizar el proceso de limpieza de granalla	<ul style="list-style-type: none"> - Con esto se busca disminuir el tiempo del proceso de granallado, será más rápido el proceso y se reducirá el tiempo de limpieza, disminuyendo las paradas de máquina por limpieza.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Primera. – Se propuso un modelo de gestión por proceso para mejorar la productividad de una planta de revestimiento en la ciudad de Arequipa el cual permitirá a la empresa aumentar su productividad, tiempo de entrega, reducción de traslados, disminuyendo el tiempo de paradas y teniendo un beneficio por el monto de S/. 17 288,00.

Segunda. – Se determinó la situación actual de los procesos de la empresa, un análisis de los procesos del área de producción mediante métodos de observación, entrevistas, diagrama Ishikawa, diagrama de Pareto entre otras herramientas de la ingeniería industrial para conocer la situación actual y realizar un análisis de las mejoras que se podrían realizar, como principales causas se encontró mala distribución de planta, demora por parte de proveedores en la entrega del alma metálica, falta de instructivo de revestimiento por producto, falta de control de horas por orden de producción, falta de insumos fuera de Kanban y parada de la máquina del proceso de granallado por limpieza.

Tercera. – Se propuso un modelo de gestión por procesos el cual permitirá resolver las principales causas encontradas en los procesos del área de producción, optimizando el tiempo con una mejor distribución, mejor control de proveedores y tiempos de entrega, disminución de errores gracias al instructivo por producto, mejor control de horas hombre y máquina por orden sincerando costos y poder oportunidades de mejora, tener los insumos que se necesitan a tiempo sin retrasar tiempos de entrega al cliente, disminución de tiempo de limpieza en el proceso de granallado optimizando recursos, mejoras que reducirán el tiempo de entrega y por lo tanto incrementar la satisfacción del cliente. La implementación del modelo tendrá una inversión total de S/. 17 958,00.

Cuarta. – Se analizó el flujo de caja actual y el flujo de caja propuesto en el cual se considera la inversión total de las propuestas realizadas, el valor actual neto (VAN) del flujo de caja

propuesto siendo S/. 103 500,62 soles, al ser mayor que cero la propuesta generará beneficios. La tasa de rendimiento (TIR) es 78.13% siendo mayor al costo de oportunidad del capital lo que muestra conveniente realizar la inversión. El análisis costo beneficio del modelo de gestión por proceso propuesto obteniendo 17,29 lo cual indica que los beneficios son mayores que el costo, por lo tanto, es conveniente realizar la inversión.



RECOMENDACIONES

Primera. – Se recomienda la implementación de las propuestas de soluciones realizadas debido a que permitirá mejorar el tiempo de entrega, incrementar la productividad y la reducción de traslados y tiempo de limpieza. Asimismo, viendo la propuesta desde un punto de vista económico es rentable para la empresa.

Segunda. – Se recomienda la implementación de los indicadores propuestos como una medida de control adicional para controlar la producción, la productividad del área, tener un control de la satisfacción del cliente para evaluar si las mejoras están manteniendo y también si se pueden encontrar nuevas mejoras a realizar.

Tercera. – Se recomienda realizar un constante seguimiento a los proveedores para poder disminuir las demoras por parte de ellos generando un retraso en la entrega al cliente final. Adicionalmente sirva la evaluación para nuevos proveedores.

Cuarta. – Se recomienda realizar una actualización anual de los nuevos insumos que puedan ir incrementando con el tiempo para poder tener la correcta planificación de compra y la producción no se retrase por falta de alguno de estos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonilla, E., Diaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2010). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas*. Fondo Editorial.
- Carrasco, J. B. (2009). *Gestión de procesos*. Editorial Evolución S.A.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). *Productividad y competitividad*.
- Carvajal Zambrano, G. V., Valls Figueroa, W., Lemoine Quintero, F. Á., & Alcívar Calderón, V. E. (2017). *Gestión por proceso. Un principio de la gestión de calidad*. Editorial Mar Abierto.
- Diaz Paraquive, F. N. (2008). Gestión de procesos de Negocio BPM (Business Process Management), TICs y crecimiento empresarial. ¿Qué es BPM y cómo se articula con el crecimiento empresarial? *Revista Universidad y Empresa*, 151-176. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187214457007>
- Fernández Fernández, M. A. (2003). *El control, fundamento de la gestión por procesos*. ESIC Editorial.
- Galvis-Lista, E. A., & González-Zabata, M. P. (2014). Herramientas para la gestión de procesos de negocio y su relación con el ciclo de vida de los procesos de negocio: Una revisión de literatura. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 37-55. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/911/91132760003.pdf>
- Garrimella, K., Lees, M., & Williams, B. (s.f.). *BPM (Gerencia de procesos de negocio)*. Gestión. (12 de 11 de 2020). Acciones mineras continúan liderando la recuperación en la Bolsa de Valores de Lima. *Gestión*, pág. 1. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/acciones-mineras-continuan-liderando-la-recuperacion-en-la-bolsa-de-valores-de-lima-noticia/?ref=gesr>

Gestión. (10 de 11 de 2020). Exportaciones peruanas a setiembre fueron impulsadas por minería y agro, afirma la CCL. *Gestión*, pág. 1. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/exportaciones-peruanas-a-setiembre-fueron-impulsadas-por-mineria-y-agro-afirma-la-ccl-nndc-noticia/?ref=gesr>

Gestión. (15 de 12 de 2020). Siete proyectos mineros que demandan inversión de US\$ 3,577 millones iniciarán su construcción en 2021. *Gestión*, pág. 1. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/siete-proyectos-mineros-que-demandan-inversion-de-us-3577-millones-iniciaran-su-construccion-en-2021-nndc-noticia/>

Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad y productividad total*. Mc Graw Hill Educación.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mexico: McGraw - Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Hitpass, B. (2017). *Business Process Management (BPM) Fundamentos y conceptos de implementación*.

Jácome Lara, I., & Carvache Franco, O. (2017). Análisis del costo - Beneficio una herramienta de gestión. *Revista Académica Contribuciones a la economía*.

Jenkins, G. P., & Harberger, A. C. (2000). *Manual. Análisis de costo-beneficio de las decisiones de inversión*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/911/91132760003.pdf>

Mallar, M. Á. (2010). La gestión por procesos: Un enfoque de gestión eficiente. *Revista científica Visión de futuro*.

Martínez Martínez, A., & Cegarra Navarro, J. G. (2014). *Gestión por proceso de negocio: Organización horizontal*. Ecobook.

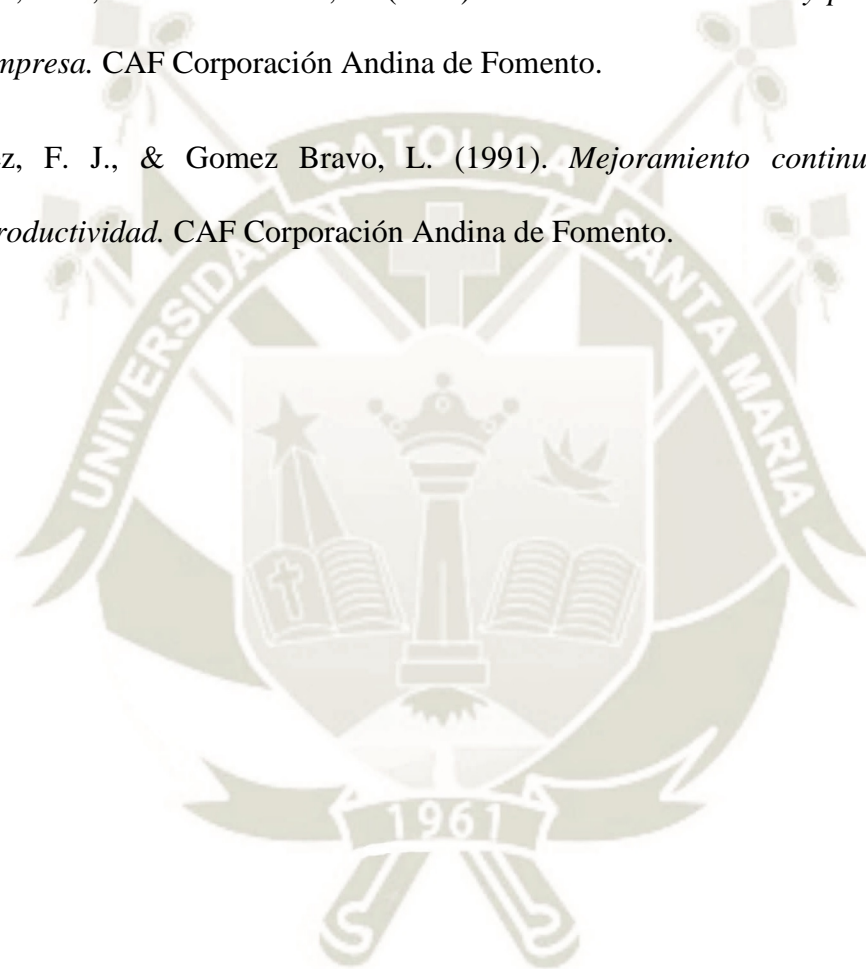
Pagés, C. (2009). *La era de la productividad. Como transformar las economías desde sus cimientos*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2012). *Gestión por procesos*. ESIC Editorial.

Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad. Manuel práctico*.

Rodríguez, F. J., & Gomez Bravo, L. (1991). *Indicadores de calidad y productividad de la empresa*. CAF Corporación Andina de Fomento.

Rodríguez, F. J., & Gomez Bravo, L. (1991). *Mejoramiento continuo de calidad y productividad*. CAF Corporación Andina de Fomento.



ANEXOS

ANEXO 1: Resultados del análisis de pronóstico

