



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA
LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A.
UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**

Edwin Guillermo Elel Xoyón

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA
LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A.
UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDWIN GUILLERMO EDEL XOYÓN

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Bladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz Gonzales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Inga. Laura Geraldina García Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA
LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A.
UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2021.

Edwin Guillermo Elel Xoyón

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 16 de noviembre de 2022.
REF.EPS.DOC.370.11.2022.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Edwin Guillermo Elel Xoyón, Registro Académico No. 200714996** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A. UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Sigrid A. Calderón de León
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 8083

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SACdL/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 16 de noviembre de 2022.
REF.EPS.D.381.11.2021

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A. UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Edwin Guillermo Elel Xoyón** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH /ra

REF.REV.EMI.066.022

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A. UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Guillermo Elel Xoyón**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272
Periodo: septiembre a noviembre año 2022

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2022.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.053.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A. UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, presentado por: **Edwin Guillermo Elel Xoyón**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

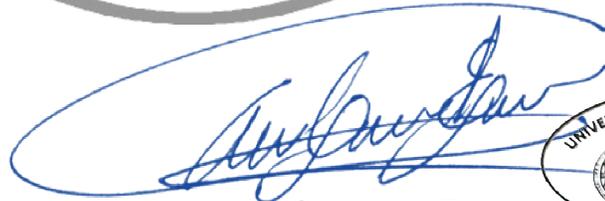
Guatemala, marzo de 2023.

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.277.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A. UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, presentado por: **Edwin Guillermo Elel Xoyón**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, marzo de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme vida, brindarme entendimiento y sabiduría para alcanzar esta meta.
Mi esposa	Por su apoyo incondicional, su comprensión y su amor.
Mi hija	Sofía Elel, que partió tan pronto y vive en nuestros corazones.
Mis hijas e hijo	Cinthia, Luna y Guillermo Elel, cuya existencia me anima a alcanzar nuevas metas y superar los retos de cada día.
Mi madre	Que desde el momento que vine a este mundo me acompaña, me apoya y me ama de manera incondicional y me ha impulsado para alcanzar mis metas.
Mis hermanos y hermanas	Con mucho amor para cada uno.
Mis sobrinos	A quienes he visto crecer y con quienes he compartido maravillosos momentos.
Mis amigos	Con mucho cariño y respeto.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme sus puertas a un mundo de conocimiento.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios para formarme como un profesional en la rama de la ingeniería.
Mi asesora	Por su paciencia, apoyo y guía a lo largo de este proceso.
Ing. Glender Valenzuela	Por creer en mí, animarme e impulsarme para adentrarme en el mundo de la ingeniería.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. GENERALIDADES DE GRUPO MACIZO S.A.....	1
1.1. Descripción general de la empresa.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión.....	2
1.4. Valores	2
1.5. Pilares	2
1.6. Estructura organizacional	3
1.7. La política de inventarios	4
1.7.1. Situación actual de la política de inventarios en GRUPO MACIZO S.A.	4
1.7.2. Procedimiento de abastecimiento de repuestos	5
1.7.3. Frecuencia de abastecimiento	6
1.7.4. Control de niveles de inventarios	7
1.7.5. Registro de entradas y salidas de bodega	7

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A. UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO	9
2.1.	Diagnóstico de la situación actual	9
2.1.1.	Identificación de procesos en el actual sistema de gestión de repuestos	9
2.1.2.	Identificación de procedimientos en el actual sistema de gestión de repuestos	14
2.1.2.1.	Procedimiento general de compras.....	15
2.1.3.	Definir las áreas o departamentos que se involucran en el actual sistema de gestión de repuestos.....	24
2.1.4.	Cuantificación del costo de bodega y el costo de oportunidad promedio mensual por carencia de repuestos.....	25
2.1.5.	Análisis Causa-Efecto	29
2.2.	Desarrollo de un sistema de gestión de inventario de repuestos	32
2.2.1.	Desarrollo de procedimientos para el sistema de gestión de inventario de repuestos	32
2.2.1.1.	Procedimiento para la presentación de información documentada.....	33
2.2.1.2.	Procedimiento de solicitud de repuesto.....	36
2.2.1.3.	Procedimiento de baja de repuesto	40
2.2.1.4.	Procedimiento de solicitud de compra	42

2.2.1.5.	Procedimiento de registro de información	44
2.2.2.	Desarrollar una metodología para la clasificación de repuestos en familias de acuerdo con su criticidad con base en el nivel de rotación y tiempo de paro que puede ocasionar la falta del repuesto	46
2.2.2.1.	Repuestos con mayor rotación	47
2.2.2.2.	Jerarquización de las fallas	48
2.2.2.3.	Familias de repuestos	48
2.2.2.4.	Estimación de <i>stocks</i> mínimos y máximos.....	50
2.2.3.	Determinación del costo de bodega	55
2.2.3.1.	Nivel de producción.....	55
2.2.3.2.	Cuantificación de la proporción de la bodega actual con base al nivel de producción	56
2.2.3.3.	Cuantificación de la bodega tomando como referencia los niveles de inventario estimados y la proporción que representa con base al nivel de producción	57
2.2.4.	Cuantificación de capacidad instalada en bodega...	59
2.2.4.1.	Desarrollo de procesos para el sistema de gestión de inventario de repuestos	60
2.2.4.1.1.	Proceso para abastecimiento de bodega.....	60

	2.2.4.1.2.	Proceso de compra.....	61
	2.2.4.1.3.	Procedimiento para actualización de procesos	62
	2.2.4.1.4.	Procedimiento para actualización de niveles de inventario	64
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE UN PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELECTRICA EMPLEANDO PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA EN LA PLANTA DE VIBRO COMPACTADOS (PVX) UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A.....	67
3.1.		Cuantificación del consumo de energía eléctrica en iluminación	67
3.2.		Análisis energético	68
	3.2.1.	Tabla de consumo de energía eléctrica por tipo de luminaria utilizada.....	68
	3.2.2.	Tabla de consumo <i>versus</i> capacidad luminosa de las lámparas	68
	3.2.3.	Lámparas utilizadas.....	69
	3.2.4.	Tabla comparativa de consumo de los diferentes tipos de lámparas	69
	3.2.5.	Gráfica de consumo energético por mes por luminaria.....	70
3.3.		Plan.....	71
	3.3.1.	Plan de acción para la reducción del consumo energético en luminarias.....	71

3.3.1.1.	Identificación de elementos de automatización que optimicen el uso de las luminarias	71
3.3.1.2.	Luminarias de bajo consumo y alta capacidad lumínica	72
3.3.1.3.	Costos de la propuesta	72
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	75
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	75
4.2.	Plan de capacitación.....	78
4.3.	Resultados de la capacitación	79
4.4.	Costos de la propuesta	80
	CONCLUSIONES	81
	RECOMENDACIONES.....	83
	BIBLIOGRAFÍA.....	85
	APÉNDICES	89
	ANEXOS	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura departamental GRUPO MACIZO	4
2.	Registro de paros y recambios de repuestos en planta	28
3.	Diagrama Ishikawa.....	30
4.	Esquema del espacio físico de bodega.....	59
5.	Flujograma abastecimiento de bodega.....	61
6.	Flujograma del proceso de compras	62
7.	Lineamientos para creación de documentos	63
8.	Comparativa de consumo de distintos tipos de lámparas.....	70
9.	Consumo energético por tipo de luminaria	70
10.	Resultados de la encuesta	76

TABLAS

I.	Envío, recepción y rebaja de repuestos e insumos en plantas de producción	11
II.	Procedimiento general de compras	15
III.	Procesos involucrados en la gestión de bodega	24
IV.	Inventario de bodega PVX	26
V.	Estimación monetaria del costo de oportunidad mensual.....	29
VI.	Impacto y posibles correcciones	31
VII.	Procedimiento de elaboración y control de la información documentada	33
VIII.	Procedimiento gestión de materiales.....	37

IX.	Procedimiento rebajas de materiales	41
X.	Procedimiento solicitud de compra	43
XI.	Procedimiento actualización de <i>stock</i>	45
XII.	Jerarquización de falla en equipos.....	48
XIII.	Matriz para análisis de criticidad de repuestos.....	49
XIV.	Registro de movimientos de inventario	52
XV.	Criterios para definir la cantidad a solicitar	54
XVI.	Capacidad productiva de las líneas de producción según el fabricante.....	56
XVII.	Cuantificación monetaria de los repuestos sujetos a control de inventarios	58
XVIII.	Procedimiento actualización de <i>stock</i>	65
XIX.	Gasto mensual estimado por iluminación de patios	67
XX.	Comparativa de consumo de distintos tipos de luminarias.....	68
XXI.	Propuesta 1 instalación de mecanismos de automatización y migración a lámparas Led.....	72
XXII.	Propuesta 2 instalación de mecanismos de automatización sin reemplazo de luminarias.....	73
XXIII.	Costo de elementos de automatización y luminarias led.....	73
XXIV.	Análisis de las propuestas para el ahorro energético.....	73
XXV.	Plan de capacitación.....	79
XXVI.	Costos asociados a capacitaciones	80

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
kW/h	Kilowatt hora
%	Porcentaje
Q	Quetzales
W	<i>Watt</i>

GLOSARIO

Diagrama	Expresión gráfica de lo descrito en el documento.
Flujograma	Herramienta utilizada para representar la secuencia de las actividades en un proceso.
Gestión	Acción o trámite que, junto con otros, se lleva a cabo para conseguir o resolver una cosa.
Inventario	Es el registro de los bienes que pertenecen a una persona natural o jurídica.
Luminaria	Aparato que reparte o transforma la luz emitida por una o varias lámparas, y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de las lámparas.
Materiales	Son todos aquellos insumos, repuestos y herramientas, necesarias para el funcionamiento de las actividades.
Orden de venta	Solicitud preliminar de los materiales para cargar al costo de la planta de destino.
Procedimiento	Es un conjunto de pasos claros y objetivos que deben seguirse para completar la tarea.

Proceso	conjunto de actividades relacionadas entre sí que se llevan a cabo para generar un resultado o producto.
Sistema	conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad.
Stock	conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.

RESUMEN

La empresa GRUPO MACIZO S.A es una empresa guatemalteca, nacida en el departamento de Chimaltenango; inicialmente no tenía ese nombre sin embargo siempre se enfocada en la fabricación y comercialización de productos para la construcción, actualmente cuenta con plantas productivas en cinco departamentos dedicadas a la producción de agregados y productos prefabricados de concreto.

Cuenta con tres unidades de negocio principales siendo estos: MACIZO S.A que se dedica a la producción de productos prefabricados de concreto, Agregados Santa Inés que se dedica a la fabricación de agregados para hormigón y asfalto, Transflesa que se encarga de prestar servicios de carga y transporte.

El proyecto se desarrolla para la bodega de la planta de Vibrocompactados ubicada en el departamento de Quetzaltenango dedicada a la fabricación de productos de prefabricados de concreto que por su posición geográfica cuenta con una ubicación comercial estratégica.

En la elaboración del diagnóstico se encuentra que no se cuenta con un departamento de almacenes y suministros, en el manejo y control de la bodega se involucran distintos departamentos de la empresa como: producción, siendo el jefe de planta el jefe directo del bodeguero; mantenimiento quien apoya con la gestión de suministros, así como definición y control de algunos *stocks* de carácter crítico.

La bodega central se encarga de abastecer a cada una de las bodegas periféricas, cuenta con un encargado de bodega y dos auxiliares que se subordinan a jefatura de compras.

Los requerimientos de *stock* los realiza directamente cada departamento con base en sus necesidades inmediatas para ello se cuenta con una política de compras que establece niveles de compra y autorización de estas de acuerdo con el valor monetario.

No se cuenta con niveles de *stock* por lo que son recurrentes los desabastecimientos en bodega central que repercute en la falta de capacidad para abastecer las bodegas periféricas.

Se carece de procedimientos para actividades cotidianas de gran impacto como las entradas y salidas de bodega, registro de consumos levantamiento de inventario físico.

La creación de un sistema de gestión de bodega de repuestos que contenga los procesos, procedimientos básicos, y los niveles de *stock* establecidos para los materiales de mayor criticidad y rotación permite contar con los recursos en el momento oportuno minimizando los tiempos de paro y el costo de oportunidad debido a la producción que no se concreta por los paros extendidos.

Se elabora un plan de ahorro energético que consiste en la automatización de las luminarias de los patios de tal forma que se encienda cuando la condición de iluminación lo amerite y se apaguen cuando no sean necesarias, esto es de beneficio para el ambiente y la organización debido a la optimización la vida útil de las luminarias, un ahorro energético que representa un ahorro monetario y reducción de la contaminación por el consumo innecesario de energía eléctrica.

Se elabora un plan de capacitación al personal de bodega que aporta las competencias básicas para el manejo de procesos y procedimientos básicos en la gestión de materiales.

OBJETIVOS

General

Establecer para GRUPO MACIZO S.A. un sistema de gestión de inventarios de repuestos para la bodega (PVX) ubicada en el departamento de Quetzaltenango, que permita tener un manejo eficiente de los repuestos.

Específicos

1. Realizar los procesos necesarios para el sistema de gestión de inventario de repuestos en base a las necesidades de la empresa.
2. Desarrollar los procedimientos necesarios para el sistema de gestión de inventario de repuestos en base a las necesidades de la empresa.
3. Crear un método para la evaluación de la criticidad de repuestos con base en el costo, nivel de rotación y tiempo de paro de producción que puede ocasionar.
4. Elaborar un manual para el manejo de bodega, que contenga los elementos necesarios para la actualización de las familias de repuestos con base en su criticidad, ajustar los niveles de inventarios de acuerdo con las necesidades, adición o modificación de procesos y procedimientos.

INTRODUCCIÓN

GRUPO MACIZO S.A., es una empresa en crecimiento constante, nacida hace más de 42 años, en sus inicios con procesos artesanales que a media de los años se han ido modernizando al mismo tiempo que se ha extendido la cobertura hasta tener cobertura nación, además se mantiene constantemente en búsqueda de la excelencia, innovando con productos nuevos, asegurando la calidad de los productos a un costo competitivo.

Dada la creciente demanda de productos prefabricados y que son producidos dentro de las fábricas de la empresa, se iniciaron dos nuevas plantas productivas en el año 2021 proyectando una más para el 2022, Con el objetivo de incrementar la oferta a nivel nacional y brindar una mejor atención a los clientes. El crecimiento debido a la apertura de más plantas productivas implica el manejo de mayor cantidad de materiales tanto para la producción como la gestión de activos que busca optimizar el ciclo de vida de los activos y se auxilia con una correcta gestión del mantenimiento. El manejo de inventarios se vuelve un tema indispensable.

En el capítulo 1 se incluye una descripción breve de la empresa y la situación del actual sistema de gestión de inventario de repuestos.

En el capítulo 2 se presenta un resumen del diagnóstico realizado, que evidencia la necesidad de establecer estrategias como la implementación de un sistema de gestión de repuestos que contribuya a la confiabilidad de los equipos y permita tener certeza sobre el plan de producción de las plantas y la minimización del costo de oportunidad por eventos de fallo en los que no se

cuenta con repuestos para el cambio inmediato y la pronta habilitación del proceso productivo.

El capítulo 3 contiene un plan de ahorro energético por medio de la automatización de las luminarias de los patios de almacenamiento de producto que simultáneamente con el ahorro en el consumo eléctrico optimiza la vida útil de las luminarias.

Finalmente, en el capítulo 4 se describe el plan de capacitación para el personal de la empresa que permita adquirir las competencias básicas para el manejo y gestión de bodega.

1. GENERALIDADES DE GRUPO MACIZO S.A.

Con el fin de realizar el proyecto de manera adecuada es importante conocer la empresa, su visión, misión, pilares, estructura, funcionamiento y la situación actual que presenta.

1.1. Descripción general de la empresa

GRUPO MACIZO S.A., es una empresa dedicada a la fabricación de productos de concreto, con más de 42 años de trayectoria y presencia en el mercado de la construcción en sus inicios con procesos artesanales que ha medida de los años se han modernizado lo que le ha permitido consolidarse como una de las empresas líderes en el mercado.

La empresa cuenta con plantas productoras de productos prefabricados de concreto, para ello emplean un proceso de vibro compactado, que consiste en compactar el hormigón en un molde y simultáneamente hacer vibrar la base sobre la que se soporta el molde, tomando como referencia el proceso productivo se han nombrado a las plantas con acrósticos, la primera letra indica que es una planta, la segunda letra es indicativo del proceso productivo vibrocompactado y la última letra hace referencia a la ubicación geográfica, así pues la planta ubicada en Quetzaltenango (popularmente Xela), se denomina PVX.

Para inicios del 2020 se cuenta con 5 plantas productivas, a inicios del año 2021 se cuenta con 6 plantas productivas y se tiene en proceso de construcción una séptima y una octava planta productiva, con ello se pretende liderar el mercado y satisfacer la demanda existente.

1.2. Visión

“Convertirse en la empresa líder del sector construcción, reconocidos por la lealtad de sus clientes, su crecimiento y un excelente equipo humano.”¹

1.3. Misión

Somos un grupo empresarial comprometido con el desarrollo sostenible, fabricando y distribuyendo productos de concreto y agregados con altos estándares de calidad, ubicados estratégicamente para satisfacer las necesidades de construcción de nuestros clientes, generando bienestar a las familias guatemaltecas.²

1.4. Valores

GRUPO MACIZO S.A tiene como valores establecidos en la organización:

- Integridad
- Calidad
- Compromiso

1.5. Pilares

GRUPO MACIZO S.A tiene establecidos como pilares organizativos:

- Servicio
- Capital Humano
- Innovación
- Mejora Continua

¹ MACIZO. *Misión y visión*. <https://macizo.com.gt/>. Consulta: septiembre de 2021.

² *Ibíd.*

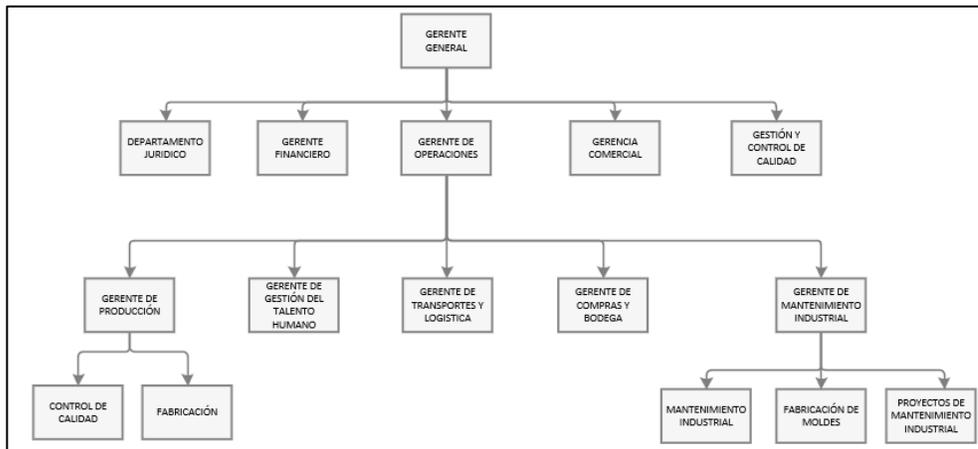
1.6. Estructura organizacional

Cuenta con una organización formal, esto significa que cuenta con líneas de coordinación debidamente definidas mediante canales de comunicación descendente desde la alta dirección hasta los niveles base, ascendente desde los niveles base hasta la alta dirección y horizontal entre los miembros de un mismo nivel. Se compone de tramos estrechos lo que supone como ventajas una rápida comunicación, estrecha supervisión y estricto control. En oposición se tiene muchos niveles administrativos, un significativo coste y exceso de involucramiento de los supervisores en el trabajo de los subordinados.

Macizo cuenta con una estructura organizativa de departamentalización funcional, esto significa que se se tiene divisiones delimitadas dentro de la organización sobre las cuales de forma independiente tiene la autoridad un gerente para el desempeño de actividades específicas. La ventaja principal de la departamentalización funcional es que permite la especialización dentro de las funciones. También proporciona un uso eficiente de equipo y recursos.

La siguiente figura ilustra la organización con departamentalización funcional de la empresa.

Figura 1. Estructura departamental GRUPO MACIZO



Fuente: elaboración propia, con base en información de la empresa GRUPO MACIZO S.A.

1.7. La política de inventarios

“Las políticas de inventarios son aquellas instrucciones y métodos implementados por la dirección de una empresa para la gestión de sus recursos.”³

1.7.1. Situación actual de la política de inventarios en GRUPO MACIZO S.A.

Tiene definidos algunos documentos guías dentro de ellos se encuentra el proceso de compras, que busca la minimización del costo; sin embargo no tiene definida una política que contenga los lineamientos a seguir para la aprobación de cada solicitud de compra tampoco se tiene definida una política de inventarios,

³ WESTREICHER, Guillermo. *Políticas de inventarios*. <https://economipedia.com/definiciones/politicas-de-inventario.html>. Consulta: septiembre de 2021.

esto genera desabastecimientos y retrasos en las intervenciones de mantenimiento y reparaciones pues el proceso de aprobación de compra debe pasar por distintos niveles de autorización que dependiendo del monto de la compra puede tomar desde uno hasta 10 días hábiles y a esto se le suma el tiempo de entrega de los proveedores.

1.7.2. Procedimiento de abastecimiento de repuestos

Para minimizar los tiempos de traslado y los paros de producción que puedan producirse, a medida que se inician nuevas plantas productivas se crean bodegas en cada una de las ubicaciones (bodegas periféricas), que cuentan con un responsable de bodega y son abastecidas por una bodega central ubicada en el complejo Kontic (CKC), en donde también se encuentran ubicadas las oficinas administrativas y desde donde se gestionan las autorizaciones de compra, compras, salidas de repuestos y traslado a las distintas bodegas.

El abastecimiento de repuestos inicia cuando se detecta la necesidad de un material ya sea para el funcionamiento cotidiano o por la necesidad de una intervención en la maquinaria, no se cuenta con un procedimiento definido para abastecer el material que se necesita, lo común es que cada delegado de bodega genere un listado de necesidades y lo envía a un delegado de mantenimiento para apoyo en las salidas de bodega central y el traslado hacia donde se necesite, en el caso de bodega central las necesidades las detectan los técnicos de mantenimiento al momento de requerir un material y recibir la notificación de no *stock*, luego de ello cada técnico transmite la información a su jefe inmediato para que se encargue del seguimiento de compra del material que se necesita. La falta de un procedimiento definido implica que no todos los delegados de bodega realizan un levantado periódico de necesidades, eventualmente no hacen las solicitudes de manera oportuna y las bodegas caen en desabastecimiento de

materiales a pesar de ser de uso frecuente. Los técnicos y supervisores deben buscar alternativas de adaptación en los equipos para usar un material diferente al que se necesita y que se tiene en existencia esto implica la inversión de tiempo de trabajo adicional al previsto y reduce la confiabilidad operativa de los equipos, otra alternativa al caer en desabastecimiento es solicitar aprobación de compras directas por medio de caja chica, para ello hay un monto máximo por lo que no aplica para todos los materiales, adaptaciones y compras directas son alternativas para unos casos y para otros más las modificaciones en todos los casos el objetivo es ejecutar los mantenimientos o reparaciones a la brevedad de tal manera que el tiempo improductivo de la planta sea mínimo.

1.7.3. Frecuencia de abastecimiento

No se tiene definida de forma clara lineamientos para el abastecimiento de bodegas, lo común es que se realice con una periodicidad semanal para lo cual el delegado de bodega en conjunto a jefatura de planta y técnicos generen una lista de necesidades de repuestos detectadas luego de verificar el *stock* de bodega, este listado se traslada al delegado de mantenimiento quien gestiona la salida y traslado de repuestos para los cuales se cuenta con *stock*, y los requerimientos de compra para los repuestos cuyo *stock* es nulo y se necesita una compra.

Al no tener lineamientos claros no siempre se realiza la rutina de solicitud semanal y se cae en desabastecimiento en las bodegas, lo que obliga a realizar compras de emergencia y enviar unidades móviles para recolección y traslado de los repuestos, esto genera un aumento del costo de los repuestos e incremento de los tiempos de respuesta cuando se presenta una falla y no se tiene a la mano los materiales necesarios para las reparaciones respectivas.

1.7.4. Control de niveles de inventarios

En el listado de materiales de bodega se cuenta con más de 3500 materiales distintos para los cuales no se tiene control específico pues al carecer de una política de inventarios no se tienen establecidos los niveles de inventario, la forma actual de verificar existencia o falta de *stock* de materiales consiste en consultar directamente una base de datos en la cual se visualiza en tiempo real las existencias de repuestos con base en los registros de entradas y salidas respectivos, este proceso se debe realizar cada vez que se necesita un material y en ocasiones inclusive es necesario hacer un levantado físico pues la información del sistema no siempre es verídica a causa de: registros no actualizados, cruce de códigos, error humano al identificar repuestos.

Para minimizar los desfases entre la información de sistema y las existencias reales en bodega se realiza un inventario físico de forma periódica comúnmente bimensual, para confrontar la información contenida en la base de datos y la existencia física en bodega, cuando se detectan diferencias entre el conteo físico y los registros de sistema, se realizan los ajustes necesarios ya sea por excedentes o faltantes de materiales. Estos inventarios físicos y ajustes de información no se tienen plasmados en ningún procedimiento, por lo que no se cumplen siempre y la forma de realizarlo queda bajo el criterio del personal que lo realiza en cada ocasión.

1.7.5. Registro de entradas y salidas de bodega

Las salidas de material se realizan con la creación de una orden de trabajo en un software de gestión de mantenimiento enlazado a la base de datos de bodega en donde se listan los materiales a utilizar, esta acción la realizan los técnicos, luego se traslada el número de orden de trabajo para que un delegado

de mantenimiento genere una orden de venta, el número de orden de venta es entregado al técnico junto a una boleta con el listado de los repuestos con los que sí se cuenta en *stock* para su despacho, si no hay *stock* de algún material este no se incluye en la orden de venta y se deben buscar alternativas de adaptación usando un material distinto, solicitar una compra de emergencia o esperar el proceso normal de compra para tener el material que se necesita.

La razón de ser de la orden de venta es registrar el costo de los materiales utilizados y cargarlos al costo de operación de la planta, esta orden de venta se registra en una base de datos que guarda cada registro y permite la cuantificación del costo en un periodo de tiempo siendo esta medida de tiempo comúnmente mensual.

Las entradas de materiales a bodega se dan luego de generar una solicitud de compra producto de una necesidad detectada, pasar el proceso de aprobación de compra, confirmar existencia y enviar orden de compra a un proveedor seleccionado. Al momento de recibir los materiales en bodega se registran en una base de datos en la que se crea un registro de los movimientos de cada material que permite tener la información respecto a la existencia en bodega.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE REPUESTOS PARA LA PLANTA DE VIBROCOMPACTADOS (PVX) DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A. UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO

Para la realización de la fase de servicio técnico profesional se emplean herramientas de ingeniería; con lo que se realiza un diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de inventarios de repuestos y una propuesta para la mejora del sistema.

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Se entiende por diagnóstico de la situación actual, la descripción de la condición del sistema de gestión de inventarios de repuestos al inicio del estudio de la bodega en la planta de Vibrocompactados ubicada en el departamento de Quetzaltenango de GRUPO MACIZO S.A. El diagnóstico supone una presentación de la condición inicial en la gestión de bodega, y la identificación de la necesidad e importancia de la elaboración del presente trabajo de graduación.

2.1.1. Identificación de procesos en el actual sistema de gestión de repuestos

Actualmente no cuenta con un sistema de gestión de inventarios, pero, existe un procedimiento que se utiliza para tener un control parcial sobre la

gestión de repuestos, este procedimiento data del año 2017 con una modificación realizada en el 2019, el procedimiento se describe en breve:

Envío recepción y rebaja de repuestos e insumos en plantas de producción; este proceso contempla la solicitud de un repuesto a través de un traslado digital en el sistema de gestión utilizado siempre que se cuente con *stock*, seguidamente se extraen los repuestos de bodega, un siguiente paso es el traslado de los repuestos hacia su lugar de destino en donde la persona delegada debe recibir y validar que los repuestos físicos coinciden con el listado generado en el software de gestión. Ingresar los repuestos a la bodega en donde se reciben, el ingreso es tanto físico como digital en el software de gestión, finalmente los repuestos están disponibles para utilizarse y darse de baja de la bodega y el software cuando sean utilizados.

Para la recopilación de la información se utilizan dos fuentes: la primera fue la comunicación verbal con los encargados de bodega, jefatura de planta y el equipo de compras con quienes se interactuó durante el proyecto, esta información es fiable ya que son los actores principales del proceso de gestión de repuestos.

La segunda fuente de información son los documentos existentes que se utilizan como base para el entendimiento de los procesos, procedimientos que describen la condición actual del sistema de gestión, estos documentos son proporcionados por los actores involucrados con el objetivo de revisarlos, comprenderlos y ser un punto de partida que permita comprender la condición inicial y la realización de una propuesta posterior para la mejora del sistema. El procedimiento descrito se presenta en la siguiente tabla:

Tabla I. **Envío, recepción y rebaja de repuestos e insumos en plantas de producción**

	ENVÍO, RECEPCIÓN Y REBAJA DE REPUESTOS E INSUMOS EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN	Código: PV-PR-025 Fecha: 13/06/2017
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Controlar eficientemente los insumos y repuestos utilizados en las plantas de producción de Vibro compactados y Agregados.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Desde la solicitud de materiales a bodega central para las plantas de producción, hasta la descarga de los materiales después de realizado el trabajo.</p> <p>3. VOCABULARIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almacén en tránsito: almacén del sistema SAP que guarda los repuestos trasladados a planta. • Bodega de Repuestos: bodega Central ubicada en complejo Kontic. • Orden de Entrega: descarga del inventario de Bodega al centro de costo (planta). • Orden de Venta: solicitud preliminar de los materiales para cargar al costo de la planta de destino. • Almacén de Despacho: almacén disponible real en cada planta para insumos y repuestos, del que se realizan las descargas o rebajas reales en el sistema SAP. <p>4. EQUIPOS Y MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema SAP • Equipo de cómputo <p>5. NARRATIVA:</p> <p style="text-align: center;">5.1 Envío y Recepción de Repuestos e Insumos en plantas</p> <p>Aplica para Mantenimiento, Logística, Proyectos Constructivos y Producción PV y PA.</p>		

Continuación de la tabla I.

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Realizar la solicitud de traslado en el sistema SAP, y <u>orden de venta</u> que sirve para rebajar los insumos/repuestos del inventario de la planta. Ver Política de insumos, repuestos y herramientas en plantas de producción PV-DI-002 .	Auxiliar de mantenimiento / Asistente administrativo de producción
2	Realizar traslado a almacén de tránsito (Salida de bodega), como constancia se entrega la copia verde a auxiliar de mantenimiento de la boleta original.	Encargado de bodega
3	Entregar físicamente los insumos y repuestos al auxiliar de mantenimiento/auxiliar administrativo de producción.	Encargado de bodega
4	Llenar vale transporte de mercancías LO-RE-001 (debe contener los mismos elementos que contiene el traslado a almacén de tránsito)	Auxiliar de mantenimiento / Asistente administrativo de producción
5	Enviar correo al encargado de cómputo y jefe de planta correspondiente con captura de pantalla del sistema SAP del listado de materiales en tránsito adjuntando la orden de venta respectiva.	Auxiliar de mantenimiento / Asistente administrativo de producción
6	Entregar físicamente los materiales y repuestos a jefe de planta.	Personal de mantenimiento/Piloto
7	Revisar para validar que los repuestos/insumos sean los indicados en la solicitud de traslados y en la boleta.	Jefe de Planta
8	Realizar el traslado del almacén en tránsito al almacén de despacho de la planta. Documentos generados en sistema SAP.	Cómputo
9	Entregar copia VERDE de la boleta de ingreso a bodega de planta a mantenimiento, firmada juntamente con la copia VERDE de la boleta de traslado.	Jefe de Planta
10	Ejecutar el trabajo de mantenimiento.	Mantenimiento
11	Al finalizar el trabajo de mantenimiento, presentarse con el Jefe de Planta para verificar los insumos/repuestos utilizados. Ver Política de control de consumos de repuestos e insumos en plantas de producción PV-DI-003 .	Supervisor de equipo de trabajo de mantenimiento o encargado de grupo asignado
12	Descargar los materiales utilizados con la orden de venta creada en el numeral 1 de Narrativa. Todas las copias de la boleta se quedan en planta.	Jefe de Planta
13	Devolver los materiales NO UTILIZADOS al almacén de tránsito de bodega central, en sistema SAP.	Cómputo
14	Firmar la boleta, dejar la boleta original en planta, enviar la boleta amarilla a bodega y quedarse con la boleta verde.	Supervisor de equipo de trabajo de mantenimiento o encargado de grupo asignado

Continuación de la tabla I.

15	Enviar correo a supervisor o encargado del grupo asignado de mantenimiento y a encargado de bodega central con la lista de los materiales devueltos (NO UTILIZADOS) adjuntando captura de pantalla del sistema SAP.	Jefe de Planta
16	Devolver en bodega central los materiales físicos.	Supervisor o encargado de grupo de mantenimiento
17	Dar ingreso a los materiales a bodega de repuestos. Y entregar copia VERDE del ingreso a supervisor o encargado de grupo de mantenimiento para respaldo de la operación.	Encargado de bodega

5.2 Rebaja de repuestos e insumos de Bodega de Planta

Se hace énfasis que el Jefe de Planta es el responsable del despacho, inventario, manejo físico de su bodega.

El Jefe de Planta debe llevar su control interno de despacho de Repuestos e insumos, después del mantenimiento; debe realizar lo siguiente:

- Al dar mantenimiento durante la semana, el Jefe de Planta debe hacer las gestiones con Cómputo para la rebaja de los repuestos el mismo día o a más tardar a las 8:00 am del día siguiente.
- Si la falla ocurre viernes o fin de semana, hacer las gestiones con Cómputo para las rebajas el lunes a las 8:00 am.
- Dar seguimiento a trabajos y velar por los repuestos, que haya en existencia. Tener las existencias de repuestos actualizada.

6. FUNDAMENTO LEGAL Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

FUNDAMENTO LEGAL
ISO 9001:2015

CÓDIGO	DOCUMENTOS RELACIONADO
-----	Orden de entrega generado Sistema SAP
-----	Orden de venta, generado Sistema SAP
-----	Boleta de ingreso a bodega, Sistema SAP
MA-PR-011	Almacén en tránsito de repuestos en plantas
LO-RE-001	Vale Transporte de mercancías
PV-DI-002	Política de insumos, repuestos y herramientas en plantas de producción
PV-DI-003	Política de control de consumos de repuestos e insumos en plantas de producción.

Continuación de la tabla I.

7. ANEXOS			
Anexo 1. Historial de Cambio			
Anexo 1 Historial de Cambios			
Documento	Código	Cambio	Fecha de Cambio
Envío, recepción y rebaja de repuestos e insumos en plantas de producción.	PV-RE-025	La Narrativa se dividió en numerales 5,1 y 5,2	22/07/2019
De los documentos a los que hace referencia este procedimiento;			
MA-PR-011	Almacén en tránsito de repuestos en plantas		
LO-RE-001	Vale Transporte de mercancías		
PV-DI-002	Política de insumos, repuestos y herramientas en plantas de producción		
PV-DI-003	Política de control de consumos de repuestos e insumos en plantas de producción.		
Al recolectar información sobre los documentos referenciados en el procedimiento, no se encuentra el documento "PV-DI-002 política de insumos, repuestos y herramientas en plantas de producción" tampoco el documento "PV-DI-003 política de control de consumo de repuestos e insumos en plantas de producción", esta información pierde trazabilidad y seguimiento debido a cambios de personal en los distintos puestos y la falta de un sistema completo de gestión de inventario de repuestos.			

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Identificación de procedimientos en el actual sistema de gestión de repuestos

Actualmente no se cuenta con un sistema de gestión de repuestos definido, pero, se cuenta con algunos procedimientos que contribuyen de forma parcial a la gestión de repuestos, los procedimientos identificados actualmente se describen y muestran en los siguientes incisos:

2.1.2.1. Procedimiento general de compras

Este proceso parte de una solicitud inicial de compras por medio de una boleta física continúa con la digitalización de la solicitud un siguiente paso consiste en la aprobación de la solicitud seguidamente de la aprobación se realiza una orden de compra que concluye en la compra e ingreso a bodega.

Recepción de requisición de compras; este proceso contempla los pasos necesarios para la realización de una solicitud de compras, documentos físicos que se deben llenar e información que se debe registrar en cada documento para que el requerimiento sea procesado correctamente.

Tabla II. **Procedimiento general de compras**

 <p>MACIZO INNOVACIÓN Y SERVICIO EN CONCRETO</p>	<p>PROCEDIMIENTO GENERAL DE COMPRAS</p>	<p>Código: CO-PR-001 Fecha: 17/04/2017</p>
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Describir el procedimiento empleado para asegurar que las Compras del GRUPO MACIZO se lleven a cabo en condiciones controladas y que sean efectuadas considerando: calidad, costo, tiempo de entrega y respaldo del proveedor ante cualquier eventualidad.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Desde digitar solicitud de compra en SAP, si no existe el código del producto en SAP el encargado de inventarios (contabilidad) debe crearlo en base a una solicitud que se realiza por medio de un correo electrónico hasta solicitar al agente aduanero la liquidación de la importación para su ingreso en el sistema SAP.</p> <p>3. VOCABULARIO</p> <ul style="list-style-type: none">• Solicitud de Compra: es el documento con el cual cada Proceso solicita sus necesidades de materiales, bienes, productos, repuestos o servicios para su funcionamiento, dirigido a Compras, donde se realiza por medio del Sistema SAP o impresa "solicitud de compra" TH-RE-014 si no hay acceso a SAP.		

Continuación de la tabla II.

<ul style="list-style-type: none">• Orden de Compra: es el documento que emite Compras para darle una garantía a los proveedores locales e internacionales por la compra que se le está realizando.• Materia Prima: son materiales extraídos de la naturaleza y que se transforman industrialmente para elaborar productos y que se convierten en bienes de consumo.• Combustible: son aquellos que se encuentran en estado líquido, casi siempre a temperatura ambiente, aunque excepcionalmente pueden estar a temperaturas muy bajas, como el hidrógeno líquido. Entre ellos se cuentan: la gasolina, el keroseno, el diésel, el etanol y el hidrógeno líquido, entre otros. <u>Se convierte en una materia prima para producir.</u> En este caso diésel.• Producto crítico: es el producto que se encuentra en el listado respectivo y sin el cual el proceso de producción no podría continuar por alguna falla.• Proveedor: organización que suministra un producto o un servicio a MACIZO, S.A.• Proveedor Autorizado: es la organización que se ha resultado apta para proveer un producto o servicio con determinadas características.• Solicitante: es quien solicita la compra puede ser Presidencia / Vicepresidencia, Gerentes de área quienes por su autoridad pueden solicitar un producto, bien, insumo, repuesto o servicio que solventa una necesidad específica.• Importación: es la introducción de mercancías de procedencia extranjera a territorio guatemalteco.• FOB: mercadería puesta a bordo.• CIF: mercadería que incluye costo, seguro y flete y llega a puerto o a almacén fiscal.• EXWORK: puesto en las bodegas del proveedor.• INVOICE: factura internacional.• BL: conocimiento de embarque marítimo)• AIRWAYBILL: conocimiento de embarque aéreo.• CERTIFICADO DE ORIGEN: hace constar el origen de la mercadería para aplicar tratados de libre Comercio.• IVA: Impuesto al Valor Agregado.• DAI: Impuesto a la Importación Definitiva. <p>4. EQUIPO Y MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none">• Computadora• Calculadora <p>5. NARRATIVA</p> <p>El tiempo que compras se lleva desde recibir las solicitudes de compra firmadas y hacer orden de compra son 8 días hábiles.</p> <p>5.1 Compras locales</p>

Continuación de la tabla II.

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Verificar que la solicitud de compra traiga firma y sello de bodega de repuestos, como último filtro de verificación de existencias (físicas y en bodega de 2da); sin este requisito no se continúa con dicha solicitud.	Jefe de Compras
2	Digitar solicitud de compra en SAP, al no existir el código del producto en SAP. Crear código en base a una solicitud para creación de código nuevo, procedimiento FI-PR-001 "Creación de Códigos Nuevos" En caso de que de no tener Acceso a Sistema SAP utilizar formato "Solicitud de compra" TH-RE-014.	Solicitante/Contador de Inventarios
3	Autorizar al firmar la solicitud de compra para que Jefe de Compras proceda a solicitar autorización a Gerencia General, estas firmas también pueden ser electrónicas, los niveles de autorización para compra se detallan en el anexo 2.	Jefe y Gerente de Proceso
4	Toda solicitud de compra realizada por otro proceso, y que el monto de la misma vaya a cargarse a Plantas de Vibro compactados o Plantas de Agregados debe llevar el aval de Gerente de Vibro compactados o Gerente de Agregados según corresponda.	Gerente de Vibro compactados o Gerente de Agregados
5	Verificar que todas las requisiciones lleven precio, si no se cotiza y se coloca precio aproximado, para garantizar el proceso de autorización. Sin este requisito no se puede continuar con el proceso a dicha solicitud. En relación con el precio de la primera compra del artículo o repuesto, en finanzas no se toma en cuenta, sino que es a partir de la segunda compra.	Jefe de Compras
6	Si la compra es inusual o poco frecuente se hacen las observaciones necesarias en la solicitud de compra y se devuelve al gerente del proceso que lo solicito. Esto para que pueda sustentar de manera aceptable el uso del bien o servicio, y presentarlo nuevamente para autorización a Gerencia de Operaciones y Gerencia General.	Jefe de Compras y Gerente de Proceso
7	Verificar que la solicitud de compra cumpla con todos los requisitos detallados en los incisos arriba mencionados, si cumplen se trasladan a donde corresponda, según nivel, para autorización de compra; sin esta no se procede a ninguna compra o contratación.	Jefe de Compras
8	Iniciar el proceso de cotizaciones, después de cumplir el punto 4. Considerar 3 cotizaciones para continuar con el proceso esto aplica a partir de un monto de Q.3 000,00.	Auxiliar de Compras /Jefe de Compras
9	Gestionar con el proveedor un crédito mínimo de 30 días calendario.	Jefe de Compras
10	Todas las compras, a excepción las de Comercial, Gestión de Talento Humano y Finanzas, deben ser autorizadas por Gerencia de Operaciones; si estas son mayores a Q.10 000,00, solicitar la firma de Gerencia General, si son mayores a Q.20 000,00 se debe solicitar firma a Presidencia; de acuerdo con anexo 2 niveles de autorización para compras.	Gerente de Operaciones / jefe de Compras

Continuación de la tabla II.

11	Imprimir las cotizaciones como respaldo. Estas cotizaciones también pueden subirse al Sistema SAP para ser consultadas desde allí.	Auxiliar de compras /jefe de compras
12	Especificar en cotización el tiempo de entrega del producto y si es: - Artículo puesto en planta o - En caso sea emergencia el producto lo va a traer el mensajero.	Auxiliar de compras /jefe de compras
13	Realizar la orden de compra y enviar copia al proveedor y al jefe de bodega con la requisición (documento físico del Sistema SAP), debe ser autorizado por Presidencia /Gerencia General/Gerencia de Operaciones	Auxiliar de compras
14	Consultar la Política de Compras CO-DI-001 para verificar quien puede autorizar las compras por monto.	Auxiliar de compras / jefe de compras
15	No recibir facturas antes que el producto venga y no recibir el producto sin Orden de Compra	Supervisor de Bodega/ jefe de Compras
16	Antes de recibir el artículo en GRUPO MACIZO, S.A., se verifica que coincida la orden de compra con la factura y el producto físico, si todo está correcto se procede a dar ingreso del artículo físico al inventario de bodega de repuestos y también en sistema SAP, de lo contrario se rechaza la documentación o el producto y se procede a informar inmediatamente a auxiliar de compras/Jefe de Compras para la corrección del documento, la devolución parcial o total del artículo.	Bodega
5.2 Importaciones		
No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Verificar que la solicitud de compra, traiga firma y sello de bodega de repuestos, como último filtro de verificación de existencias (físicas y en bodega de 2da); sin este requisito no se continúa con dicha solicitud.	Jefe de Compras
2	Iniciar el proceso de cotizaciones, considerar 3 cotizaciones para continuar con el proceso esto aplica a partir de un monto de Q.3 000,00.	Jefe de Compras
3	Especificar en la cotización el tiempo de entrega del producto de acuerdo con los INCOTERMS siguientes: FOB, CIF, EXWORK.	Jefe de Compras
4	Hacer la cotización del flete marítimo y aéreo, para verificar la mejor oferta y tomar una decisión.	Jefe de Compras
5	Solicitar autorización a Presidencia de la compra y del anticipo monetario.	Jefe de Compras
6	Solicitar los datos bancarios del proveedor para realizar la transferencia.	Jefe de Compras
7	Trasladar al área de Tesorería toda la documentación (requisición de compra, cotizaciones, orden de compra firmada con la cantidad a pagar a través de una transferencia bancaria).	Jefe de Compras

Continuación de la tabla II.

8	Verificar con el proveedor fechas de entrega y datos de documentación siguientes: factura, BL y certificado de origen.	Jefe de Compras
9	Esperar notificación de arribo por parte de la naviera.	Jefe de Compras
10	Tramitar gastos locales de importación que están detallados en la notificación de arribo.	Jefe de Compras
11	Elaborar carta de liberación para dicha importación.	Jefe de Compras
12	Enviar documentos originales al agente aduanero para que proceda a la elaboración de la póliza.	Jefe de Compras
13	El agente aduanero envía a jefe de Compras la póliza para verificar todos los datos consignados en dicho documento.	Jefe de Compras
14	Trasladar la póliza a tesorería para el pago completo de la importación en donde van detallados los impuestos: IVA y DAI.	Jefe de Compras
15	Esperar la liberación de la mercadería en donde depende de la Superintendencia de Administración Tributaria SAT.	Jefe de Compras
16	Trasladar la mercadería hacia la bodega de repuestos.	Jefe de Compras
17	Solicitar al agente aduanero la liquidación de la importación para su ingreso en el sistema SAP.	Jefe de Compras

5.3 Requisiciones realizadas Inter empresas

Las requisiciones de trabajos por servicios preventivos y correctivos de maquinaria y equipo, efectuados o por efectuar, con valores menores a Q 20 000,00; requieren únicamente firma de Gerencia de Operaciones.

Transflesa Macizo o Santa Inés
Macizo Transflesa

5.4 Servicios externos recurrentes

Todos los servicios que tengan como soporte un contrato, sean recurrentes o de carácter rutinario en su aplicación, que conlleven trámite de pago por medio de una requisición, son autorizados por Gerencia de Operaciones (entiéndase: servicios preventivos de flotilla de vehículos y maquinaria, pago de internet, telefonía, energía eléctrica, agua, extracción de basura, entre otros que apliquen).

5.5 Reposición de insumos y repuestos de bodega

Todas las compras de insumos y repuestos por reposición de inventarios de seguridad de artículos en bodega que se consideren de uso constante, que en su valor unitario de compra no sobrepasen los Q10 000,00, que sean requeridos por el personal de bodega y la jefatura de Compras.

Continuación de la tabla II.

<p>5.6 Materias primas y combustible mensual</p> <p>Las requisiciones mensuales de materia prima (cemento y agregados) y combustible son firmadas por gerencia de operaciones. Las requisiciones de materia prima deben presentarse máximo el 25 de cada mes. La requisición mensual de diésel la manda el jefe de planta, de acuerdo con su promedio de consumo mensual, con autorización de gerente de producción de agregados o vibro compactados, como corresponda.</p> <p>6. RESPONSABILIDADES</p> <p>Es importante conocer las responsabilidades que se deben cumplir, tanto de compras, como del solicitante, es decir, hay responsabilidades de parte de la gerencia y el personal que se encarga de gestionar las compras al igual que los controles y solicitudes que mantiene el solicitante.</p> <ul style="list-style-type: none">• Responsabilidades de compras.<ul style="list-style-type: none">○ Gerencia de compras: dar seguimiento desde el pedido hasta el ingreso a bodega de repuestos y finalización del servicio.○ Se debe comprar de acuerdo con lo requerido por el solicitante y adquirir los productos y servicios acorde a lo solicitado se debe describir de manera clara, completa y eficaz el producto a comprar. Se validan los requisitos de compra antes de su envío al proveedor, mediante un proceso sencillo de firma de orden de compra o procesos más complejos con sucesivas etapas de revisión y aprobación (moldes, importaciones). En todo caso, se conservan evidencias, archivando órdenes de compra, especificaciones de compra, así como los resultados de revisiones (en caso sea necesario).○ Obtener las cotizaciones respectivas.○ Verificar existencia de artículos que estén en el inventario para no duplicar la compra (comunicación con bodega de repuestos y bodega de 2da, donde colocaran un sello de verificación).○ Entrega de documentación completa a bodega de repuestos.○ Gestionar oportunamente notas de crédito en el caso de devoluciones.○ Se debe tener retroalimentación por parte de los usuarios de los productos comprados con la finalidad que Compras se asegure que el proceso completo fue satisfactorio.○ En caso de que se realicen notas de crédito se debe informar semanalmente al gerente general por medio de un reporte en el que se indiquen los montos.• Responsabilidades del solicitante<ul style="list-style-type: none">○ Debe verificar en Bodega de Repuestos de reutilizables la existencia de producto a pedir, consultando con el jefe de bodega y revisar que sea funcional, esto debe quedar registrado en la requisición física la cual debe llevar el sello de bodega de repuestos, que indica que ya se revisó la existencia o no del artículo.○ Determinar los requisitos y especificaciones de sus productos, bienes, insumos, repuestos o servicios que requiera.○ En el caso de solicitar moldes o repuestos específicos se deben adjuntar planos, catálogo de partes y detalles puntuales que la compra amerite, no dejando ninguna duda para que la compra se realice adecuadamente. Esta papelería debe ir firmada por el solicitante.

Continuación de la tabla II.

- Controlar los inventarios de sus productos, bienes, insumos y repuestos; de forma que para los productos que son solicitados continuamente, se posean existencias y no se obstruya la continuidad de los procesos por no contemplar la requisición de compra.
- Solicitar los productos, bienes, insumos, repuestos o servicios con la debida antelación para la compra. Al recibir la requisición, el Auxiliar de Compras tiene 5 - 8 días hábiles para realizar la compra, a excepción que por emergencias la compra sea urgente, lo cual debe ser eventual y no habitual.

7. FUNDAMENTO LEGAL Y DOCUMENTOS RELACIONADOS

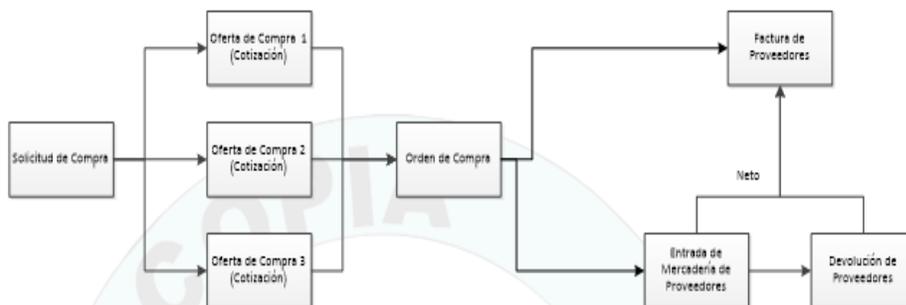
FUNDAMENTO LEGAL
Leyes de importación Marítima y Aérea
Ley Orgánica de la SAT
Ley del IVA
Ley Nacional de aduanas

CÓDIGO	DOCUMENTOS RELACIONADOS
CO-DI-001	Política de Compras
-----	Requisición / solicitud de compra generada en Sistema SAP
TH-RE-014	Formato de requisición/solicitud de compra
-----	Orden de Compra generada en Sistema SAP
CO-IN-001	Instructivo de Compra de Cemento Ari Plus –Cementos Progreso
FI-PR-001	Creación de códigos nuevos
FI-DI-006	Política Creación de código nuevo en bodega de repuestos.
FI-RE-007	Formato solicitud creación de código nuevo

8. ANEXOS

- Anexo 1 Flujograma Proceso de compras
- Anexo 2 Niveles de autorización para compras
- Anexo 3 Solicitud de Compra Sistema SAP
- Anexo 4 Orden de Compra Sistema SAP
- Anexo 5 Historial de cambios

Anexo1. Flujograma Proceso de Compras



Continuación de la tabla II.

Anexo 2. Niveles de autorización para Compras

Rango	Responsable
Desde Q.0 hasta Q10 000,00	Gerente de Operaciones
Desde Q.10 001,00 hasta Q20 000,00	Gerente General
De 20 001,00 en adelante	Presidencia

NOTA:

En caso se necesite una autorización y no esté en la empresa el presidente/gerente general/gerente de operaciones, se procede a contactarlo por cualquier medio electrónico para que dé el aval y el proceso de compra no se detenga.

Anexo 3. Solicitud de Compra

Solicitud de compra

Solicitante: Usuario log3
 Nombre de solicitante: Nicolas Cana
 Sucursal: Principal
 Departamento: General
 Enviar como electrónico o se agregó pedido a pedido
 Dirección de correo ele:

Nº: Primario 679
 Estado: Cerrado
 Fecha de contabilización: 20/07/2016
 Válido hasta: 20/06/2016
 Fecha de documento: 20/07/2016
 Fecha necesaria: 20/07/2016

#	Número de artículo	Descripción del artículo	Proveedor	Fecha necesaria	Cantidad necesaria	Precio info	% de descuento	Indicador de impuestos	Total (ML)	Código de unidad de medida	SubRangion	Tipo Actividad	Tipo IVA
1	COMB0003	DIESEL GL MAYACRETO		20/07/2016	120		0.00	IVA		Manual		Bien	Bien
2	COMB0004	DIESEL 1DP POR GALON		20/07/2016	120		0.00	EXE		Manual		Bien	Bien

Título:

Comentarios: PARA USO EN PIX SEGUN FACTURA 11072

Total antes del descuento:

Gastos adicionales:

Impuesto:

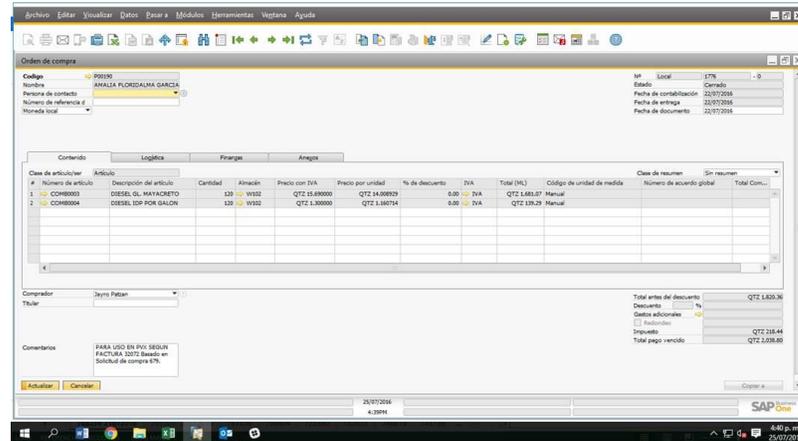
Total pago vencido: Q72.000

OK Cancelar

25/07/2016 4:38PM SAP Systems One

Continuación de la tabla II.

Anexo 4. Orden de Compra



Anexo 5. Historial de Cambios

Documento	Código	Cambio	Fecha de Cambio
Procedimiento General de Compras	CO-PR-001	Compras inusuales y Niveles de autorización	19/04/2017
Procedimiento General de Compras	CO-PR-001	Agregaron requisitos a cumplir en requisiciones y verificaciones del Proceso COMPRAS (CO).	01/08/2018
Procedimiento General de Compras	CO-PR-001	Cambio en niveles de autorización en Compras, derivado de reestructuración administrativa.	4/06/2019

Fuente: elaboración propia.

Este es un procedimiento de carácter general abarca tanto compras locales como internacionales, compras de insumos, repuestos, materias primas y servicios. Esto se debe a que no existe una separación de las áreas operativas de la empresa en lo referente a la gestión, esta información data del 2017 con modificaciones anuales hasta el 2019 sin que se tengan cambios actualizados posterior a ese año que se ajusten a las necesidades actuales de la empresa,

tomando en cuenta que entre los años 2019 y 2020 la empresa tuvo un crecimiento del 40 % en sus plantas y proyecta apertura de una planta más en el 2021 este procedimiento necesita ajustarse a las condiciones actuales de la empresa.

2.1.3. Definir las áreas o departamentos que se involucran en el actual sistema de gestión de repuestos

En el capítulo 1 se define la estructura organización de GRUPO MACIZO S.A., se presenta también la estructura departamental.

Las interacciones para la gestión de repuestos de las distintas áreas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. Procesos involucrados en la gestión de bodega

DEPARTAMENTO PROVEEDOR	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	DEPARTAMENTO CLIENTE
Gerencia General	Presupuesto	Planificación de presupuesto anual.	Planificación de Presupuesto	Gerencia General
Todos los Procesos	Evitar el excesivo tiempo de sobre almacenamiento	Monitorear el movimiento de los suministros de tal forma que el tiempo de almacenamiento sea mínimo, en caso de obsolescencia gestionar la baja para optimizar el costo de bodega.	Control de tiempos de almacenamiento y rotación de suministros.	Todos los Procesos
Todos los Procesos	Necesidad de suministros	Planificación de compras con base en máximos mínimos e historial de consumos	Compras Planificadas	Todos los Procesos
Mantenimiento	Registro y control de consumos	Registro y análisis de información de consumos	Histórico de consumo por tipo de repuesto	Mantenimiento

Continuación de la tabla III.

Todos los Procesos	Ajuste de niveles de inventario con base en consumo	Estimación de niveles de inventario semestral	Niveles de inventarios actualizados	Todos los Procesos
Todos los Procesos	Abastecimiento de bodegas periféricas	Gestión de <i>stock</i> de bodegas	Asegurar existencia de repuestos con mayor rotación	Todos los Procesos
Gerencia General	Toma de Acciones, Riesgos y Oportunidades, No Conformidades, Auditorias, Planes, entre otros.	Toma de acciones de corrección o correctivas.	Acciones tomadas	Gerencia General

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información de la tabla I; todos los departamentos están involucrados en el sistema de gestión de repuestos ya que cada departamento tiene necesidades propias de su actividad y dado cada uno realiza los requerimientos necesarios para cubrir sus necesidades.

2.1.4. Cuantificación del costo de bodega y el costo de oportunidad promedio mensual por carencia de repuestos

El costo de bodega está directamente relacionado con los *stocks*, en la siguiente tabla se detalla el *stock* de bodega y el costo asociado a cada repuesto, la información corresponde a una fecha específica que se toma como referencia para el análisis.

Tabla IV. Inventario de bodega PVX

NO.	CODIGO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	STOCK	COSTO TOTAL
				BODEGA PVX	
1	MECAN00398	FAJA D2800 8M85 DOBLE DENTADA	Q 5 124,29	2	Q 10 248,58
2	MECAN01665	FAJA TERMOSOLDABLE TIPO C X MTS	Q 166,97	20	Q 3 339,30
3	MECAN00003	ACCIONADOR CIL FLEX 131-6155 CIL	Q 1 629,46	2	Q 3 258,93
4	VARIOS0413	ARNES DE CUERPO COMPLETO DE 03 PUNTOS	Q 631,58	3	Q 1 894,74
5	MECAN00817	GRAPAS FLEXO 190 E	Q 377,71	5	Q 1 888,55
6	MECAN00305	FAJA C-390	Q 763,54	2	Q 1 527,08
7	VARIOS2082	HULE P/PINZA DE ADOQUIN 4" X 2 1/2" X 1/2"	Q 488,39	3	Q 1 465,18
8	MECAN01610	TORNILLO CON CABEZA DE MARTILLO M12X90 DIN186 (VTM01) GRADO 8	Q 147,57	9	Q 1 328,13
9	MECAN01363	MODULO DEL CEPILLO (1MM NYLON) 155-10-08-10 (510436)	Q 328,98	4	Q 1 315,92
10	ELECT00231	RECTIFICADOR 25FW-4FB (componente industrial)	Q 1 232,15	1	Q 1 232,15
11	VARIOS0575	TUBO HG 1"	Q 200,81	6	Q 1 204,87
12	SOLDA00049	EMPAQUE P/ DESPALETIZADOR 623MM	Q 196,43	6	Q 1 178,58
13	MECAN00084	CHUMACERA UCP 211-35	Q 289,06	4	Q 1 156,24
14	MECAN00425	CUBETAS DE GRASA MOBILUX EP0	Q 1 097,94	1	Q 1 097,94
15	MECAN00162	COJINETE 6205 2RS	Q 35,94	30	Q 1 078,16
16	ELECT00202	MANIPULADOR 2 DIRECCIONES 22MM	Q 346,65	3	Q 1 039,95
17	MECAN00161	COJINETE 6204 2RS	Q 29,96	34	Q 1 018,78
18	ELECT00126	PULSADOR VERDE-ROJO XB4BW73415 22MM	Q 236,61	4	Q 946,44
19	MECAN00742	CADENA PASO 80 DOBLE	Q 831,97	1	Q 831,97
20	VARIOS155	PINTURA EN POLVO VERDE CLARO X LB	Q 16,07	50	Q 803,60
21	VARIOS1259	TORNILLO ALLEN 12X70 CABEZA PLANA GR, 8 COMPLETO	Q 37,60	20	Q 752,05
22	MECAN00636	SILENTBLOCK 102X55 116/M16D60 dos tuercas (POYATOS)	Q 177,69	4	Q 710,76
23	MECAN01776	CADENA PASO 60 DOBLE	Q 683,03	1	Q 683,03
24	MECAN00040	CABLE ALMA YUTE 5/8 X MT	Q 33,93	20	Q 678,56
25	MECAN02921	ACEITE SHELL HIDRAULICO S1 M68 X GALON	Q 133,19	5	Q 665,97
26	ELECT00259	SENSOR INDUCTIVO DE 30MM MARCA TELEMECANIC	Q 614,90	1	Q 614,90
27	MECAN00637	SILENTBLOCK 50MM X 65MM X 100MM (Tipo Helado)	Q 180,00	3	Q 540,00
28	VARIOS0091	GUANTE DE HULE 8	Q 10,72	50	Q 535,75
29	VARIOS0011	AZADON C/CABO	Q 104,98	5	Q 524,90
30	VARIOS1400	LAZO 1" X MTS	Q 15,94	32	Q 510,00
31	ELECT00804	LIMIT SWITCH PATA AJUSTABLE TELEMECANIQUE	Q 489,00	1	Q 489,00
32	VARIOS2333	CILINDRO DE GAZ 25LBS	Q 480,00	1	Q 480,00
33	VARIOS0089	GRAPA DE 1/2 P/FLEJE GALVANIZADA	Q 0,11	4500	Q 478,13
34	SOLDA00038	ELECTRODO 6013 1/8 PUNTO CAFE	Q 9,82	45	Q 441,99
35	MECAN00205	COJINETE NUTR 30	Q 438,24	1	Q 438,24
36	ELECT00203	MANIPULADOR 4 DIRECCIONES 1NA	Q 430,29	1	Q 430,29
37	ELECT00800	CHAPA P/ARMARIO ELECTRICO CON MANILLAR Y LLAVE	Q 424,11	1	Q 424,11
38	MECAN00051	CADENA PASO 80-B	Q 416,27	1	Q 416,27
39	MECAN00178	COJINETE 6308 2RS C-3	Q 100,73	4	Q 402,91
40	MECAN00375	FAJA B-82	Q 57,48	7	Q 402,33
41	VARIOS0244	TORNILLO 5/8 X 3 GR, 8 COMPLETO	Q 13,21	30	Q 396,42
42	MECAN02195	UNION UNIVERSAL HG 1"	Q 64,82	6	Q 388,92
43	MECAN01344	CADENA PASO 50 DOBLE	Q 387,00	1	Q 387,00
44	VARIOS0090	GUANTE CORRUGADO 9	Q 10,72	36	Q 385,74
45	VARIOS0156	PINTURA EN POLVO X LB COLOR NEGRO	Q 8,22	45	Q 369,94
46	SOLDA00040	ELECTRODO 7018 1/8	Q 12,22	30	Q 366,48
47	VARIOS0153	PINTURA EN POLVO AZUL X LB	Q 19,19	18	Q 345,39
48	ELECT00828	CHAPA P/ARMARIO ELECTRICO	Q 84,82	4	Q 339,29
49	VARIOS0772	ESPONJA PARA SELLO 2	Q 168,69	2	Q 337,38
50	ELECT00649	CABLE MULTILINEAS 1,5 X 7 LINEAS X METRO PROTOFLEX	Q 22,37	15	Q 335,49
51	MECAN00163	COJINETE 6206 2RS	Q 40,69	8	Q 325,53
52	MECAN00150	COJINETE 6006 2RS	Q 35,70	9	Q 321,32
53	MECAN03184	CHUMACERA UCF 211 EJE DE 55MM	Q 301,79	1	Q 301,79
54	MECAN00036	CABLE ALMA DE YUTE 3/16	Q 7,52	40	Q 300,84
55	MECAN00731	RACOR ROSCA 1/4 A 90° P/MANGUERA DE 10MM	Q 45,54	6	Q 273,23
56	MECAN00050	CADENA PASO 60	Q 269,67	1	Q 269,67
57	MECAN00885	REGULADORES DE PRESION PUERTOS DE 1/4 NPT 239PSI	Q 263,40	1	Q 263,40
58	ELECT00332	BOMBILLA AHORRADORA 105WATTS	Q 63,54	4	Q 254,16
59	MECAN00373	FAJA B-75	Q 58,04	4	Q 232,14
60	MECAN00039	CABLE ALMA YUTE 5/16 X MT	Q 10,71	20	Q 214,29
61	VARIOS2332	ESTUFA DE GAS 3 HORNILLAS	Q 213,40	1	Q 213,40

Continuación de la tabla IV.

62	VARIOS0146	PINTURA COLORTEC ROJO P/ADOQUIN X LBS	Q	7,96	26	Q	206,83
63	MECAN00750	CHUMACERA DE PARED UCF 208	Q	206,25	1	Q	206,25
64	MECAN00081	CHUMACERA UCP 210-30	Q	204,48	1	Q	204,48
65	ELECT00252	SELECTOR DE 3 POSICIONES	Q	197,63	1	Q	197,63
66	ELECT00009	BARNIZ ROJO EN SPRAY 12 OZ	Q	97,06	2	Q	194,13
67	MECAN00512	RACOR RECTO 3/8 P/MANGUERA DE 10MM	Q	19,13	10	Q	191,25
68	VARIOS0171	SELLADOR LOCTITE 271 50ml	Q	187,17	1	Q	187,17
69	VARIOS0265	TORNILLO ALLEN 10 X 40 CABEZA PLANA	Q	24,53	7	Q	171,72
70	VARIOS0190	TORNILLO 1 X 5 COMPLETO GR,8	Q	27,12	6	Q	162,70
71	VARIOS0084	GALON JABON LIQUIDO	Q	22,61	7	Q	158,27
72	MECAN00804	FAJA B-80	Q	78,13	2	Q	156,26
73	VARIOS0160	PIOCHA C/CABO	Q	76,63	2	Q	153,26
74	MECAN00468	MANGUERA PLASTICA 10MM X MTS	Q	15,19	10	Q	151,94
75	SOLDA00026	DISCO P/CORTAR METAL 9 NORTON	Q	18,30	8	Q	146,43
76	MECAN00283	FAJA A-55	Q	28,26	5	Q	141,30
77	SOLDA00154	DISCO P/PULIR METAL 9	Q	33,04	4	Q	132,16
78	VARIOS0343	TORNILLO HEX 3/4 X 2 1/2 GR,8 COMPLETOS	Q	9,16	14	Q	128,29
79	VARIOS0220	TORNILLO 3/4 X 4 COMPLETO	Q	8,30	15	Q	124,43
80	TORNO00094	SEGURO INTERNO No. 23 OREJAS ADENTRO	Q	3,85	31	Q	119,48
81	MECAN00016	ACEITE P/COMPRESOR SCHULTZ X GALON	Q	238,10	0,5	Q	119,05
82	VARIOS0068	ESPARRAGO 3/4" X 1 MTS LARGO	Q	118,75	1	Q	118,75
83	SOLDA00048	ELECTRODO UTP 312 1/8	Q	58,04	2	Q	116,07
84	VARIOS0132	PALA CUADRADA CABO LARGO CHINA	Q	28,25	4	Q	113,00
85	VARIOS0493	SILICON GRIS 70/85 GRS,	Q	27,12	4	Q	108,48
86	MECAN00378	FAJA B-86	Q	53,72	2	Q	107,44
87	VARIOS0066	ESCOBA PLASTICA CORRIENTE GRANDE	Q	15,26	7	Q	106,82
88	ELECT00083	CINTA VULCANIZADA 1	Q	102,12	1	Q	102,12
89	ELECT00224	PULSADOR 22MM VERDE XB4BA31	Q	99,60	1	Q	99,60
90	MECAN00149	COJINETE 6004 2RS	Q	23,56	4	Q	94,25
91	VARIOS0272	TORNILLO ALLEN 12 X 50 CABEZA PLANA GR, 8 COMPLETO	Q	5,28	17	Q	89,72
92	VARIOS2202	LLAVE DE PASO DE BOLA 1"	Q	76,77	1	Q	76,77
93	VARIOS0435	ESPARRAGO 1/2" X 1 MTS LARGO	Q	37,59	2	Q	75,18
94	ELECT01001	BASE CON RELE DE 5 PINES 24 VDC IDEC	Q	74,56	1	Q	74,56
95	VARIOS0197	TORNILLO 1/2 X 2 GR 5 COMPLETO	Q	3,59	20	Q	71,70
96	VARIOS0967	CODO HG DE 1	Q	8,96	8	Q	71,69
97	ELECT00082	CINTA SCOTCH GRANDE 3/4	Q	34,90	2	Q	69,80
98	VARIOS0500	TORNILLO 3/8 X 2 1/2 GR, 8 CON ROLDANA Y WASHA	Q	3,29	20	Q	65,81
99	ELECT00304	TOMACORRIENTE 220V P/ EMPOTRAR C/PLACA	Q	31,85	2	Q	63,69
100	VARIOS0344	TORNILLO HEX 3/4 X 3 GR5 COMPLETO	Q	5,95	10	Q	59,52
101	VARIOS1361	CABO P/AZADON	Q	14,59	4	Q	58,35
102	VARIOS0071	ESPARRAGO 1" X 1 MTS LARGO	Q	57,36	1	Q	57,36
103	VARIOS0402	ALAMBRE DE AMARRE X LIBRA	Q	5,39	10	Q	53,93
104	VARIOS2354	ROLLO PITA PLASTICA 7 LBS	Q	53,57	1	Q	53,57
105	SOLDA00025	DISCO P/CORTAR METAL 5	Q	8,93	6	Q	53,56
106	VARIOS0028	CABO P/PALA	Q	13,39	4	Q	53,55
107	VARIOS0240	TORNILLO 5/8 X 2 1/2 NC8	Q	6,55	8	Q	52,40
108	VARIOS0055	COSTAL 100 LBS	Q	2,73	18	Q	49,05
109	MECAN00433	GRASERA 1/8 NTP RECTA	Q	4,78	10	Q	47,78
110	TORNO00388	SEGURO DIAM, INTERNO 28MM OREJAS AFUERA	Q	11,61	4	Q	46,43
111	VARIOS0266	TORNILLO ALLEN 10X50 C/PLANA GR, 8 COMPLETO	Q	5,69	8	Q	45,49
112	MECAN00280	FAJA A-50	Q	44,81	1	Q	44,81
113	MECAN02743	MANGUERA PLASTICA 8MM X MTS	Q	8,79	5	Q	43,93
114	MECAN00665	UNION P/CADENA PASO 80 DOBLE	Q	13,92	3	Q	41,75
115	VARIOS0175	TAPON D/OIDOS	Q	2,76	15	Q	41,44
116	VARIOS0347	TORNILLO HEX 3/8 X 3 GR8 COMPLETOS	Q	1,58	26	Q	41,08
117	MECAN02835	RACOR UNION P/MANGUERA 10MM METALICO	Q	37,78	1	Q	37,78
118	VARIOS0027	BROCHA MANGO PLASTICO 5	Q	8,93	4	Q	35,71
119	VARIOS0082	GALON DESINFECTANTE	Q	15,18	2	Q	30,36
120	VARIOS0239	TORNILLO 5/8 X 1 1/2 COMPLETO	Q	3,03	10	Q	30,26
121	MECAN00661	UNION P/CADENA PASO 80	Q	6,02	5	Q	30,10
122	ELECT00303	TOMACORRIENTE 110V P/ EMPOTRAR POLARIZADO C/PLACA	Q	14,45	2	Q	28,89
123	MECAN00171	COJINETE 6300 ZZ	Q	27,85	1	Q	27,85
124	MECAN00279	FAJA A-45	Q	26,11	1	Q	26,11
125	MECAN00479	MEDIA UNION P/CADENA PASO 80	Q	11,85	2	Q	23,69
126	MECAN00748	CEPILLO DE ALAMBRE	Q	11,33	2	Q	22,66

Continuación de la tabla IV.

127	VARIOS0264	TORNILLO ALLEN 10 X 40 CABEZA CILINDRICA	Q	5,63	4	Q	22,50
128	MECAN00772	COJINETE 608 ZZ	Q	22,32	1	Q	22,32
129	VARIOS2352	REGULADOR PARA GAS	Q	21,52	1	Q	21,52
130	MECAN00660	UNION P/CADENA PASO 60	Q	4,27	5	Q	21,35
131	VARIOS0062	DETERGENTE SIN AROMA X LBS	Q	3,87	5	Q	19,35
132	MECAN00843	RACOR RECTO ROSCA 1/4 P/MANGUERA DE 10MM	Q	18,75	1	Q	18,75
133	VARIOS0164	PRENSA CABLE 5/8	Q	8,93	2	Q	17,86
134	VARIOS0939	VIDRIO TRANSPARENTE DE 5mm	Q	17,86	1	Q	17,86
135	ELECT00361	PRENSA CABLE 5/16 No. 8	Q	3,57	5	Q	17,85
136	VARIOS0069	ESPARRAGO 3/8" X 1 MTS LARGO	Q	8,76	2	Q	17,51
137	VARIOS0492	SIERRA SANDFLEX P/METAL	Q	8,34	2	Q	16,68
138	SOLDA00142	VIDRIO PARA SOLDADOR	Q	1,85	8	Q	14,76
139	VARIOS0276	TORNILLO 10MM X 40MM C/TUERCA DE SEGURIDAD	Q	1,34	10	Q	13,40
140	VARIOS0501	TORNILLO 5/8 X 1 1/2 SENCILLO	Q	2,54	5	Q	12,69
141	VARIOS0231	TORNILLO 3/8 X 2 SENCILLO	Q	1,14	10	Q	11,37
142	VARIOS2351	MANGUERA PARA GAS YARDA	Q	4,47	2	Q	8,93
143	ELECT00077	CINCHO PLASTICO 12"	Q	0,29	30	Q	8,76
144	VARIOS0230	TORNILLO 3/8 X 2 GR,8 COMPLETO	Q	2,11	4	Q	8,44
145	VARIOS0495	TEFLON BLANCO ROLLO 3/4	Q	2,54	3	Q	7,63
146	VARIOS0224	TORNILLO 3/8 X 1 1/2 GR, 8 CON ROLDANA Y WASHA	Q	1,45	5	Q	7,23
147	VARIOS1433	INTERRUPTOR SIMPLE PARA SOBREPONER	Q	6,29	1	Q	6,29
148	VARIOS1448	TORNILLO HEX, 5/16X2,1/2	Q	0,70	8	Q	5,63
149	ELECT00079	CINCHO PLASTICO 06"	Q	0,18	30	Q	5,36
150	VARIOS0139	PINCEL REDONDO # 8	Q	2,30	2	Q	4,60
151	VARIOS1687	CONECTOR MACHO PVC 2"	Q	3,21	1	Q	3,21
Total						Q	61 443,79

Fuente: elaboración propia, con base en datos de GRUPO MACIZO S.A.

El costo de oportunidad está directamente ligado a los paros productivos, principalmente aquellos que se pueden mitigar o minimizar asegurando la tenencia de repuestos o recambios.

Figura 2. Registro de paros y recambios de repuestos en planta



Fuente: elaboración propia, con base en datos de GRUPO MACIZO S.A.

El costo de oportunidad medio por hora de paro de producción se estima en Q3500. Los costos por tiempos muertos o tiempo de paro se representan en la tabla siguiente:

Tabla V. **Estimación monetaria del costo de oportunidad mensual**

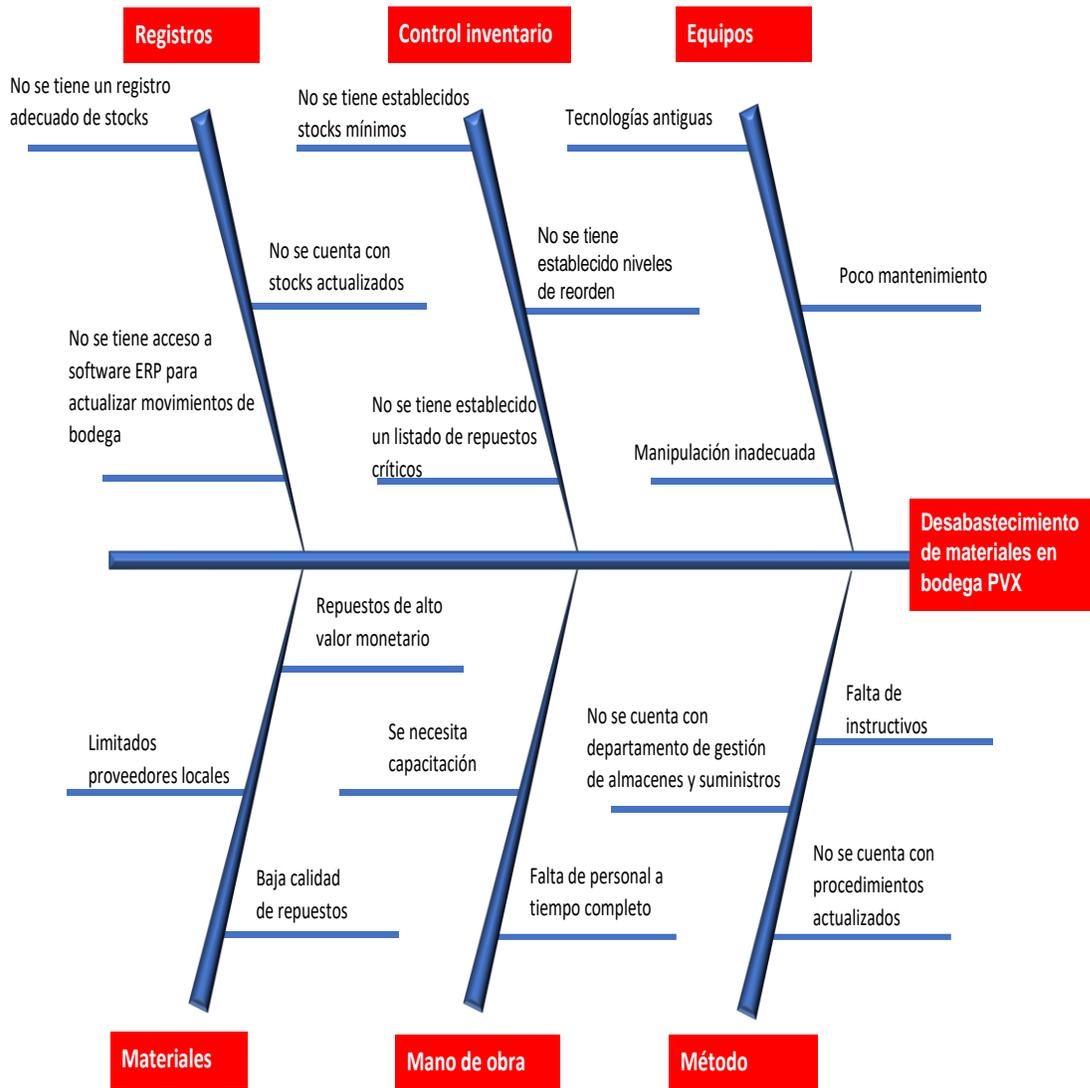
Mes	Horas de paro	Costo de oportunidad por hora	Total	Participación de tiempos muertos por falta de suministros	Costo por falta de suministros
MAYO	40,18	Q 3 500,00	Q 140 630,00	7 %	Q 9 844,10
JUNIO	27,54	Q 3 500,00	Q 96 390,00	6 %	Q 5 783,40
JULIO	31,42	Q 3 500,00	Q 109 970,00	9 %	Q 9 897,30
AGOSTO	15,18	Q 3 500,00	Q 53 130,00	7 %	Q 3 719,10
COSTO TOTAL			Q 400 120,00	COSTO POR FALTA DE SUMINISTRO	Q 29 243,90
				PROMEDIO COSTO MENSUAL POR FALTA DE SUMINISTROS	Q 7 310,98

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Análisis Causa-Efecto

Para la comprensión de la situación actual, se realiza un análisis causa-efecto por medio del uso del método de Ishikawa; por medio de esta herramienta se analiza el problema de falta de materiales en bodega PVX, se presenta la situación actual del abastecimiento de materiales hacia la bodega de la empresa.

Figura 3. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Analizando las causas que generan el desabastecimiento de materiales en bodega PVX y que ocasionan tiempos prolongados de paro de planta cuando se presenta una falla, se identifica el origen del problema siendo la carencia de un sistema de gestión de repuestos, mediante los registros, control de información

procesos y procedimientos un sistema de gestión asegura la tenencia de los repuestos en todo momento.

Tabla VI. **Impacto y posibles correcciones**

Causa	Impacto	Mejora
Registros	No se tiene a la mano las herramientas necesarias para tener registros actualizados de los niveles de inventario lo que ocasiona desabastecimiento por falta de información actualizada.	Generar un procedimiento para actualizar periódicamente la información de los <i>stocks</i> en bodega que permita detectar necesidades y hacer solicitudes de abastecimiento oportunas.
Control de inventarios	No se cuenta con lineamientos para las solicitudes de materiales que aseguren un <i>stock</i> adecuado de los elementos críticos que representan un mayor impacto en los equipos.	Definir listado de repuestos críticos luego a cada repuesto definir <i>stocks</i> mínimo necesario.
Equipos	Deterioro de los equipos por tiempo de vida, manejo inadecuado y dificultad para ubicar repuestos	Definir repuestos estratégicos y <i>stocks</i> que aseguren un menor tiempo de atención cuando se requieran estos repuestos.
Materiales	Incremento en tiempos de reparaciones por demora en ubicación y compra de repuestos, recambios frecuentes por deterioro de los componentes.	Asegurar la tenencia de repuestos a través de solicitudes oportunas y toma de decisiones de compra con base en información de inventarios actualizados.
Mano de obra	No se tiene personal a tiempo completo a cargo de las gestiones de bodega lo que genera que no se tengan registros actualizados y fiables de las necesidades y <i>stocks</i> de bodega, personal actual no tiene conocimientos sobre manejo y gestión de bodegas.	Delegar a una persona a tiempo completo a cargo de bodega, de tal forma que sea la responsable de todas las gestiones y rinda cuentas del manejo de la bodega, capacitar al delegado para que tenga las competencias básicas sobre gestión de bodegas.
Método	No contar con un responsable de la gestión de bodegas ocasiona que no se tengan objetivos claros a perseguir en la gestión de bodegas, no se cuenta con procedimientos e instructivos que puedan ser medidos y medir los resultados del área.	Creación del área de almacenes y suministros con un responsable que rinda cuentas de los resultados del área y se encargue de dirigir la creación de procedimientos, instructivos y demás documentación para la mejora del manejo de las bodegas.

Fuente: elaboración propia.

De la tabla de análisis de causas impactos y mejoras posibles se identifica la necesidad de un sistema de gestión de inventarios de repuestos que contenga políticas, instructivos, procesos y procedimientos, así como un responsable que se encargue del seguimiento del cumplimiento de estos y la mejora continua del sistema ya que actualmente no se tiene definido un sistema de gestión, se tienen documentos generales que no están acordes a la necesidad y problemática actual.

2.2. Desarrollo de un sistema de gestión de inventario de repuestos

Con base en los resultados del análisis Ishikawa para mejorar el flujo de la información y anticiparse a las necesidades de repuestos es necesario contar con controles que permita realizar solicitudes oportunas previo a una falla potencial, estos controles se deben incluir dentro de un conjunto de procesos, políticas, procedimientos, normativas que contengan las directrices y acciones específicas para tareas clave dentro de la gestión de repuestos tales como la revisión periódica de los *stock* y actualización de movimientos entre bodegas, solicitud de suministros, establecer niveles de *stock* para repuestos de alta rotación, identificar repuestos estratégicos. Cada documento debe seguir un orden lógico y todos deben estar relacionados sin generar obstrucción entre ellos, por el contrario, servir de apoyo y soporte.

2.2.1. Desarrollo de procedimientos para el sistema de gestión de inventario de repuestos

Dentro de un sistema de gestión, los procedimientos son parte fundamental pues contienen las directrices a seguir para determinadas tareas, están estructurados con el fin de ser una guía para que la tarea sea ejecutada siempre de la misma manera bajo los mismos estándares y de esta forma aportar orden

a la gestión. Todos los procedimientos deben estar contenidos dentro de un mismo formato pues la estandarización es también un factor clave dentro de los sistemas de gestión.

2.2.1.1. Procedimiento para la presentación de información documentada

- Objetivo

Establecer los lineamientos para la elaboración, codificación y control de la información documentada necesaria para la implementación, mantenimiento y mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad.

Tabla VII. **Procedimiento de elaboración y control de la información documentada**

	<p>PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN Y CONTROL DE LA INFORMACIÓN DOCUMENTADA</p>	<p>Código: PR-GC-001 No. De Versión: 03 Fecha: 11/03/2021 Página 1 de 4124</p>
<p>1. ALCANCE</p> <p>Este procedimiento aplica para todo documento que se elabore en los procesos del Sistema de Gestión de Calidad para la elaboración, revisión, aprobación y control de la información documentada interna y externa.</p> <p>2. REFERENCIAS</p> <p>RE-GC-001 Control de Documentos RE-GC-003 Control de entrega y distribución de documentos</p> <p>3. DEFINICIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprobación: autorización para la distribución y aplicabilidad de un documento (darle legalidad al documento) por la persona idónea que tenga la autoridad sobre los recursos para poder implementarlo. • Archivo: conjunto de documentos, sea cual fuere su fecha, forma o soporte material, acumulados en un proceso natural por una persona o entidad, en el transcurso de su gestión, conservados de manera ordenada para servir como evidencia e información a la persona. 		

Continuación de la tabla VII.

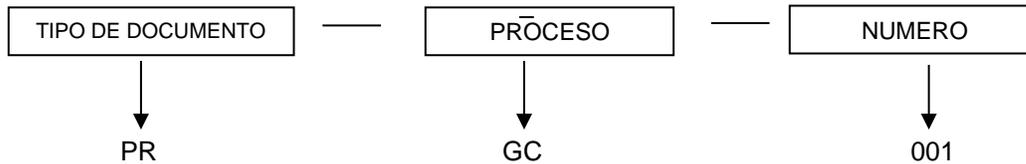
4. DESARROLLO

4.1. Elaborar un Nuevo Documento

Todas las actividades que se efectúan deben estar descritas de manera sencilla y fácil de entender. Los documentos se redactan de manera clara y concisa, utilizando oraciones cortas y con la debida puntuación, el tiempo de la redacción es de forma presente y en tercera persona, utilizando el tipo de letra Arial.

4.2 Codificación de los Documentos

- Se asigna un código alfanumérico para la codificación de los documentos incluidos dentro del SGC, que consta de tres partes de acuerdo con lo siguiente:



Nota: Los códigos de documentos dados de baja, pueden volverse a utilizar para otros documentos o registros.

Listado de Códigos por Tipo de Documento

NOMENCLATURA	TIPO DE DOCUMENTO
PO	Política
PR	Procedimiento
IN	Instructivo
MN	Manual
GA	Guía
ES	Especificaciones
RE	Registro
MP	Mapa de Proceso
OR	Organigrama
PL	Plan
DG	Diagrama

4.2.1 Listado de Códigos por Proceso

Indica el proceso a donde pertenece y que se emite el documento y es de acuerdo con la siguiente tabla:

Continuación de la tabla VII.

NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
GG	Gerencia General
GC	Gestión de Calidad
AT	Asesoría Técnica
PD	Producción
CC	Control de Calidad
LO	Logística
GH	Gestión de Talento Humano
MT	Mantenimiento
CO	Compras
FI	Finanzas
JU	Jurídico

4.3 Contenido Mínimo y Estructura de los Documentos en Cada Nivel

Nivel	ESTRUCTURA DOCUMENTAL	Encabezado de página	Pie de página	Propósito	Alcance	Referencia	Definiciones	Desarrollo	Responsabilidad	Anexo
1	Política y de Calidad	√	√	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	Mapa de Procesos, Especificaciones, Guías, Planes	√	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3	Manual, Procedimientos e Instructivos	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4	Registros	√	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Nota 1:

√: Aplica

N/A: No Aplica

Nota 2:

1 la estructura para los registros es libre.

Continuación de la tabla VII.

4.3.1 Anexos En esta sección se incluye toda información complementaria que se requiera para la aplicación de este documento, Ejemplo: Diagramas de flujo, fotografías, registros, gráficas, entre otros. que no se ubiquen adecuadamente como parte del desarrollo u otra sección del documento.		
5. RESPONSABILIDAD Las responsabilidades están definidas en el procedimiento y se asignaran con forme al dueño del proceso.		
6. ANEXOS		
7,1 REGISTRO DE FIRMAS		
Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.2. Procedimiento de solicitud de repuesto

La solicitud de materiales es una parte clave en la gestión de repuestos, si no se solicitan de manera oportuna, no se cuenta con lo necesario cuando se requiera, a continuación, se presenta el proceso propuesto para la solicitud de suministros.

Tabla VIII. **Procedimiento gestión de materiales**

	<p>PROCEDIMIENTO GESTIÓN DE MATERIALES</p>	<p>Código: PR-CO-001 No. De Versión: 01 Fecha: 30/04/2021 Página 37 de 124</p>
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Definir los lineamientos a realizar para solicitar compras y gestionar los materiales de manera adecuada dentro de GRUPO MACIZO.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Para todas las solicitudes de compra, traslados y ventas entre empresas.</p> <p>3. REFERENCIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • PO-CO-001 Política de Compras • RE-CO-002 Solicitud de Materiales y Repuestos • RE-CO-014 Solicitud de Compra • RE-LO-001 Boleta de Traslados • PR-GG-001 Autorizaciones <p>4. DEFINICIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiales: son todos aquellos insumos, repuestos y herramientas, necesarias para el funcionamiento de las actividades. <p>5. DESARROLLO</p> <p>Para comprender mejor el desarrollo, se deben conocer los pasos que se siguen de acuerdo con la solicitud de orden de compra, creación de códigos nuevos, autorización de solicitudes de órdenes de compra, Al igual que las órdenes de compra, órdenes de venta, máximos y mínimos y ventas entre la empresa.</p> <p style="text-align: center;">5.1 Solicitud de Orden de Compra</p> <p>Cuando se desee comprar algún insumo, combustibles, herramientas, equipos, consumibles o cualquier compra en general, se debe de generar una solicitud de compra en SAP (cuidando mantener precios actualizados en el sistema SAP), la cual se autoriza dependiendo lo solicitado y el monto cotizado, como corresponda con base en la PO-CO-001 Política de Compras y el presupuesto autorizado.</p>		

Continuación de la tabla VIII.

Para compras que estén fuera de la **PO-CO-001 Política de Compras** y del presupuesto autorizado, el proceso que requiera la compra debe de solicitar la autorización de Gerencia General, utilizando como base el procedimiento **PR-GG-001 Autorizaciones** (*tomar en cuenta que antes de enviar cualquier solicitud por Docusign, se debe de discutir con los involucrados y Gerencia General en Basecamp*); se debe enviar la solicitud de orden de compra y la respectiva cotización por Docusign (asegurar que el precio cotizado coincida con el precio de la Solicitud de Orden de Compra), para que Gerencia General firme de aceptación la Solicitud de Compra.

Nota1: para procesos que no tengan acceso a SAP pueden solicitar por medio de **RE-CO-014 Solicitud de Compra**.

Nota2: para solicitar un aumento en el presupuesto de alguna cuenta, se debe de gestionar según el **PR-FI-002 Procedimiento de Gestión de Presupuestos**.

5.1.1 Creación de códigos nuevos

En el caso que, cuando se genere la solicitud de compra, no existe en SAP un código asignado al material a solicitar, se debe de solicitar vía correo electrónico al proceso de Finanzas la creación de este. Cuando se asignen nuevos códigos, se debe verificar en el sistema que no exista duplicidad de estos, teniendo descripciones o códigos diferentes para un mismo artículo.

5.2 Autorización solicitud de Orden de Compra

Las autorizaciones se realizan con base en la **PO-CO-001 Política de Compras**, se realizan por medio del sistema SAP. Estas se deben de autorizar durante las primeras 48 horas de haber ingresado la solicitud. Verificar en el sistema WISAP informe de estatus de autorización para saber en qué etapa de autorización se encuentra la solicitud y si esta fue aprobada, se encuentra en espera o fue rechazada.

5.3 Orden de Compra

Una vez autorizada la solicitud de compra se debe de esperar a que compras realice su gestión en un periodo máximo de 7 días hábiles.

5.4 Orden de Venta

Cuando ya se encuentre el producto solicitado en bodega, se debe generar orden de venta en SAP y se recoge en bodega con la Boleta **RE-CO-002 Solicitud de Materiales y Repuestos**.

Para órdenes de venta generadas por logística solo basta con el código de la orden de venta, no es necesario presentar la solicitud de materiales, ya que estos están asignados a una orden de trabajo.

5.5 Máximos y mínimos

Para definir mínimos y máximos se debe de identificar los códigos de productos con mayor rotación y comunicar al proceso de IT para que configure el código estableciendo la cantidad mínima y máxima.

Continuación de la tabla VIII.

SAP notifica cuando los mínimos y máximos llegan a un límite, generando un reporte el cual es enviado vía correo electrónico.

5.6 Traslados y devoluciones entre bodegas

Los traslados y devoluciones de artículos entre bodegas se realizan por medio de un traslado, de la bodega que realiza el traslado a una bodega en tránsito en SAP, la bodega que recibe el traslado debe de pasar los artículos de bodega en tránsito a su bodega.

Si en tal caso no hubiere personal para cargar a bodega de tránsito a la bodega que corresponde se debe de notificar con la **RE-CO-002 Solicitud de Materiales y Repuestos**, los repuestos o insumos entregados y utilizados, para que se realice el movimiento en el sistema correspondiente.

Para todos los traslados se debe de coordinar con logística, él envió de materiales, generando la **RE-LO-001 Boleta de Traslados**, la que sirve como evidencia de lo que se envía.

5.7 Ventas entre empresas

Si no se cuenta con algún insumo necesarios en la bodega asignada a la empresa y otra empresa del mismo grupo, si cuenta con el insumo en su bodega, se le puede solicitar la venta del insumo requerido (*notificar al dueño de la bodega*, para verificar si el insumo está disponible); para esto se debe de realizar lo siguiente en SAP:

- La bodega debe generar una entrega para clientes, en la base de datos de la bodega donde está el producto.
- Esto genera una factura y una cuenta por cobrar.
- Se debe generar orden de Ingreso de materiales, de los productos prestados en la base de datos del proceso que solicita la venta.
- Realizar por último la entrega en la base de datos del proceso solicitante.
- Esto se debe de realizar el mismo día que se realiza la venta para tener las bases de datos actualizadas.

5.8 Descargas contables

Al finalizar el mes, se realiza el descargo de la información por parte de finanzas, donde se procede a descargar de la contabilidad todos los consumos.

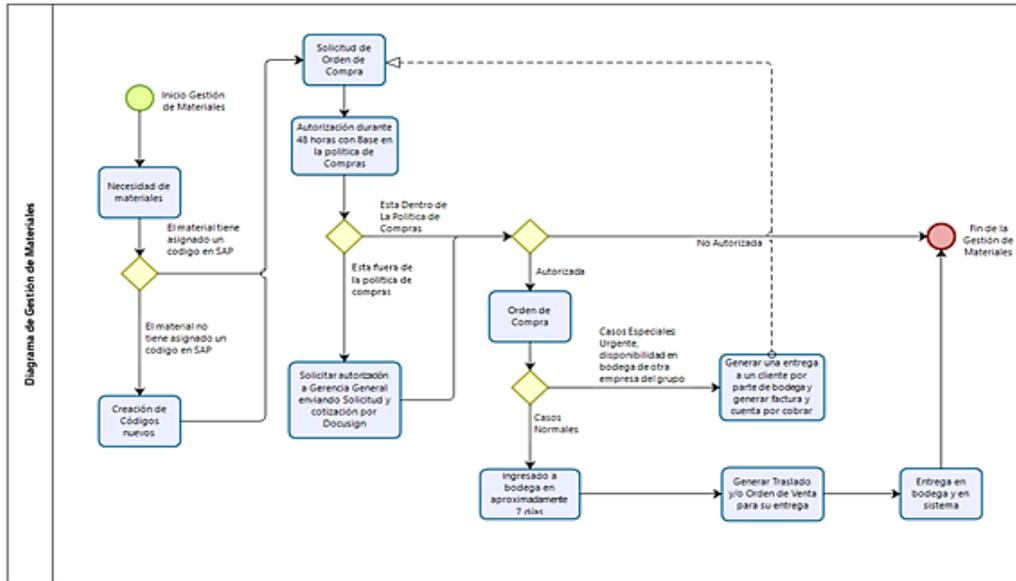
6. RESPONSABILIDAD

Las responsabilidades están definidas en el procedimiento y se asignan conforme al dueño del proceso.

Continuación de la tabla VIII.

7. ANEXOS

7.1 Diagrama Gestión de Materiales



7.2 Registro de firmas

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:

Fuente: elaboración propia, con base en información de GRUPO MACIZO S.A.

2.2.1.3. Procedimiento de baja de repuesto

Asegurar la fiabilidad de la información contenida en la base de datos permite tomar decisiones oportunas así mismo tener registros verídicos de los tiempos de consumo para el ajuste de los niveles de *stock*, en breve, se presenta el procedimiento para la baja de materiales.

Tabla IX. **Procedimiento rebajas de materiales**

	PROCEDIMIENTO REBAJAS DE MATERIALES	Código: PR-BO-002 Fecha: 13/06/2017												
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Realizar el descargo de inventario de los materiales luego de su utilización para cargar el costo a la unidad respectiva y tener información fiable del costo de producción.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Desde la solicitud de orden de venta hasta el cargo del coste a la unidad respectiva.</p> <p>3. REFERENCIAS</p> <p>4. DEFINICIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almacén en tránsito: almacén del sistema SAP que guarda los repuestos trasladados a planta. • Bodega de repuestos: Bodega Central ubicada en complejo Kontic. • Orden de Entrega: descarga del inventario de Bodega al centro de costo (planta). • Orden de Venta: solicitud preliminar de los materiales para cargar al costo de la planta de destino. • Almacén de Despacho: almacén disponible real en cada planta para insumos y repuestos, del que se realizan las descargas o rebajas reales en el sistema SAP. <p>5. DESARROLLO</p>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 60%;">ACTIVIDAD</th> <th style="width: 30%;">RESPONSABLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Realizar la solicitud de traslado en el sistema SAP, y orden de venta que sirve para rebajar los insumos/repuestos del inventario de la planta.</td> <td>Auxiliar de bodega</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Enviar correo al encargado de cómputo y jefe de planta correspondiente y jefe de bodega con captura de pantalla del sistema SAP del listado de materiales en tránsito adjuntando la orden de venta respectiva.</td> <td>Auxiliar de bodega / Jefe de planta / Jefe de bodega</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Descargar los materiales utilizados con la orden de venta creada en el numeral 1.</td> <td>Auxiliar de bodega</td> </tr> </tbody> </table>			No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	1	Realizar la solicitud de traslado en el sistema SAP, y orden de venta que sirve para rebajar los insumos/repuestos del inventario de la planta.	Auxiliar de bodega	2	Enviar correo al encargado de cómputo y jefe de planta correspondiente y jefe de bodega con captura de pantalla del sistema SAP del listado de materiales en tránsito adjuntando la orden de venta respectiva.	Auxiliar de bodega / Jefe de planta / Jefe de bodega	3	Descargar los materiales utilizados con la orden de venta creada en el numeral 1.	Auxiliar de bodega
No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE												
1	Realizar la solicitud de traslado en el sistema SAP, y orden de venta que sirve para rebajar los insumos/repuestos del inventario de la planta.	Auxiliar de bodega												
2	Enviar correo al encargado de cómputo y jefe de planta correspondiente y jefe de bodega con captura de pantalla del sistema SAP del listado de materiales en tránsito adjuntando la orden de venta respectiva.	Auxiliar de bodega / Jefe de planta / Jefe de bodega												
3	Descargar los materiales utilizados con la orden de venta creada en el numeral 1.	Auxiliar de bodega												

Continuación de la tabla IX.

<p>5.1 Rebaja de repuestos e insumos de bodega de Planta</p> <p>Se hace énfasis que el auxiliar de bodega es el responsable del despacho, inventario, manejo físico de su bodega.</p> <p>El auxiliar de bodega debe llevar su control interno de despacho de repuestos e insumos, como un control paralelo a las solicitudes de rebaja y abastecimiento generados por medios electrónicos.</p> <p>6. RESPONSABILIDAD</p> <p>Las responsabilidades están definidas en el procedimiento y se asignaran con forme al dueño del proceso.</p> <p>7. ANEXOS</p> <p>7.1 Registro de firmas</p> <table border="1"><thead><tr><th>Elaborado por:</th><th>Revisado por:</th><th>Autorizado por:</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>			Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:			
Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:						

Fuente: elaboración propia, con base en información de GRUPO MACIZO S.A.

2.2.1.4. Procedimiento de solicitud de compra

Las solicitudes de compra deben tener especial atención ya que se debe comprar lo que realmente se necesite para evitar caer en acumulación de materiales sin uso ya sea por compra excesiva o compra de materiales inadecuados, a continuación, se presenta el procedimiento para la solicitud de compra de materiales.

Tabla X. **Procedimiento solicitud de compra**

 <p>MACIZO INNOVACIÓN Y SERVICIO EN CONCRETO</p>	<p>PROCEDIMIENTO SOLICITUD DE COMPRA</p>	<p>Código: PR-BO-003 No. De Versión: 01 Fecha: 03/08/2021 Página 43 de 2</p>
<p>1. OBJETIVO Definir los lineamientos a seguir para el requerimiento de materiales en GRUPO MACIZO.</p> <p>2. ALCANCE Para todos los requerimientos de materiales a realizar.</p> <p>3. REFERENCIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • PO-BO-001 Política de GESTIÓN DE BODEGA • PO-CO-001 política de COMPRAS <p>4. DEFINICIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiales: son todos aquellos insumos, repuestos y herramientas, necesarias para el funcionamiento de las actividades. <p>5. DESARROLLO</p> <p>Para comprender mejor el desarrollo, se deben conocer los pasos que se siguen de acuerdo con la solicitud de materiales, es decir, los lineamientos que deben aplicarse para realizar solicitudes de materiales necesarios.</p> <p style="text-align: center;">5.1 Solicitud de materiales</p> <p>Cuando se detecte una necesidad de compras por cualesquiera de los departamentos DE GRUPO MACIZO Se debe realizar el requerimiento respectivo de acuerdo con los siguientes lineamientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se verifica si el material a requerir está registrado dentro de la actual base de datos SAP. • Si el material está dentro de la base de datos se realiza el requerimiento con el código y la descripción registrada en la base de datos SAP de la empresa. • Cuando el material no se encuentre registrado en la base de datos, se debe realizar una solicitud de creación de código enviando por medio de correo electrónico al departamento de IT la descripción y uso específico del nuevo material a ingresar al sistema, IT proporciona el código respectivo. • Verificar si se tienen registro del último precio de compra, si se tiene la información se ingresa al requerimiento con el precio de referencia. • Al no contar con precio de referencia se envía una solicitud de cotización al departamento de compras, y todo requerimiento de compras debe tener un precio de referencia ya que en base a ello el sistema define los niveles de autorización necesarios. 		

Continuación de la tabla X.

6. RESPONSABILIDAD		
Las responsabilidades están definidas en el procedimiento y se asignaran con forme al dueño del proceso.		
7. ANEXOS		
7.1 Registro de firmas		
Elaborado por:	Revisado Por:	Autorizado Por:

Fuente: elaboración propia, con base en información de GRUPO MACIZO S.A.

2.2.1.5. Procedimiento de registro de información

El registro de la información es la base del sistema de gestión de materiales ya que permite el caculo de los niveles de inventario con base en consumo, rotación, costeo entre otros análisis para la toma de decisiones. A continuación, se presente el procedimiento para actualización de *stocks* de repuestos.

Tabla XI. **Procedimiento actualización de stock**

	PROCEDIMIENTO ACTUALIZACIÓN DE STOCK	Código: PR-BO-001 No. De Versión: 01 Fecha: 07/07/2021 Página 45 de 2
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Definir los lineamientos a realizar para el registro de salidas y entradas de materiales y actualización de <i>stocks</i> en las bodegas de GRUPO MACIZO.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Para todas las salidas y entradas de materiales a bodegas</p> <p>3. REFERENCIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • PO-BO-001 Política de GESTIÓN DE BODEGA <p>4. DEFINICIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiales: son todos aquellos insumos, repuestos y herramientas, necesarias para el funcionamiento de las actividades. <p>5. DESARROLLO</p> <p>Para comprender mejor el desarrollo, se deben conocer los pasos que se siguen de acuerdo con los movimientos que se realizan con los materiales, es decir, los materiales que ingresan y los que salen.</p> <p style="text-align: center;">5.1 Ingreso de materiales</p> <p>Cuando se reciba algún material producto directamente de un proveedor o procedente de un traslado se corrobora la información de la solicitud de material, si no existe una solicitud de material, se reporta a jefatura de bodega quien verifica si existe una confusión o confirma al auxiliar de bodega para la recepción o rechazo del material.</p> <p>Luego de corroborar que existe una solicitud o tener confirmación para la recepción del material se revisa la información del envío o factura para confirmar que coincida con las especificaciones del material que se recibe, si todo concuerda se recibe el material.</p> <p>Si la solicitud de material fue hecha por auxiliar de bodega, se ingresa al sistema o se envía la información al digitador para que la ingrese.</p> <p>Si el material que se recibe corresponde a una solicitud de emergencia, se notifica inmediatamente al solicitante, se brinda la información para el llenado de la boleta de salida, se entrega el material. Seguidamente se realiza el ingreso al <i>stock</i> de bodega e inmediatamente la baja para registrar el consumo.</p>		

Continuación de la tabla XI.

<p>5.2 Salida de Materiales</p> <p>Al recibir una solicitud de materiales, se corrobora <i>stock</i> y se brinda la información de existencia actual y código del material para que el solicitante pueda llenar la boleta de salida.</p> <p>Se recibe la boleta de salida, se corrobora que la información este correcta y se realiza la entrega del material solicitado.</p> <p>Inmediatamente luego de la entrega del material se ingresa la información al sistema para la actualización del <i>stock</i> de repuestos, o se envía al digitador correspondiente para que la información se actualice lo antes posible.</p> <p>Si el <i>stock</i> del material queda en un valor igual o debajo del mínimo se realiza solicitud en la solicitud semanal junto a otros materiales.</p> <p>6. RESPONSABILIDAD</p> <p>Las responsabilidades están definidas en el procedimiento y se asignaran con forme al dueño del proceso.</p> <p>7. ANEXOS</p> <p>7,1 Registro de firmas</p> <table border="1"><thead><tr><th>Elaborado por:</th><th>Revisado por:</th><th>Autorizado por:</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>			Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:			
Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:						

Fuente: elaboración propia, con base en información de GRUPO MACIZO S.A.

2.2.2. Desarrollar una metodología para la clasificación de repuestos en familias de acuerdo con su criticidad con base en el nivel de rotación y tiempo de paro que puede ocasionar la falta del repuesto

La gestión de repuestos tiene el objetivo primordial que tener lo necesario para las intervenciones necesarias en el momento oportuno, ya que la falta de un

repuesto puede detener la producción por un tiempo extenso más allá del tiempo que se pudo emplear si se contará con el repuesto, esto conlleva un costo de oportunidad por las unidades que no se produjeron por tal motivo es necesario asegurar *stocks* en bodega sin embargo se debe optimizar este costo dentro de niveles permisibles para la empresa pues un *stock* amplio de componentes de recambio con baja rotación tiene un costo elevado de almacenamiento.

2.2.2.1. Repuestos con mayor rotación

Dentro de los repuestos que se tienen en una bodega los de mayor atención son aquellos con una mayor rotación pues su utilización es frecuente y el riesgo de desabastecimiento es aún mayor respecto a aquellos repuestos que tienen una rotación baja.

La rotación de los repuestos se refiere a la cantidad de salidas de bodega que va ligado a la cantidad de ingresos a bodega, un elemento con una alta rotación tiene constantes entradas y salidas de bodega.

Un elemento con baja rotación presenta bajos registros de ingresos y egresos.

La definición de cuando se cataloga como un nivel bajo rotación y cuando se categoriza como una alta rotación depende de cada organización, para la empresa se considera una alta rotación aquellos repuestos que tengan como mínimo una salida mensual.

2.2.2.2. Jerarquización de las fallas

Las fallas en los equipos pueden tener diferente nivel de criticidad desde fallas que requieren intervenciones menores a 1 hora hasta eventos de falla en los que el equipo queda detenido indefinidamente, en la tabla XII se presenta la categorización de las fallas.

Tabla XII. Jerarquización de falla en equipos

TIPO DE FALLA	DESCRIPCION	PROBABILIDAD DE FALLA
Critica	Falla en un equipo que requiere intervención superior a 8 horas, fallan simultáneamente varios componentes, se necesita movilización de personal de apoyo, repuestos o inclusive detiene producción de manera indefinida.	BAJA
Grave	Falla suscitada en un equipo, requiere intervención menor a 8 horas y mayor a 4 horas.	MEDIA
Moderada	Falla suscitada en un equipo, requiere intervención menor a 4 horas y mayor a 1 horas.	ALTA
Manejable	Falla suscitada en un equipo, requiere intervención menor a 1 hora.	ALTA

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.3. Familias de repuestos

¿Cuáles son los repuestos de mayor criticidad? Para responder esta interrogante se deben analizar aspectos como el tiempo de paro probable al carecer del repuesto, el costo asociado a este tiempo, el precio del repuesto y la relación costo de oportunidad vs. costo del repuesto.

En la siguiente tabla se presenta el formato de la matriz de análisis de criticidad.

Tabla XIII. **Matriz para análisis de criticidad de repuestos**

Descripción	Requiere intervención programada (SI/NO)	Detiene la línea de producción (SI/NO)	Tiempo promedio abastecimiento (falta de stock, se asume abastecimiento en bodega central)	Precio del material	Costo de oportunidad (horas x 3500)	Costo (costo oportunidad/costo del material)	Criticidad (en base a costo)	Probabilidad de fallo	Familia/ grupo
Faja D2800 doble dentada	NO	SÍ	3,5	Q 5 800,00	Q 12 250,00	211 %	ALTA	ALTA	A
Sensor inductivo 30mm Marca TELEMECANIC	NO	SÍ	3,5	Q 850,00	Q 12 250,00	1441 %	ALTA	ALTA	A
Accionador Cil Flex 131-6155 Cil	NO	SÍ	3,5	Q 1 200,00	Q 12 250,00	1021 %	ALTA	ALTA	A
Banda de hule 3 capas de 48" de ancho x metro	NO	SÍ	3,5	Q 9 600,00	Q 12 250,00	128 %	MEDIA	ALTA	B
Caja reductora T4 relación 15-1 diámetro 2 3/16"	SÍ	SÍ	3,5	Q 14 000,00	Q 12 250,00	88 %	BAJA	BAJA	C

Alta: la diferencia relación entre el costo de oportunidad y el costo del material es igual o mayor al 200 % (A)
 Media: la diferencia relación entre el costo de oportunidad y el costo del material esta entre 150 % - 199 % (B)
 Baja: la diferencia relación entre el costo de oportunidad y el costo del material es menor a 150 % (C)

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII se describen los criterios para el análisis de la criticidad tales como: si detiene producción, es un recambio programable o no, tiempo de traslado en caso de no tener *stock*, precio del repuesto, costo de oportunidad y la relación costo de oportunidad vs. costo del repuesto.

En el caso de los recambios que son programables, no se requiere la tenencia constante de estos repuestos en bodega pues se utilizaran cuando se tenga una intervención con una coordinación previa.

Con los elementos de recambio que no implican un paro de producción ya sea porque el componente es independiente a la línea de producción o se puede tener fuera de servicio temporalmente sin afectar el proceso productivo, no se requiere mantener un *stock* pues en el momento de la necesidad de puede tener

el proceso de solicitud, compra o traslado según aplique sin que se vea afectada la producción.

Los elementos que de recambio que no son programables y que implican un paro de producción en el momento de la necesidad son los elementos a los cuales se necesita establecer un control riguroso ya que representan un coste significativo de oportunidad, tomando en cuenta la criticidad en el momento de la falla y la probabilidad de que esta falla se presente para la clasificación de las familias se establecen los siguientes criterios:

El principal indicativo de criticidad es el costo de oportunidad generado por la falta del repuesto, y el costo de este, porque al ser un repuesto con un valor elevado pudiera inclusive ser mayor al costo de oportunidad, por lo tanto, la relación costo de oportunidad vs. costo del repuesto es el valor de juicio para clasificar los repuestos dentro de tres familias.

- Familia A el cociente entre el costo de oportunidad y el valor del producto es igual o mayor a 2.
- Familia B el cociente entre el costo de oportunidad y el valor del producto es igual o mayor a 1,5 e igual o menor a 1,99.
- Familia C el cociente entre el costo de oportunidad y el valor del producto es menor a 1,5.

2.2.2.4. Estimación de *stocks* mínimos y máximos

En la tabla VI se presentan los aspectos relevantes para la clasificación de los repuestos en familias, la familia que impera en los controles de inventario es la familia A ya que representa un mayor costo de oportunidad.

Para los controles de inventario se establecen las métricas de nivel mínimo de inventario o punto de reorden y el nivel máximo para cada artículo, estas métricas permiten asegurar la tenencia de los materiales optimizando el costo y tiempo de almacenamiento.

El punto de reorden se estima con base en la siguiente ecuación:

$$\text{Punto de reorden} = \text{Demanda durante el tiempo de entrega} + \text{stock de seguridad}$$

Se necesita conocer la demanda del artículo durante el tiempo de entrega, porque ese es el tiempo que hay que esperar antes de que lleguen las nuevas existencias, la siguiente ecuación describe la forma de estimar la demanda.

$$\text{Demanda durante el tiempo de entrega} = \text{demanda promedio diaria} \times \text{tiempo de entrega en días}$$

La demanda promedio diaria se calcula tomando la demanda total en un período dado (mensual, anual, entre otros), dividiéndolo por la cantidad de días que tenga ese período.

El *stock* de seguridad se calcula tomando en consideración la cantidad del artículo necesaria para cubrir una variación de la demanda y un riesgo de que el proveedor no cuente con existencia; el *stock* de seguridad aplica para aquellos materiales que requieren cuyo manejo es versátil, en algunos materiales como cables de acero, alambres eléctricos las longitudes que se necesitan son específicas y no aplica tener *stock* de seguridad ya que el inventario se incrementaría significativamente.

- Ejemplo 1: cálculo de punto de reorden

Se necesita establecer el nivel de reorden para tornillos cabeza de martillo, este tornillo se utiliza en palas de mezcladora debido a la abrasión sufren un desgaste constante y es necesario hacer reemplazos de forma periódica, en la tabla XIV se detalla el consumo de estos materiales en el último cuatrimestre, asumiendo que en bodega central (proveedor), se cuenta con *stock* suficiente y que se realiza un único pedido a la semana, calcular en *stock* mínimo (nivel de reorden).

Tabla XIV. **Registro de movimientos de inventario**

PVX_P06		
Etiquetas de fila		Suma de Quantity
MECAN01610		21
TORNILLO CON CABEZA DE MARTILLO M12X90 DIN186 (VTM01) GRADO 8		15
29/07/2021	P06	6
6/08/2021	P06	6
16/08/2021	P06	3
TORNILLO CON CABEZA DE MARTILLO M12X90 DIN186 (VTM01) MECAN01610 { MECAN01610 }		6
24/05/2021	P06	6
Total general		21

Fuente: GRUPO MACIZO S.A. *Base de datos. s/p.*

Al analizar los datos de la tabla se obtiene un consumo promedio diario de: 24/05/2021 al 16/08/2021 transcurrieron 84 días con un consumo de 21 unidades.

$$21/84 = 0,25 \text{ unidades de consumo medio por día.}$$

Considerando que se realiza un único pedido semanal, el tiempo de entrega son 7 días calendario.

El *stock* mínimo es lo que se necesita para un período de 7 días (tiempo de entrega) + 5 días como como *stock* de seguridad por posible falta de *stock* con el proveedor (este valor depende de los históricos de despacho, en caso de carecer de data queda al criterio del jefe de almacenes y suministros), el tiempo de entrega sería por lo tanto 12 días.

Empleando la ecuación:

Punto de reorden= Demanda durante el tiempo de entrega + *stock* de seguridad.

Sabiendo que demanda media diaria es 0,25 unidades por día y sustituyendo los valores en la ecuación se obtiene lo siguiente:

$$\text{Punto de reorden} = (0,25 \cdot 7) + (0,25 \cdot 5) = 3$$

- Interpretación de resultados
 - El *stock* mínimo (punto de reorden), corresponde a 3 unidades
 - *Stock* mínimo significa que cuando se tengan 3 unidades o menos se debe hacer la solicitud de este material.
 - ¿Qué sucede si el cálculo del *stock* mínimo me da un valor menor a 1 o se obtienen valores decimales? en este caso se toman los criterios siguientes:
 - Si es menor a 1, se redondea a 1
 - En el caso de las cifras decimales se aproximan al entero inmediato superior.

- Cantidad que solicitar

Para la definición de la cantidad a solicitar se debe tener en cuenta el costo de los artículos, para ello se establece la siguiente tabla como referencia la cual debe ajustarse con base en las necesidades cambiantes de la empresa, las modificaciones están a cargo del jefe de almacenes y suministros quien basado en acuerdos de entrega o compras anticipadas ajusta los valores para materiales específicos.

Tabla XV. **Criterios para definir la cantidad a solicitar**

Valor del material	Nivel del pedido respecto del <i>stock</i> mínimo
Menos a Q 100,00	100 %
Mayor a Q 100,00 hasta Q 500,00	50 %
Mayor a Q 500,00	25 %

Fuente: elaboración propia.

- Ejemplo 2: solicitud de materiales

Tomando como referencia el ejemplo 1, se obtiene un *stock* mínimo (nivel de reorden) de 3 unidades, esto significa que cuando se tenga en bodega 3 unidades o menos es necesario hacer una solicitud en el pedido semanal, queda por determinar ¿Qué cantidad pedir? Para ello se toman los criterios de la tabla XV, sabiendo que el precio del material (TORNILLO CON CABEZA DE MARTILLO M12X90 DIN 186 (VTM01) GRADO 8), es de Q125,00, se toma como cantidad a solicitar el 50 % del *stock* mínimo $3 * 50 \% = 1,5$ unidades, cuando se obtenga resultados decimales se aproximan al número entero inmediato superior que en este caso corresponde a 2 unidades que es el valor a solicitar cuando se alcance el inventario mínimo.

El inventario máximo corresponde entonces al nivel mínimo establecido + cantidad a solicitar; no debe exceder dicho valor ya que representa una rotura del control y puede suponer que no se realizan las rebajas respectivas de *stock*, se erró en la toma de inventario físico u otra anomalía que debe corregirse inmediatamente.

2.2.3. Determinación del costo de bodega

El costo ideal de bodega para una empresa es 0 ya que implicaría que no se tiene un costo de almacenaje y no se tiene dinero invertido en repuestos que no se utilizan de forma inmediata, sin embargo este escenario ficticio no aplica para ninguna organización pues se deben considerar los riesgos de no contar con repuesto, tiempos de compra entrega entre otros por tal razón las organizaciones tienen bodegas que no tienen un coste nulo pero se busca un balance entre el costo de oportunidad y el costo por el almacenamiento y manejo de bodega.

2.2.3.1. Nivel de producción

El nivel de producción en una organización va directamente ligado con la eficiencia de la maquinaria, las horas de trabajo, la demanda del mercado entre otros. Tomando como referencia las especificaciones del fabricante de los equipos de producción representados en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Capacidad productiva de las líneas de producción según el fabricante**

MODELO	TAMAÑO MÁXIMO* DE BANDEJA (mm)	SUPERFICIE ÚTIL DE DESMOLDEO	TIEMPO DEL CICLO** (seg.)	PIEZAS POR CICLO			PRODUCCIÓN HORA***		
				ADOQUINES 10X20 (uds)	BLOQUES 15X20X40	BLOQUES 20X20X40	ADOQUINES Monocapa 10X20 (m ²)	BLOQUES 15X20X40	BLOQUES 20X20X40
Prensas Fijas Automáticas									
PRIMA	1.080 x 680	1.020 x 640	18	27	6	5	108	1.200	1.000
SYNCRO	1.400 x 750	1.300 x 690	16	36	12	9	162	2.700	2.025
Prensas Fijas de Alto Rendimiento									
UNIVERSAL	1.400 x 750	1.300 x 690	13	36	12	9	199	3.323	2.492
UNIVERSAL 900	1.400 x 900	1.300 x 850	14	42	14	12	216	3.600	3.086
NOVABLOC	1.400 x 750	1.300 x 690	12	36	12	9	216	3.600	2.700
NOVABLOC 900	1.400 x 900	1.300 x 850	13	42	14	12	233	3.877	3.323
MEGABLOC	1.400 x 1.350	1.300 x 1.300	14	66	21	18	370	5.400	4.629
* El tamaño de la bandeja (sea madera, metal o plástico) puede variar según las necesidades de cada proyecto.									
** El tiempo de ciclo es indicativo y puede variar en función del tipo de producto a fabricar, la calidad de los áridos, el personal y demás factores de la producción.									
*** La producción/hora es indicativa y está calculada al 100% de la capacidad productiva de cada prensa.									

Fuente: POYATOS. *Manual de equipos*. p. 14.

Siendo el modelo del equipo el equivalente al modelo SYNCRO descrito en la tabla XVI. El tiempo más lento de producción corresponde a 2025 unidades/hora. al 100 % de la capacidad con las condiciones ideales.

2025 unidades/hora * 18 horas promedio de trabajo efectivo al día *26 días promedio de trabajo = 947, 700 unidades producidas mensualmente

2.2.3.2. Cuantificación de la proporción de la bodega actual con base al nivel de producción

En el numeral 2,1.4 se presenta el detalle del costo de bodega que asciende a Q 61 443,79 tomando este valor como referencia y equivalencia del promedio

mensual, al hacer el cálculo del costo de almacenamiento por cada unidad producida.

$$\frac{\text{Costo promedio de bodega mensual (Q 61,443,79)}}{\text{Unidades producidas (947,700)}}$$

Se obtiene un valor de Q 0,065, que representa la porción del costo de almacenamiento y manejo de materiales por cada unidad producida.

2.2.3.3. Cuantificación de la bodega tomando como referencia los niveles de inventario estimados y la proporción que representa con base al nivel de producción

Una vez establecidos los niveles de inventario corresponde la cuantificación del valor monetario que representa contar con estos *stocks* y hacer la comparativa respecto del nivel de producción.

Tabla XVII. **Cuantificación monetaria de los repuestos sujetos a control de inventarios**

No.	Planta	Código MACIZO	Descripción	Stock mínimo	Unidad de medida	Cantidad a solicitar	Stock máximo	Costo unitario	Valor máximo bodega	Valor mínimo bodega	
1	PVX	MECAN00036	CABLE ALMA DE YUTE 3/16	1	Unidad	1	2	Q 158,00	Q 316,00	Q 158,00	
2	PVX	MECAN00039	CABLE ALMA YUTE 5/16 X MT	1	Unidad	1	2	Q 214,20	Q 428,40	Q 214,20	
3	PVX	MECAN00040	CABLE ALAM YUTE 5/8 X MT	1	Unidad	1	2	Q 746,24	Q 1 492,48	Q 746,24	
4	PVX	MECAN00149	COJINETE 6004 2RS	10	Unidad	10	20	Q 23,52	Q 470,40	Q 235,20	
5	PVX	SOLDA00038	ELECTRODO 6013 1/8 PUNTO CAFÉ	22	Libra	22	44	Q 9,82	Q 432,17	Q 216,08	
6	PVX	SOLDA00049	EMPAQUE P/ DESPALE TIZADOR 623MM	8	Unidad	4	12	Q 196,43	Q 2 357,16	Q 1 571,44	
7	PVX	MECAN00305	FAJA C-390	2	Unidad	2	4	Q 763,54	Q 3 054,16	Q 1 527,08	
8	PVX	MECAN00398	FAJA D2800 8M85 DOBLE DENTADA	2	Unidad	1	3	Q 5 124,29	Q 15 372,87	Q 10 248,58	
9	PVX	MECAN01665	FAJA TERMOSOLDABLE TIPO C MTS	20	Metro	25	45	Q 166,96	Q 7 513,20	Q 3 339,20	
10	PVX	MECAN00817	GRAPAS FLEXO 190 E	2	Caja	2	4	Q 377,71	Q 1 510,84	Q 755,42	
11	PVX	ELECT00361	PRENSA CABLE 5/16 NO. 8	4	Unidad	4	8	Q 3,57	Q 28,56	Q 14,28	
12	PVX	VARIOS0164	PRENSA CABLE 5/8	4	Unidad	4	8	Q 8,93	Q 71,44	Q 35,72	
13	PVX	VARIOS0266	TORNILLO ALLEN 10X50 C/PLANA GR. 8 COMPLETO	20	Unidad	20	40	Q 5,69	Q 227,44	Q 113,72	
14	PVX	VARIOS0272	TORNILLO ALLEN 12X50 CABEZA PLAN GR. 8 COMPLETO	20	Unidad	20	40	Q 5,28	Q 211,10	Q 105,55	
15	PVX	MECAN01610	TORNILLO CON CABEZA DE MARTILLO M12X90 DIN186 (VTM01) GRADO 8	3	Unidad	2	5	Q 147,57	Q 737,85	Q 442,71	
16	PVX	MECAN00661	UNIO P/CADENA PASO 80	4	Unidad	4	8	Q 6,02	Q 48,16	Q 24,08	
17	PVX	MECAN00084	CHUMACERA UCP 211-35	1	Unidad	2	3	Q 289,06	Q 867,18	Q 289,06	
18	PVX	ELECT00259	SENSOR INDUCTIVO DE 30MM MARCA TELEMECANIC	2	Unidad	2	4	Q 614,09	Q 2 456,36	Q 1 228,18	
19	PVX	MECAN00378	FAJA B-86	2	Unidad	2	4	Q 53,72	Q 214,88	Q 107,44	
20	PVX	MECAN00003	ACCIONADOR CIL FLEX 131-6155 CIL	1	Unidad	1	2	Q 1 629,00	Q 3 258,00	Q 1 629,00	
21	PVX	MECAN00425	CUBETAS DE GRASA MOBILUX EPU	1	Unidad	1	2	Q 1 097,94	Q 2 195,88	Q 1 097,94	
22	PVX	MECAN02921	ACEITE SHELL HIDRÁULICO S1 M68 X GALÓN	5	Galón	5	10	Q 133,19	Q 1 331,90	Q 665,95	
23	PVX	VARIOS2082	HULE P/PINZA DE ADOQUÍN 4" X 2 1/2" X 1/2"	2	Unidad	2	4	Q 488,39	Q 1 953,56	Q 976,78	
									Q 12 263,16	Q 46 549,99	Q 25 741,85

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 365.

Los 23 repuestos ingresados a control de inventario representan un costo máximo de Q 46 549,99, al hacer el cálculo del cociente respecto el nivel de producción mensual se obtiene los siguientes resultados:

$$Q 46 549,99 / 947 700,00 \text{ unidades mensuales} = Q 0,049.$$

Con base en la información previa se determina que el costo óptimo por manejo de materiales se estima en cinco centavos.

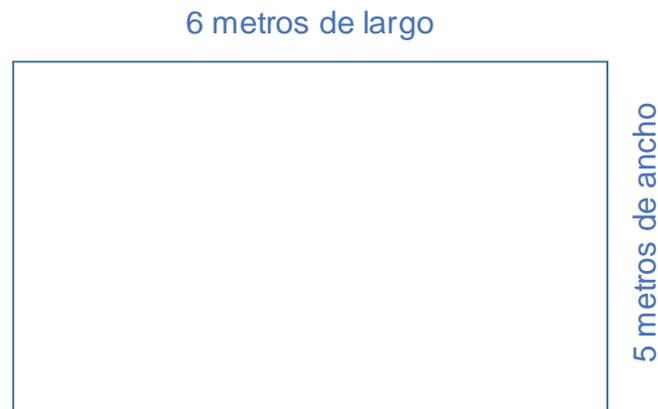
Dadas las variaciones en el nivel de producción repuestos que no están sujetos a control se establece como permisible una variación de hasta el 15 % del valor máximo descrito en la tabla XVII con lo cual el rango monetario aceptable del costo de bodega queda de la siguiente manera:

- Valor mínimo estimado de bodega: Q 39 567,49
- Valor máximo aceptable de bodega: Q 53 532,48

2.2.4. Cuantificación de capacidad instalada en bodega

La bodega cuenta con un espacio físico de geometría rectangular de 6m x 5m como se detalla en la figura 4.

Figura 4. **Esquema del espacio físico de bodega**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Dentro del área de bodega se cuenta con 2 estantería con las siguientes dimensiones:

- Una estantería de 0,6m de ancho y 4,5 m de largo con tres niveles
- Una estantería de 0,6m de ancho y 4 m de largo con tres niveles

El área superficial para el almacenamiento de materiales se describe a continuación:

$$(0,6\text{m} \times 4,5\text{m} \times 3 = 8,1) + (0,6\text{m} \times 4\text{m} \times 3 = 7,2) = 15,3 \text{ m}^2.$$

Este espacio físico es suficiente para el almacenamiento de los elementos necesarios en planta.

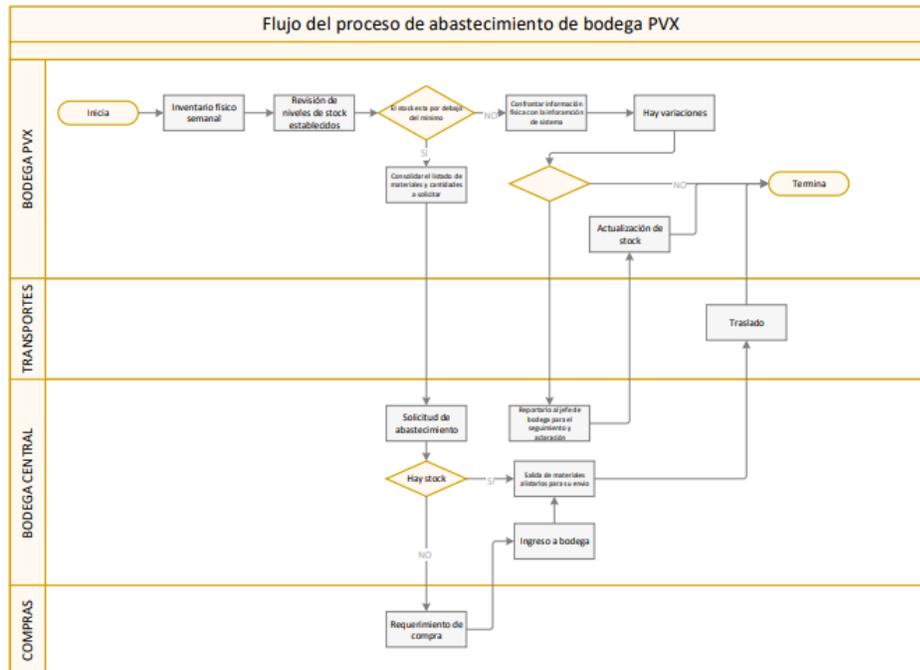
2.2.4.1. Desarrollo de procesos para el sistema de gestión de inventario de repuestos

En los siguientes incisos se describe el desarrollo del proceso para la gestión de inventario de repuestos.

2.2.4.1.1. Proceso para abastecimiento de bodega

Un proceso contiene un grupo de actividades relacionadas entre sí que se llevan a cabo para lograr un resultado, el proceso de abastecimiento de bodega engloba las actividades necesarias para dicha acción, en la figura 5 se presenta el flujograma del proceso para el abastecimiento de bodega.

Figura 5. **Flujograma abastecimiento de bodega**

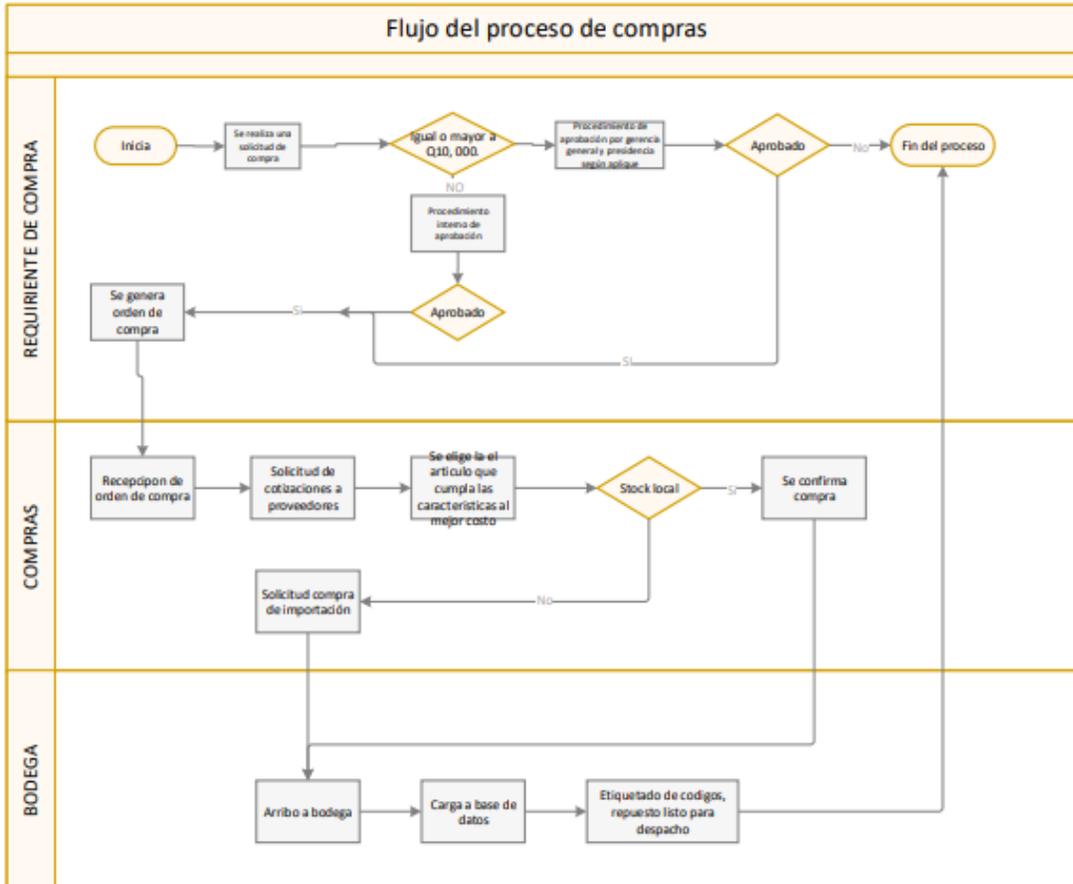


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.2.4.1.2. **Proceso de compra**

El proceso de compras inicia desde la necesidad de un artículo, la solicitud de compra la pueden generar todos los departamentos con base en sus necesidades, el proceso de compras abarca desde la necesidad hasta la tenencia del repuesto en bodega listo para su extracción y utilización, en la figura 6 se representa el flujo del proceso.

Figura 6. **Flujograma del proceso de compras**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.2.4.1.3. Procedimiento para actualización de procesos

Los procesos asociados dentro de un sistema de gestión son dinámicos pues están inmersos dentro del ciclo de mejora continua y pueden quedar obsoletos en el mediano o corto plazo, si no se tiene un procedimiento para la actualización de los mismo, en el caso de la empresa es de carácter primordial mantener un monitoreo y ajuste de los procesos pues la empresa se encuentra

en una etapa de crecimiento acelerado lo que hace necesario ajustar constantemente las necesidades que se van presentando, es importante por lo tanto generar lineamientos para la actualización, modificación o ajuste a los procesos, en la figura 7 se presentan los lineamientos del procedimiento para la modificación y creación de nuevos documentos para el sistema de gestión de inventario de repuestos.

Figura 7. **Lineamientos para creación de documentos**

Los procedimientos pueden ser tan sencillos o extensos siempre que se deje claro la secuencia de pasos para la obtención del resultado final, para la implementación de un nuevo proceso se debe tener el visto bueno del revisor y el jefe de almacenes y suministros.

Nomenclatura de políticas, procesos y procedimientos.

Para la identificación de las políticas, procesos y procedimientos se debe seguir la siguiente nomenclatura:

- a. Inicialmente se debe utilizar una de las tres alternativas siguientes:
 1. "PR" es indicativo de que los documentos tienen el detalle de un procedimiento
 2. "PO" es indicativo de que los documentos tienen el detalle de una política
 3. "DG" es indicativo de que los documentos tienen el diagrama de flujo de un procedimiento.
- b. Seguidamente se coloca el departamento al que pertenece el documento
 1. "BO" es indicativo de que el documento pertenece al departamento de almacenes y suministros (bodega).
 2. "LO" es indicativo de que el documento pertenece al departamento de logística.
 3. "CO" es indicativo de que el documento pertenece al departamento de compras.
- c. Por último, se coloca un número correlativo que indica que número de documento es, la numeración inicia con el valor 001 y será tan grande como el número de documentos que se tengan seguido de una breve descripción.

Ejemplo de nomenclaturas de políticas, procesos y procedimientos

PO-BO-001 política de gestión de bodega; esta nomenclatura identifica a la política del departamento de almacenes y suministros (bodega) número 1.

PR-BO-001 control de stocks bodega PVX; esta nomenclatura identifica al procedimiento del departamento de almacenes y suministros (bodega) número 1.

DG-BO-001 solicitud de suministros; esta nomenclatura identifica al diagrama de flujo del proceso del departamento de almacenes y suministros (bodega) número 1.

Fuente: elaboración propia, con base en referencia al procedimiento para la elaboración y control de información documentada, propiedad de GRUPO MACIZO S.A.

2.2.4.1.4. Procedimiento para actualización de niveles de inventario

Para la estimación de los niveles de inventario se definen los lineamientos en el numeral 2.2.2.4., para definir si los niveles establecidos son los adecuados se debe monitorear de forma constante los ingresos y egresos de materiales, si permanencia de *stocks* mínimos se cumple es el indicativo de que los valores son correctos.

La rotura de *stock* se refiere a valores que se salen de los valores de *stock* máximo y mínimo, si se detectan roturas de *stock* de manera continua es indicativo de la necesidad de volver a estimar los niveles de inventario, las roturas de *stock* pueden ocurrir debido a paros de producción, condiciones ambientales como tormentas, inundaciones que tienen un impacto directo en los equipos productivos y pueden provocar picos de consumo, para cada evento de rotura se deber analizar la razón para determinar si fue un evento aislado o tiene una recurrencia.

La parte fundamental es contar con registros verídicos y actualizados de consumos pues en base a ellos se puede recalcular los niveles de *stock*, en la tabla XVIII se presenta el procedimiento para la actualización de *stocks*.

Tabla XVIII. **Procedimiento actualización de stock**

	<p>PROCEDIMIENTO ACTUALIZACIÓN DE STOCK</p>	<p>Código: PR-BO-001 No. De Versión: 01 Fecha: 04/07/2021 Página 65 de 2</p>
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Definir los lineamientos a realizar para el registro de salidas y entradas de materiales y actualización de <i>stocks</i> en las bodegas de GRUPO MACIZO.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Para todas las salidas y entradas de materiales a bodegas</p> <p>3. REFERENCIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • PO-BO-001 Política de GESTIÓN DE BODEGA <p>4. DEFINICIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiales: son todos aquellos insumos, repuestos y herramientas, necesarias para el funcionamiento de las actividades. <p>5. DESARROLLO</p> <p>Para comprender mejor el desarrollo, se deben conocer los pasos que se siguen de acuerdo con los movimientos que se realizan con los materiales, es decir, los materiales que ingresan y los que salen.</p> <p style="padding-left: 40px;">5.1 Ingreso de materiales</p> <p>Cuando se reciba algún material producto directamente de un proveedor o procedente de un traslado se corrobora la información de la solicitud de material, si no existe una solicitud de material, se reporta a jefatura de bodega quien verifica si existe una confusión o confirma al auxiliar de bodega para la recepción o rechazo del material.</p> <p>Luego de corroborar que existe una solicitud o tener confirmación para la recepción del material se revisa la información del envío o factura para confirmar que coincida con las especificaciones del material que se recibe, si todo concuerda se recibe el material.</p> <p>Si la solicitud de material fue hecha por auxiliar de bodega, se ingresa al sistema o se envía la información al digitador para que la ingrese.</p> <p>Si el material que se recibe corresponde a una solicitud de emergencia, se notifica inmediatamente al solicitante, se brinda la información para el llenado de la boleta de salida, se entrega el material. Seguidamente se realiza el ingreso al <i>stock</i> de bodega e inmediatamente la baja para registrar el consumo.</p>		

Continuación de la tabla XVIII.

<p>5.2 Salida de materiales</p> <p>Al recibir una solicitud de materiales, se corrobora <i>stock</i> y se brinda la información de existencia actual y código del material para que el solicitante pueda llenar la boleta de salida.</p> <p>Se recibe la boleta de salida, se corrobora que la información este correcta y se realiza la entrega del material solicitado.</p> <p>Inmediatamente luego de la entrega del material se ingresa la información al sistema para la actualización del <i>stock</i> de repuestos, o se envía al digitador correspondiente para que la información se actualice lo antes posible.</p> <p>Si el <i>stock</i> del material queda en un valor igual o debajo del mínimo se realiza solicitud en la solicitud semanal junto a otros materiales.</p> <p>6. RESPONSABILIDAD</p> <p>Las responsabilidades están definidas en el procedimiento y se asignaran con forme al dueño del proceso.</p> <p>7. ANEXOS</p> <p>7,1 Registro de firmas</p> <table border="1"><thead><tr><th>Elaborado por:</th><th>Revisado por:</th><th>Autorizado por:</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>			Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:			
Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:						

Fuente: elaboración propia, con base en información de GRUPO MACIZO S.A.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE UN PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELECTRICA EMPLEANDO PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA EN LA PLANTA DE VIBRO COMPACTADOS (PVX) UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO DE LA EMPRESA GRUPO MACIZO S.A.

3.1. Cuantificación del consumo de energía eléctrica en iluminación

El mayor consumo eléctrico en iluminación se concentra en los patios de almacenamiento ya que se tiene un área extensa y por lo tanto reflectores de alta potencia, el consumo de energía eléctrica se representa en la siguiente tabla.

Tabla XIX. Gasto mensual estimado por iluminación de patios

Cantidad	Potencia (watt)	Tipo de luminaria	Lúmenes/watt	Total, lúmenes	Horas promedio uso al día	Consumo día (kW/h)	Consumo mensual (kW/h)	Costo por kW/h	Consto mensual/ unidad
6	150	Fluorescente	70	10 500	15	13,5	405	Q 1,80	Q 729,00
6	400	Led	110	44 000	15	36	1 080	Q 1,80	Q 1 944,00
4	100	Fluorescente	70	7 000	22	8,8	264	Q 1,80	Q 475,20
Total						58,3	1749		Q 3 148,20

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

En esta tabla se describe el consumo mensual actual por iluminación que asciende a 1749 kW/h que representa un costo mensual de Q3148,20.

3.2. Análisis energético

Dentro de la información contenida en la tabla XIX, se presenta información para el análisis energético de las luminarias de lo cual se interpreta lo siguiente:

La mayor eficiencia en luminosidad la presentan las luminarias tipo led ya que tienen una capacidad lumínica de 110 lúmenes por *watt*, en contraparte la menor eficiencia de los tipos de luminarias descritas corresponde a las luminarias fluorescentes con una capacidad lumínica de 70 lúmenes por *watt*.

3.2.1. Tabla de consumo de energía eléctrica por tipo de luminaria utilizada

En el medio nacional se emplean diferentes tipos de luminarias, a continuación se presenta las luminarias utilizadas en GRUPO MACIZO S.A. y el consumo medio por hora de uso.

Tabla XX. Comparativa de consumo de distintos tipos de luminarias

Potencia (<i>watt</i>)	Tipo de luminaria	Lúmenes / <i>watt</i>	Total, lúmenes
150	Fluorescente	70	10 500
150	Led	110	16 500
150	Fluorescente	70	10 500

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Tabla de consumo *versus* capacidad luminosa de las lámparas

En la tabla XX, se presenta la capacidad lumínica por *watt* para las luminarias de uso en la empresa. Siendo la capacidad lumínica de un bombillo

fluorescente de 70 lúmenes por *watt* y la de un bombillo led de 110 lúmenes por *watt*. Se necesita entonces un bombillo led de potencia 35 % menor a uno incandescente para generar el mismo nivel de iluminación, teniendo la relación directa entre capacidad lumínica por *watt* se evidencia la ventaja en términos de eficiencia energética de los bombillos led.

3.2.3. Lámparas utilizadas

Las luminarias de uso común son: incandescentes siendo estas las menos eficientes debido a la enorme pérdida de calor que se genera, las luminarias fluorescentes presentan una mayor eficiencia respecto a las incandescentes sin embargo las de mayor eficiencia son las luminarias Led cuya eficiencia es alrededor de 35 % superior a las luminarias fluorescentes, aunque su eficiencia es superior también el costo.

3.2.4. Tabla comparativa de consumo de los diferentes tipos de lámparas

En la figura 8 puede apreciar una comparativa de consumo de los diferentes tipos de lámparas.

Figura 8. **Comparativa de consumo de distintos tipos de lámparas**

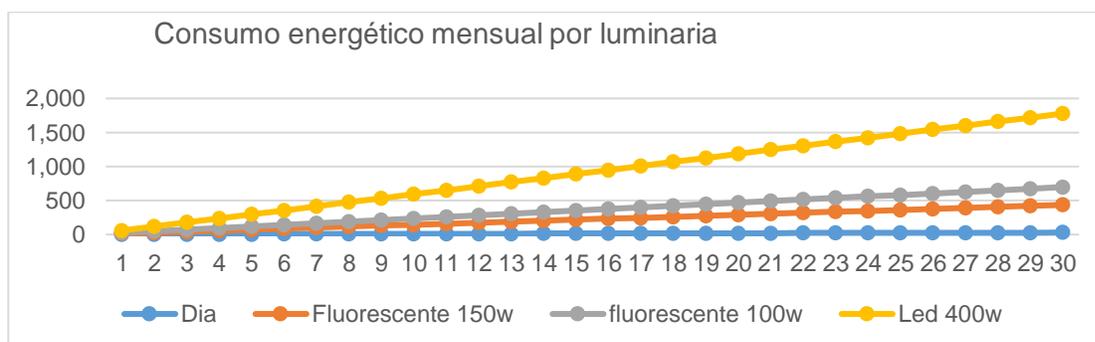
TIPO				
	COMUN	HALÓGENA	CFL	LED
CONSUMO	40 W	28 W	8 W	4 W
	60 W	42 W	12 W	6 W
	75 W	53 W	15 W	8 W
	100 W	70 W	20 W	10 W
DURACION	1 AÑO	1 A 3 AÑOS	3 A 5 AÑOS	10 A 15 AÑOS
ECONOMIA	×	30%	80%	95%

Fuente: LED TECNOLOGÍA. *Lampara comun a lampara led comparativa de consumo por tipo de lampara.* <https://www.ledtecnologia.com/de-lampara-comun-a-lampara-led-comparativa-de-consumo-por-tipo-de-lampara/>. Consulta: 15 de julio de 2021.

3.2.5. Gráfica de consumo energético por mes por luminaria

En la figura 9 se muestra el consumo energético por tipo de luminaria.

Figura 9. **Consumo energético por tipo de luminaria**



Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Excel.

3.3. Plan

Es necesario diseñar una serie de pasos para elaborar un sistema que permita reducir el consumo de energía en iluminarias mediante instalaciones que sean seguras y que dentro de los pasos a seguir incluya su verificación y buen funcionamiento para que este se mantenga a largo plazo y sea eficiente.

3.3.1. Plan de acción para la reducción del consumo energético en luminarias

Para la optimización en el uso de las luminarias y reducción se encuentran dos alternativas siendo las siguientes:

- Instalación de lámparas tipo Led en cada uno de los puntos de iluminación más la instalación de mecanismos de encendido y apagado automático.
- La segunda alternativa contempla la instalación de mecanismos de encendido y apagado automático sin incurrir en el reemplazo de las luminarias.

3.3.1.1. Identificación de elementos de automatización que optimicen el uso de las luminarias

Los mecanismos de encendido y apagado automático de mayor uso son: sensores de movimiento; estos sensores detectan la presencia en un rango de distancia determinada al momento de detectar una presencia se encienden por un periodo de tiempo determinado, fotoceldas; estos elementos tienen la característica de interactuar con la luz natural detectando la presencia de los

rayos del sol y en ese momento realizan el apagado de la luminaria de forma opuesta encienden las luminarias cuando no se detecta presencia de rayos del sol lo que hace a estos elementos muy versátiles para el encendido y apagado automático de las luminarias en el momento oportuno.

3.3.1.2. Luminarias de bajo consumo y alta capacidad lumínica

Por excelencia las luminarias que contienen la mayor capacidad lumínica con un menor consumo de energía eléctrica son las luminarias led.

3.3.1.3. Costos de la propuesta

Las dos propuestas para el ahorro energético descritas en el apartado 3,3.1 corresponden a las propuestas que se detallan en las tablas XXI y XXII respectivamente.

Tabla XXI. **Propuesta 1 instalación de mecanismos de automatización y migración a lámparas Led**

Cantidad	Potencia (watt)	Tipo de luminaria	Lúmenes/watt	Total, lúmenes	Horas promedio uso al día	Consumo día (kW/h)	Consumo mensual (kW/h)	Costo por kW/h	Consto mensual/unidad
6	100	Fluorescente	110	11 000	10	6	180	Q 1,80	Q 324,00
6	400	Led	110	44 000	10	24	720	Q 1,80	Q 1 296,00
4	75	Fluorescente	110	8 250	10	3	90	Q 1,80	Q 162,00
Total						33	990		Q 1 782,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Propuesta 2 instalación de mecanismos de automatización sin reemplazo de luminarias**

Cantidad	Potencia (watt)	Tipo de luminaria	Lúmenes/watt	Total, lúmenes	Horas promedio uso al día	Consumo día (kW/h)	Consumo mensual (kW/h)	Costo por kW/h	Consto mensual/ unidad
6	150	Fluorescente	70	10500	10	9	270	Q 1,80	Q 486,00
6	400	Led	110	44000	10	24	720	Q 1,80	Q 1 296,00
4	100	Fluorescente	70	7000	10	4	120	Q 1,80	Q 216,00
Total						37	1110		Q 1 998,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Costo de elementos de automatización y luminarias led**

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Instalación	Total
6	Fotocelda	Q 45,72	Q 60,00	Q 634,32
10	Sensor de movimiento	Q 69,54	Q 45,00	Q 1 145,40
6	Bombilla Led de 100 watt	Q 469,75		Q 2 818,50
4	Bombilla Led de 75 watt	Q 469,75		Q 1 879,00
Total				Q 6 477,22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Análisis de las propuestas para el ahorro energético**

Gasto actual		Gasto esperado		Ahorro mensual	
Q	3 148,20	Q	1 782,00	Q	1 366,20
Q	3 148,20	Q	1 998,00	Q	1 150,20
Ahorro anual	Q 16 394,40	Propuesta #1 instalando fotoceldas, sensores y reemplazando luminarias			
Inversión total	Q 6 477,22				
Ahorro anual	Q 13 802,40	Propuesta #2 instalación de fotoceldas y sensores sin reemplazo de luminarias			
Inversión total	Q 1 779,72				

Fuente: elaboración propia.

De la información contenida en la tabla XXIV se observa que la mejor alternativa corresponde a la propuesta #1 aunque requiere una mayor inversión inicial supone en un año un mayor ahorro energético.

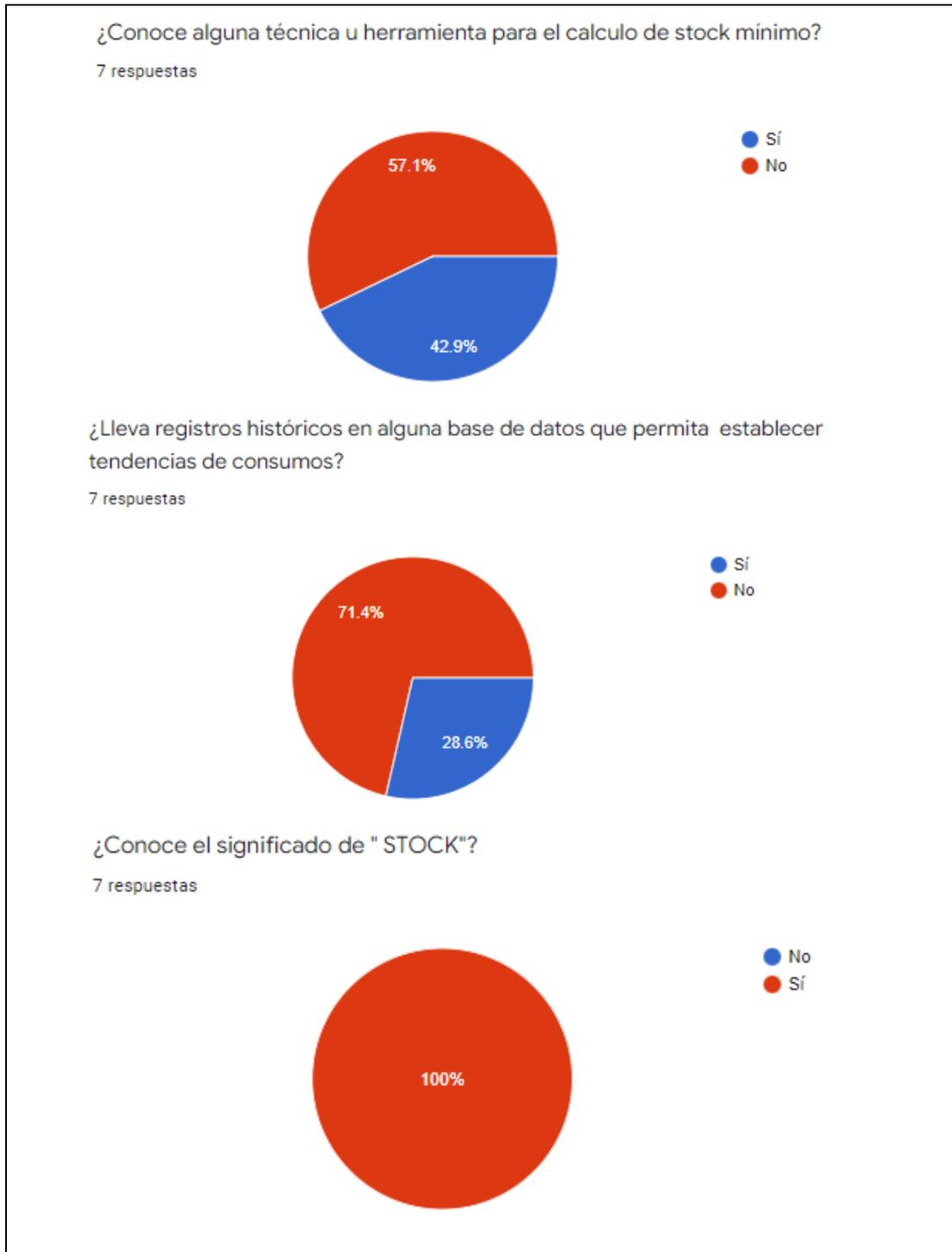
4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

En esta fase se explica el procedimiento del diagnóstico donde se evalúan las necesidades de la empresa y se pueden solucionar mediante capacitaciones, con base en ese diagnóstico se idea un plan de capacitación, en él se evalúan sus resultados y costos de la propuesta.

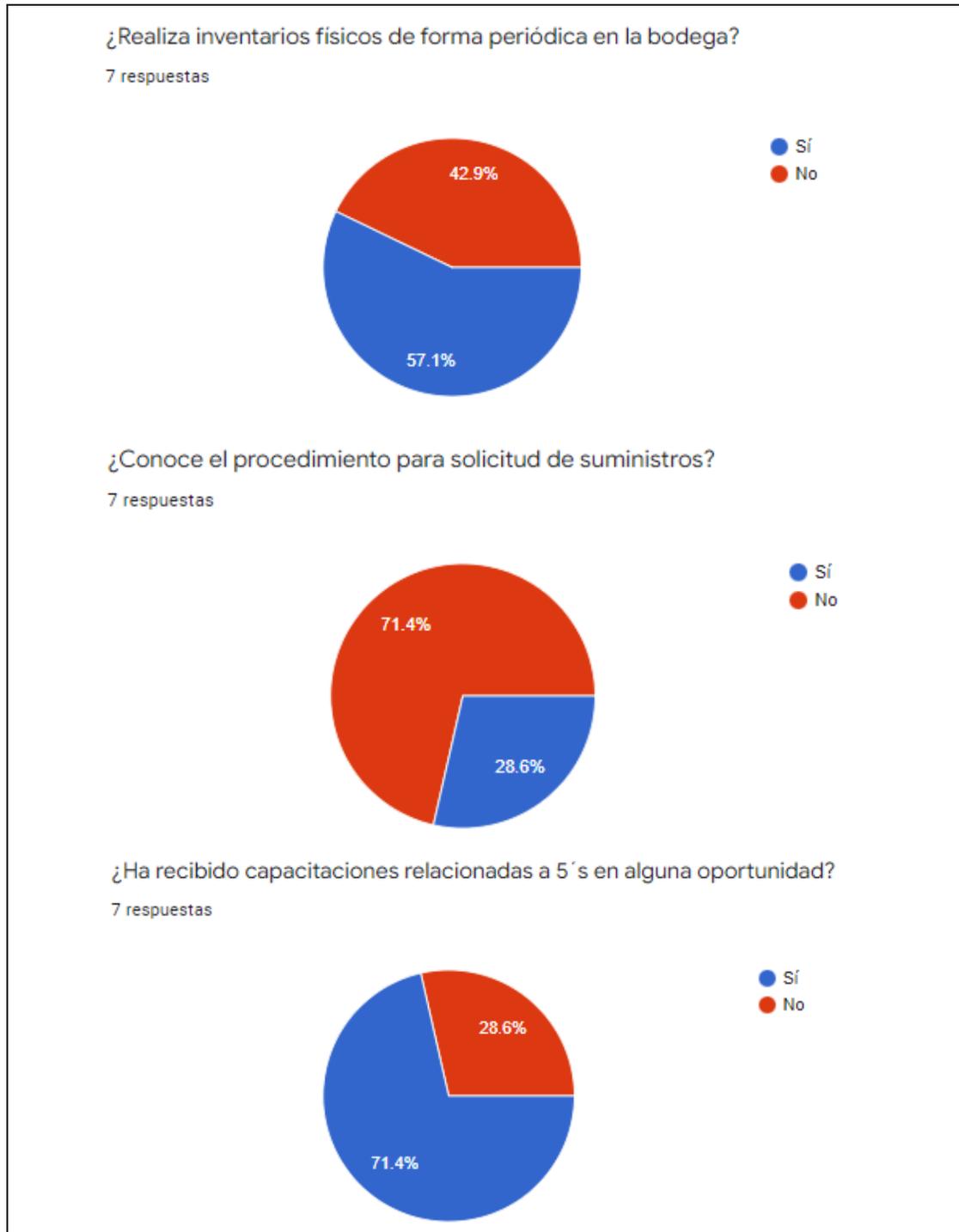
4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Luego de la observancia de las acciones y actividades que realiza el personal de bodega, se identifica mediante una encuesta cerrada. Las necesidades de capacitación para el desarrollo de las competencias relacionada al manejo y gestión de bodega, se encuestó a la totalidad de involucrados ya que este valor asciende a 7 personas y no aplica el cálculo de una muestra siendo objeto de estudio el universo completo. Para la recolección de la información se utiliza la herramienta Formularios de Google que permite de una forma práctica hacer llegar la encuesta a los participantes y de la misma forma la recolección de las respuestas; los resultados de la encuesta se presentan en la figura 10.

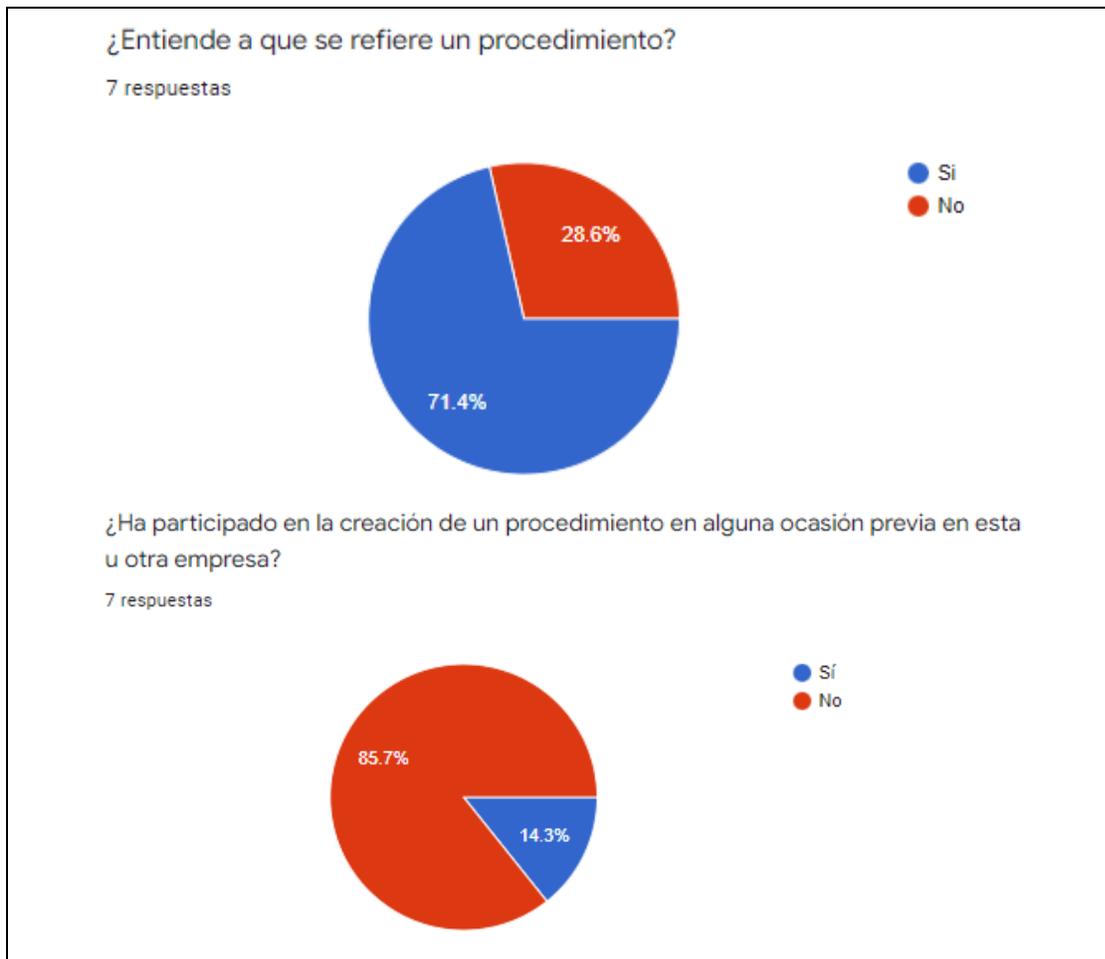
Figura 10. Resultados de la encuesta



Continuación de la figura 10.



Continuación de la figura 10.



Fuente: elaboración propia, empleando Formulario de Google.

4.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación se define posterior al análisis de la información colectada en la encuesta y consiste en una batería de capacitaciones sobre los temas relacionados al manejo de bodegas en donde se detecta necesidad de reforzar los temas para una parte de los encuestados y acceder por primera

instancia a estos conocimientos para otra porción de los participantes, el detalle de las capacitaciones se presenta en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Plan de capacitación**

No.	Temática de la capacitación	Objetivo
1	Niveles de inventario y como estimarlo	Adquirir las competencias necesarias para el cálculo de los niveles mínimos de inventario, y la cantidad a solicitar.
2	Inventario físico de materiales	Corroborar información contenida en la base de datos, corregir posibles variaciones de inventario.
3	Solicitud de suministros	Conocer el procedimiento para la solicitud de suministros y aplicarlos.
4	Registro y seguimiento de la información	Generación de información que pueda ayudar a ajustar los niveles de inventarios.
5	5's	Organización, limpieza y optimización del espacio físico de la bodega.
6	Creación de procedimientos	Tener la competencia necesaria para la creación de nuevos procedimientos que contribuyan a la organización y gestión de las actividades de bodega.

Fuente: elaboración propia.

4.3. Resultados de la capacitación

Las capacitaciones se realizan en forma de talleres teórico-prácticos en donde los participantes ponen en práctica de manera inmediata los conceptos aprendidos en cada capacitación.

Los resultados de la capacitación se describen a continuación:

- Capacitación 1. Orden, selección y optimización del espacio físico de bodega.
- Capacitación 2. Definición de niveles de *stock* mínimo.
- Capacitación 3. Registro y análisis de información de entradas y salidas de bodega para el cálculo de niveles de consumo.
- Capacitación 4. Competencias para la creación e implementación de nuevos procedimientos según necesidad.

4.4. Costos de la propuesta

Se estiman los costos asociados al desarrollo de las capacitaciones, los cuales son cubiertos por la empresa en su totalidad, el detalle de los costos se presenta en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Costos asociados a capacitaciones**

No.	Descripción	Valor
1	Capacitador	Q 3 000,00
2	Refrigerio	Q 375,00
3	Papelería	Q 100,00
4	Apoyo Gestión del talento humano	Q 400,00
5	Combustible para traslados	Q 1 000,00
Costo total		Q 4 875,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se logró establecer una política para la gestión de repuestos que contiene las directrices sobre las que se establece el sistema de gestión de repuestos.
2. Creación de cinco procedimientos, dos registros, un instructivo y un manual para el manejo de bodega que en conjunto son la base para el sistema de gestión de bodega de repuestos y cuyo seguimiento permite el control y mejora en la gestión de suministros.
3. Se diseñó un organigrama para la creación del área de almacenes y suministros.
4. Elaboración de una propuesta para el ahorro energético en iluminación a través de la implementación de elementos de automatización.
5. Se brindaron capacitaciones a personal de la organización sobre temas relacionados al manejo de inventarios, bodega y documentación, así como la creación de nuevos procedimientos en el sistema de gestión de suministros.

RECOMENDACIONES

1. Implementar todos los procedimientos descritos en la fase técnica del trabajo de graduación dentro del proceso de gestión de repuestos a cargo del jefe de almacenes y suministros quien es el delegado del seguimiento, monitoreo y evaluación de la implementación.
2. Capacitar al personal nuevo para asegurar el seguimiento de las políticas, registros y procedimientos. La jefatura del área de almacenes y suministros es el ente a cargo de dicha actividad.
3. Realizar por medio de los mecanismos de control automático el encendido y apagado de luminarias de la mano con el uso de tecnología led deben implementarse para tener una producción más limpia que simultáneamente representa un ahorro monetario.
4. Validar el plan de capacitación por el área de gestión del talento humano quien suministrar los recursos necesarios para cada capacitación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALBORNOZ, Andrés; HERNÁNDEZ, José. *Diseño de un plan de mejoras para los procesos de gestión de un almacén de materiales médicos, perteneciente a una compañía de medicina prepagada, en Caracas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela, 2014. 64 p.
2. BECOSAN. *Concreto prefabricado*. [en línea]. <https://www.becosan.com/es/concreto-prefabricado/#Que_es_el_concreto_prefabricado>. [Consulta: octubre de 2022].
3. Bind erp. *Punto de orden*. [en línea]. <<https://www.bind.com.mx/Glosario/Definicion/40-punto-de-reorden>>. [Consulta: octubre de 2022].
4. CASTRO, Julio. *Beneficios de un sistema de control de inventarios*. [en línea]. <<https://blog.corponet.com/beneficios-de-un-sistema-de-control-de-inventarios>>. [Consulta: octubre de 2022].
5. CAURIN, Juanma. *Control de inventarios*. [en línea]. <<https://www.emprendepyme.net/control-de-inventarios.html>>. [Consulta: octubre de 2022].

6. Compra tu Led. *Incandescentes, halógenas, fluorescentes, LEDs ¿Sabes qué tipo de bombilla es cada una?* [en línea]. <<https://blog.compratuled.es/tipos-de-bombillas-incandescentes-halogenas-fluorescentes-led/>>. [Consulta: octubre de 2022].
7. Eserp. *Los métodos de control de inventarios más usados.* [en línea]. <<https://es.eserp.com/articulos/metodo-control-inventarios/>>. [Consulta: octubre de 2022].
8. GRUPO MACIZO S.A. *Organigrama funcional departamental de Chimaltenango, Guatemala.* Guatemala: GRUPO MACIZO S.A. 2021. 1 p.
9. LED TECNOLOGÍA. *Lampara comun a lampara led comparativa de consumo por tipo de lampara.* [en línea]. <<https://www.ledtecnologia.com/de-lampara-comun-a-lampara-led-comparativa-de-consumo-por-tipo-de-lampara/>>. [Consulta: 15 de julio de 2021].
10. MACIZO. *Misión y visión.* [en línea]. <<https://macizo.com.gt/>>. [Consulta: septiembre de 2021].
11. MANAGÓ, Matías. *Organización y administración de empresas.* Argentina: Universidad Tecnológica Nacional, 2014. 101 p.

12. MARTÍNEZ ESCOBAR, Nathaly; OSORIO GÓMEZ, Juan Carlos. *Gestión de inventarios de repuestos considerando el riesto*. [en línea].
<<http://www.revistaespacios.com/a18v39n44/a18v39n44p29.pdf>>.
[Consulta: octubre de 2022].
13. Nota Tecnológica. *Fotoceldas*. [en línea].
<<https://notatecnologica.com/dispositivos/fotoceldas/>>. [Consulta: octubre de 2022].
14. Predictiva21. *Optimización de inventarios, partes, repuestos, mantenimiento*. [en línea]. <<https://predictiva21.com/optimizacion-inventarios-partes-repuestos-mantenimiento/>>. [Consulta: octubre de 2022].
15. SY CORVO, Helmut. *Políticas de inventarios: tipos, cómo se establecen y ejemplo*. [en línea]. <<https://www.lifeder.com/politicas-de-inventarios/>>. [Consulta: octubre de 2022].
16. _____. *Punto de reorden: cómo calcularlo en inventarios y ejemplos*. [en línea]. <<https://www.lifeder.com/punto-reorden/>>. [Consulta: octubre de 2022].
17. WESTREICHER, Guillermo. *Políticas de inventarios*. [en línea].
<<https://economipedia.com/definiciones/politicas-de-inventario.html>>. [Consulta: septiembre de 2021].

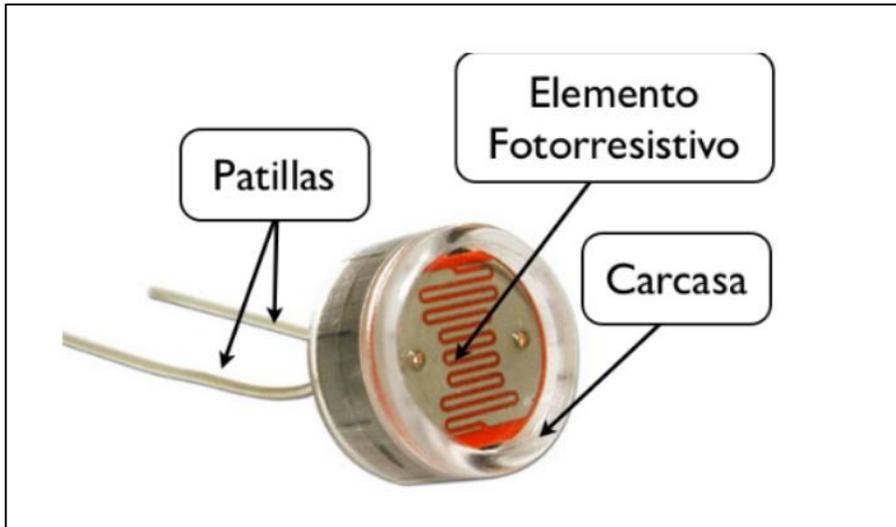
ANEXOS

Anexo 1. Características de diferentes tipos de luminarias



Fuente: Compra tu Led. *Incandescentes, halógenas, fluorescentes, LEDs ¿Sabes qué tipo de bombilla es cada una?* <https://blog.compratuled.es/tipos-de-bombillas-incandescentes-halogenas-fluorescentes-led/>. Consulta: octubre de 2021.

Anexo 2. Fotocelda y sus componentes



Fuente: Nota Tecnológica. *Fotoceldas*. <https://notatecnologica.com/dispositivos/fotoceldas/>.

Consulta: octubre de 2021.