

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS EN EL ALMACÉN DE LA EMPRESA MINE SENSE SOLUTIONS S.A.C.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Rupert Marrufo Julca

Asesor:

Mg. Ing. Wilson Alcides Gonzales Abanto

Cajamarca - Perú

2021



DEDICATORIA

A mi madre, la mujer que me hace llenar de orgullo, te amo y no va haber manera de devolverte tanto que me has dado, pues sin ti, no lo habría logrado; no sé en donde me encontraría de no ser por tu ayuda, tu compañía, y tu amor.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por esta meta alcanzada en mi vida profesional, por estar siempre presente en todo momento.

A toda mi familia en general, a mis padres y hermanos, por su apoyo constante e infinito amor y hacer de mí la persona que soy.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	13
CAPÍTULO III.DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	23
CAPÍTULO IV.RESULTADOS.....	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES.....	46
REFERENCIAS	49
ANEXOS.....	51
Anexo N° 1. Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Operacionalización de variables.....	12
Tabla 3.1. Costos actuales de los inventarios	24
Tabla 3.2. Listado de artículos considerados de alta rotación	26
Tabla 3.3 Registro detallado del inventario actual para el estudio.....	29
Tabla 3.4 Clasificación de los artículos según el género	30
Tabla 3.5 Criterios de aplicación y control	31
Tabla 3.6. Demanda promedio, costo de ordenar y costo de conservación manejado en la empresa.....	32
Tabla 3.7. Parámetros estimados para el sistema logístico propuesto.....	36
Tabla 4.1. Costos totales el Soles (S.), en el almacén después de la implementación del sistema logístico	39
Tabla 4.2 Comportamiento de los inventarios después de la aplicación del sistema logístico	41
Tabla 4.3 Comportamiento de la rotura del stock en el almacén.	42
Tabla 4.4 Rotación del inventario	43
Tabla 4.5 Contracción del inventario	44
Tabla4.6 Variación lograda con la aplicación del sistema logístico diseñado por el investigador	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura organizativa de la empresa	9
Figura 2.1 Estructura del capital de trabajo.....	15
Figura 2.2 Representación gráfica del costo total de inventarios, según la ecuación general.....	19
Figura 2.3 Factores que inciden en el incremento de los costos de almacenamiento.....	19
Figura 2.4 Comportamiento del inventario para el modelo económico EOQ.....	20
Figura 3.1 Diagrama Causa Efecto	25
Figura 3.6 <i>Distribución propuesta para la ubicación de los ítems según su clasificación ABC</i>	32
Figura 4.1 Tendencia del costo total del almacenamiento después de la implementación del sistema logístico	39

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1. Rotación de existencia.....	17
Ecuación 2.2. Índice de Rotura de Stock.....	17
Ecuación 2.3. Contracción del Stock.....	17
Ecuación 2.4. Costo total de Almacenamiento.....	18
Ecuación 2.5. Tamaño óptimo del lote.....	20
Ecuación 2.6. Número de órdenes.....	20
Ecuación 2.7. Número de días hábiles del pedido.....	21
Ecuación 2.8. Probabilidad de faltantes	21
Ecuación 2.9. Punto de reorden.....	21
Ecuación 2.10. Nivel de seguridad del inventario.....	21
Ecuación 2.11. Nivel de servicio.....	21
Ecuación 2.12. Desviación normal estándar según el N_c	21

RESUMEN EJECUTIVO

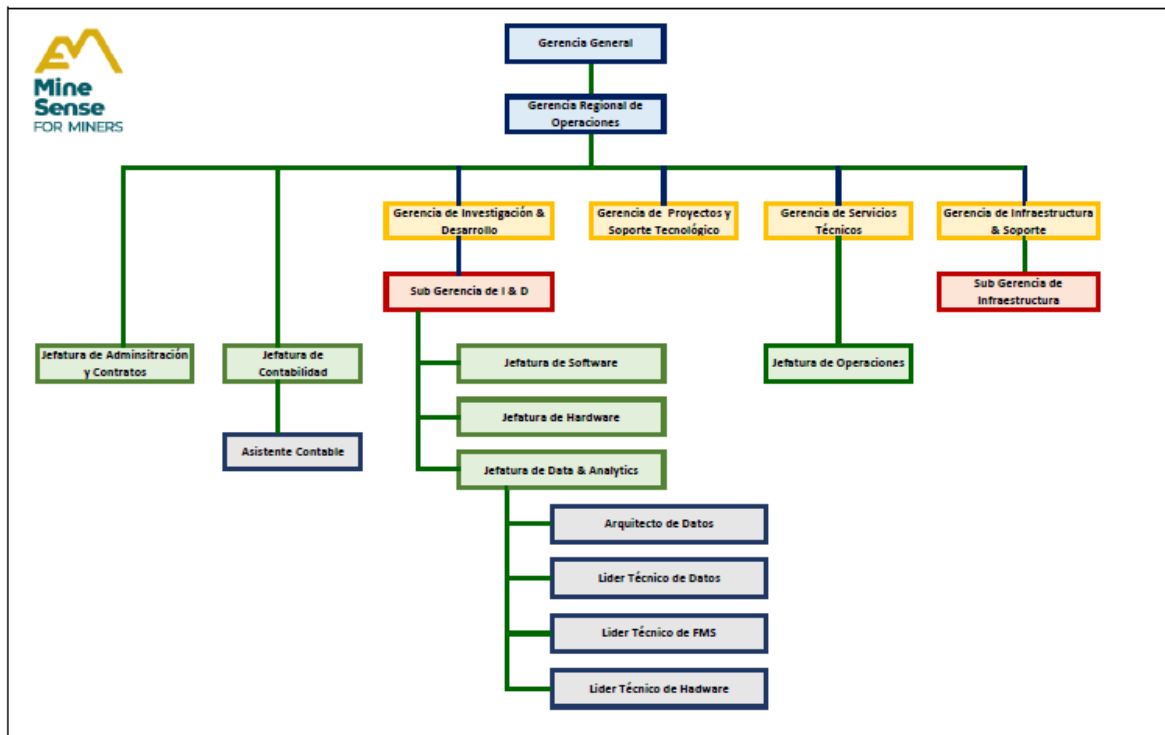
El presente trabajo se efectuó en el almacén de la empresa Mine Sense Solutions S.A.C., para el apoyo del proceso logístico donde están ubicados para su preservación y custodia, los materiales, equipos y herramientas que son necesario para dar cumplimiento a las actividades operativas de la misma. La necesidad fue reducir los costos en el almacén, generados por la gestión logística actual, que se está reflejando en el incremento de los mismos, que incide en la realización de comprar repentinas y no justificadas, por los procedimientos lentos en el procesamiento de las solicitudes, que propiciaba la demora en las entregas de requerimientos y por ende, demoras en el desarrollo de las operaciones programadas por paradas intempestivas y por otro, el hecho que al realizar los inventarios periódicos en el almacén, se detectaba un stock elevado de diversos ítems, mezcla de éstos y por ello el incremento de los costos .Para la solución del problema se realizó un estudio descriptivo-explicativo con el diseño de un sistema logístico para la reducción de los costos en el almacén de la empresa y contrarrestar los efectos negativos de la gestión de abastecimiento que se aplicaba, presentando los parámetros de control mediante el modelo de lote económico EQL y una nueva distribución del almacén, mediante la clasificación ABC, que facilitó el ajuste de los indicadores de rotura, de rotación y contracción del inventario, así como el ordenamiento físico de las existencias para su identificación, localización, inspección, movilización y control.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La empresa Mine Sense Solutions S.A.C., se fundó el 17 de julio de 2010, comenzó a operar en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, mediante labores de asesoría y consultoría para actividades de obras civiles en minerías, construcción y demás actividades relacionadas con proyectos ambientales y de explotación en minería tanto metálica como no metálica, así con la producción de minerales de cobre oro, molibdeno y zinc. Progresivamente se fueron incorporando mejoramientos tecnológicos en mina con lo cual se pudo alcanzar el incremento en las actividades a nivel nacional. En la actualidad cuenta con una estructura organizativa como se muestra en la figura 1.1

Figura I.1.

Estructura organizativa de la empresa



Nota: La estructura es de forma piramidal con cinco niveles de jerarquía. Fuente la Empresa (2021)

La empresa estuvo presentado una serie de no conformidades debido al control de los costos, hecho que se observó por una elevada cantidad de materiales de lento movimiento que

ocupan gran parte de los espacios, además, de artículos de considerable valor económico, que se han comprado sin un procedimiento específico asociado a emergencias que luego no se les dio el uso correcto y están esperando para ser usados en algún momento, esta cantidad de artículos por su valor, incrementan los costos de posición o de ubicación así como los de ordenamiento debido a que se dedicó un tiempo para su adquisición y al final no fueron o no han sido empleados, según la urgencia que se manejó inicialmente.

La situación antes expuesta trajo como consecuencia que, al realizar la toma de inventario periódica, se detectó desequilibrio entre los elementos presentes o existencia física y la información en el sistema, además de la utilización de espacio que puede ser aprovechado de forma correcta, debido a que se ubican los artículos que recién entran sin orden alguno, solo en el espacio que literalmente, se abre para su colocación.

Otro aspecto que se resalta es que las cantidades que se solicitan para el abastecimiento no cuentan con un tamaño de lote óptimo o de pedido económico, lo que en muchos casos, el departamento de compras procesa un pedido sin tener claro si dicha cantidad obedece a una necesidad real, debido a que no se tiene una sistema de control y además, los artículos considerados críticos, no se les aplica un monitoreo con parámetros referenciales determinados por un proceso logístico de lote económico, contribuyendo con el incremento y descontrol de los costos de almacenamiento y un considerable costo de ordenamiento por la frecuencia en la colocación de órdenes para un mismo ítem, de forma frecuente en períodos relativamente pequeños.

En el aspecto más preciso, en el almacén se ha podido observar que los artículos de lento movimiento o materiales de baja rotación, ocupan alrededor del 30% del total, apreciándose además, que acumulan un valor de 694,162.75 soles, lo cual por posesión y por ordenamiento ha registrado un costo de 98,419.73 soles, todo esto afectado por el hecho de no contar con una

política de control efectiva por no tener claro, la cantidad económica a solicitar para reposición, el punto de reordenamiento y un nivel de seguridad de las existencia por ítems.

Todo esto ha generado la necesidad de diseñar un sistema logístico para el control de los costos en el almacén, considerando los artículos de mayor valor en inventarios y así fijar un procedimiento específico para disminuir el riesgo de comprar artículos en cantidades no estandarizadas y, además, mejorar el aprovechamiento del espacio físico dentro del almacén.

Con la finalidad de exponer con mayor precisión la relación de las variables en estudio y su conceptualización, en la tabla 1.1. se presenta la operacionalización de las mismas.

Tabla 1.1*Operacionalización de variables*

Objetivo	Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Diseñar un sistema logístico para la reducción de los costos en el almacén de la empresa MINE SENSE S.A.C	Sistema Logístico	Está fundamentado en condiciones internas y metas que direccionan la manera de utilizar efectivamente los recursos, existiendo de esta manera, tres ángulos diferentes a partir de los cuales, las operaciones del mismo, pueden ser observadas, estas son: los procesos, los recursos y la organización, por ello, estos aspectos pueden ser vistos como partes del sistema, considerando el flujo de mercancías e informaciones al ser realizadas por medio de una serie de actividades y etapas llamadas procesos de Abastecimiento, almacenamiento, de Producción o de distribución. (Pinheiro, Breval, Rodríguez, & Follmann, 2017).	Almacenamiento	Rotación de existencia = Valor de las referencias vendidas / Valor promedio de existencias
	Costos en el almacén	Según Guerra & Felipe (2014), son los que se generan debido a las actividades tanto internas como externas relacionadas con la gestión de inventarios, considerando los costos de conservación y de pedido u ordenamiento de los productos, tomando en cuenta la demanda promedio en un determinado período y la cantidad o tamaño del pedido	Conservación (CC) De pedidos (CO) CT: Costo Total	Índice de rotura de stock = (Pedidos no satisfechos / Pedidos totales) x 100 Contracción de stock = (Stock que debería haber - Stock que hay realmente) / Stock que debería haber CC: Sumatoria de los costos de posicionamiento. CO = Sumatoria de costos de abastecimiento CT= (Demanda/cantidad del pedido) *CO + (Cantidad del pedido/2) *CC

Nota: Información conceptual de los aspectos relevantes de la investigación. Recopilado del proceso de investigación

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Esto consiste en analizar los conceptos básicos de la experiencia profesional, así como describir y explicar las funciones de cada uno de ellos.

2.1 Sistema Logístico

Desde un enfoque endógeno, el sistema logístico está sujeto a una cadena interna de suministros, con el objetivo de crear eficiencia y simultáneamente, minimizar la subutilización dentro de la empresa como un todo, desde esta perspectiva, los proveedores y los clientes son componentes externos en el ambiente del sistema de logística, que potencialmente pueden influir en este, pero no tienen el poder de modificarlo o controlarlo.

En este orden de ideas, este sistema está fundamentado en condiciones internas y metas que direccionan la manera de utilizar efectivamente los recursos, existiendo de esta manera, tres ángulos diferentes a partir de los cuales, las operaciones del mismo, pueden ser observadas, estas son: los procesos, los recursos y la organización, por ello, estos aspectos pueden ser vistos como partes del sistema, considerando el flujo de mercancías e informaciones al ser realizadas por medio de una serie de actividades y etapas llamadas procesos (Pinheiro, Breval, Rodríguez, & Follmann, 2017).

2.2 Clasificación de los Sistemas Logísticos

La clasificación de los sistemas logísticos depende del tipo de logística que la empresa aplique que se seccionan en de carácter interno o externo, en este particular se distinguen cuatro sistemas de forma específica que son el sistema de abastecimiento, de almacenamiento, de producción y de distribución. El primero está asociado con todos los procesos y procedimientos para el aprovisionamiento de más materiales, insumos y equipos necesario para desarrollar los procesos internos de la empresa, el segundo se encarga de la preservación, conservación, conteo y custodia de las provisiones antes de su uso y del producto terminado antes de ser enviado al

cliente. El tercer sistema, considera todo lo relacionado a la transformación de la materia prima en productos terminados y el último sistema se compone de los aspectos para el envío y entrega de los productos terminados a los clientes (López, 2019).

Para este trabajo se considera el sistema logístico de almacenamiento, debido a que la situación observada es el incremento de los costos en el almacén de repuestos, materiales y suministros.

2.3 Gestión de Abastecimiento

La gestión de abastecimiento, es definitivamente una función integral en la cadena de suministro, que esta diferenciado en cada organización solo por la misión y visión que poseen, por ello, una de las posibles acciones efectivas, está en tomar las actividades clásicas que lo caracterizan y detallarlas según el plan estratégico de cada organización, tomando en cuenta su posición en el mercado, su sistema logístico y los objetivos establecidos (Mendoza & Cevallos, 2016).

En este sentido, el abastecimiento dentro de la función de compras es un factor preponderante de la cadena de suministro, debido a que genera un impacto en el resultado final y agrega valor a lo largo de la cadena. Tomando como referencia registros históricos efectuado por expertos, se ha demostrado que al procesar una compra se controla el 60% del costo, es decir, si una organización tiene un margen de utilidad del 12%, una disminución controlada del 10% en los costos de los bienes y servicios comprados, pudiera generar como mínimo, beneficios equivalentes a vender un 50% más de sus productos o servicios, lo que representa la importancia de llevar a cabo una gestión de abastecimiento planeado y estandarizado (Mendoza & Cevallos, 2016).

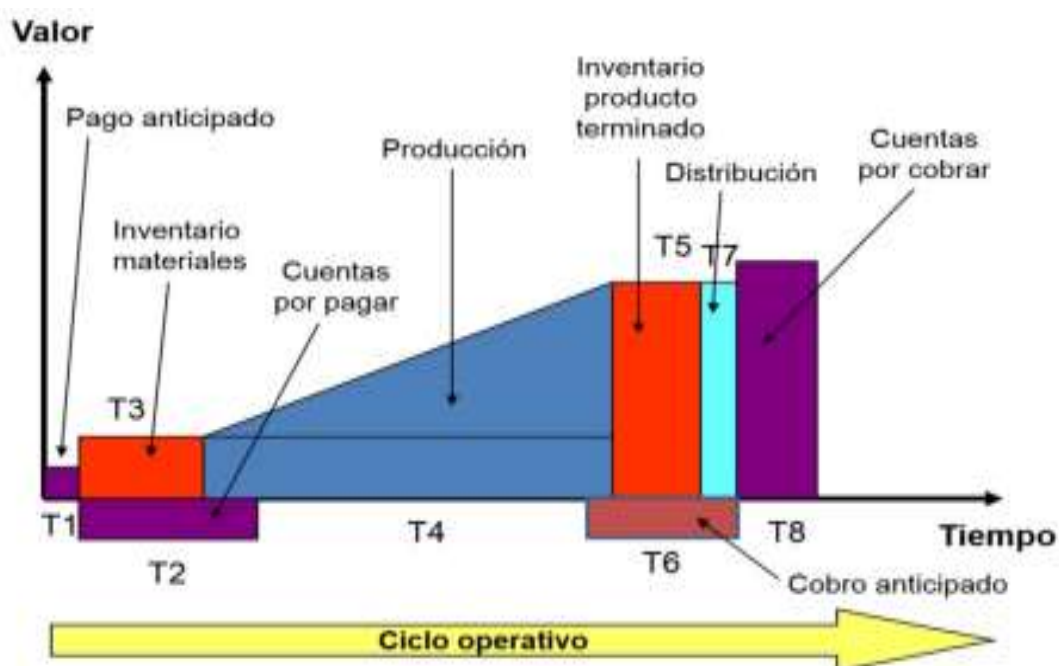
2.4 Gestión de Capital de Trabajo

En este aspecto, los sistemas logísticos asociados con la administración y control de los costos de almacenamiento, manejan o gestionan el capital de trabajo del personal considerando tanto

los flujos físicos como financieros, según los siguientes aspectos: el cálculo del ciclo operativo, los parámetros operativos y logísticos, la simulación de los componentes del capital de trabajo en estado de situación y en estado de resultados y el análisis del estado logístico financiero (Amaro, Acevedo, & Amaro, 2018). En la figura 2.1, se puede ver la representación gráfica de estos elementos del capital de trabajo.

Figura II.1

Estructura del capital de trabajo



Nota: Elaboración en función a lo indicado por Amaro, Acevedo, & Amaro (2018)

2.5 Estrategia Logística

La estrategia logística consiste en la formulación de políticas y diseño de planes para disponer de los recursos de la organización, de forma que logren cumplir con su misión. Desde esta perspectiva, se trata de un plan detallado para llegar a la meta, producto de una serie de decisiones que se deben tener en consideración para poder cumplir el objetivo de la empresa y la variable de competencia definida (Travaglino, 2021).

En concordancia, este tipo de estrategia no puede diseñarse sin fundamentos específicos, es importante que esté vinculada de forma vertical con el cliente y horizontalmente con otras partes de la empresa. Esta relación debe partir de las necesidades del cliente, las prioridades del desempeño, los requerimientos para las operaciones logísticas, las capacidades de la operación y los recursos conexos de la empresa para satisfacer esas necesidades (Travaglino, 2021).

2.6 Flujo de Bienes

La logística es vista como una función estratégica que permite abordar, el flujo de los materiales, los productos terminados y la información asociada a los mismos, donde este último, se desarrolla de manera conjunta con los anteriores, desde el proveedor hasta el cliente, con la calidad requerida, en el lugar y momentos precisos, y con los mínimos costos posibles. Esta actividad comprende el estudio integrado de funciones básicas de la organización, como la gestión de aprovisionamientos, la gestión de producción y la gestión de distribución de bienes, entendiéndose como tal, a cualquier objeto que represente un valor tangible para la organización (González, 2016).

2.7 Flujo de Información

El concepto de información incluye, la concepción de los datos y el conocimiento, que pueden ser adquiridos, preservados, transferidos y procesadas, que se concibe como un proceso en el que ambos aspectos fluyen e incluye personas y recursos, con la finalidad de lograr una identificación precisa de los elementos y objetos, que se usa para distribuir un mensaje concreto con un fin específico denominado, el cual se conoce como flujo de información (Cordero, Torres, Hernández, & Ibarra, 2015).

2.8 Eficiencia del Sistema Logístico

La eficiencia trata de la estimación matemática sobre la utilización de los recursos, y está en concordancia con la entrada del índice de productividad, se refleja, por tanto, en el desempeño

de la unidad interna estudiada. Por otro lado, está orientada hacia la finalidad de ofrecer a los clientes lo que ellos exigen y puede ser asociada al desempeño externo. En resumen, la eficiencia significa hacer realidad los planes y expectativas de los clientes (Pinheiro, Breval, Rodríguez, & Follmann, 2017).

En este sentido MECALUX (2019) existen tres indicadores del sistema logístico que permiten medir y monitorear su eficiencia y esos son la contracción del inventario, el índice de rotación y el índice de rotura los cuales se determinan con las siguientes ecuaciones.

Rotación de existencia = Valor de las referencias vendidas / Valor promedio de existencias

Ecuación 2II.1. Rotación de existencia

Índice de rotura de stock = (Pedidos no satisfechos / Pedidos totales) x 100

Ecuación 2II.2. Índice de Rotura de Stock

Contracción de stock = (Stock que debería haber - Stock que hay realmente) / Stock que debería haber

Ecuación 2.3. Contracción del Stock

2.9 Costos Logísticos

El costo logístico o asociados a la logística empresarial, incluye cinco categorías principales que son objeto de atención para garantizar tanto rentabilidad como productividad en la organización y estos son: costos por los niveles de servicios a los clientes, costos de transporte, costos de almacenaje, costos de alta cantidad de stocks y costos de mantenimiento de inventario, en este sentido, la sumatoria de cada cantidad, permiten la estimación del costo total. (Pinheiro, Breval, Rodríguez, & Follmann, 2017). Para este estudio se tomó como parte importante los costos que se generan en el almacén

2.10 Costos asociados al almacenamiento

Según MECALUX (2019) los costos logísticos que se asocia al almacenamiento se clasifican en, los costos del espacio que implican el alquileres, los seguros, el mantenimiento, los impuestos y el financiamiento; los costos de las instalaciones que contemplan los equipos de manejo y almacenamiento, estanterías y el sistema automatizado para el manejo de la información; los de manipulación y gestión que implica el costo del personal, el costo de automatización de los equipos y el costo de los suministros de energía y servicios generales; los de mantenimiento de stock o existencias y el aseguramiento de los mismos: Otros costos tales como, rotura del stock, daños a la mercancía, el descuadre del inventario, la obsolescencia de los materiales.

2.11 Ecuación del costo total de almacenamiento

Según Guerra & Felipe (2014) esta ecuación incluye los costos que se generan debido a las actividades tanto internas como externas relacionadas con la gestión de inventarios, considerando los costos de conservación y de pedido de los productos, tomando en cuenta la demanda promedio en un determinado período y la cantidad o tamaño del pedido. En la ecuación siguiente se puede apreciar esta expresión para el cálculo.

$$CT = \frac{D}{Q}Co + \frac{Q}{2}Ch$$

Ecuación 2.4. Costo total de Almacenamiento

Donde:

D : Demanda

Co : Costo de pedido

Ch : Costo de conservación

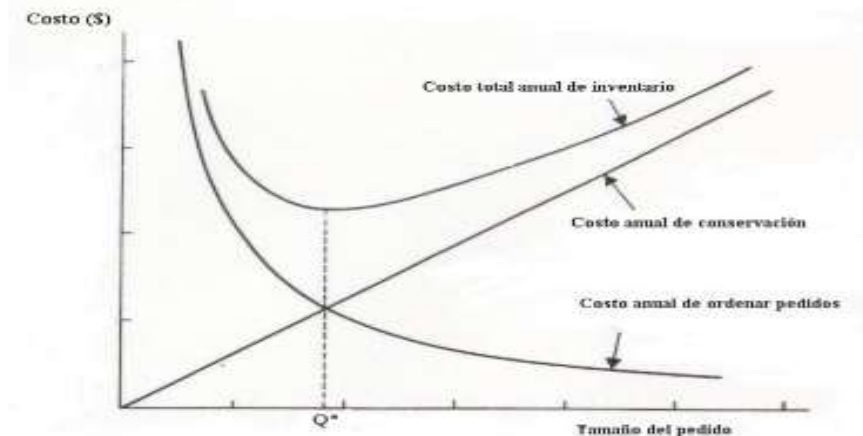
Q : Cantidad de pedido

CT: Costo total, involucra valor de los artículos y el costo asociado.

En la figura 2.2 se puede visualizar la relación de los elementos que componen esta ecuación

Figura II.2

Representación gráfica del costo total de inventarios, según la ecuación general



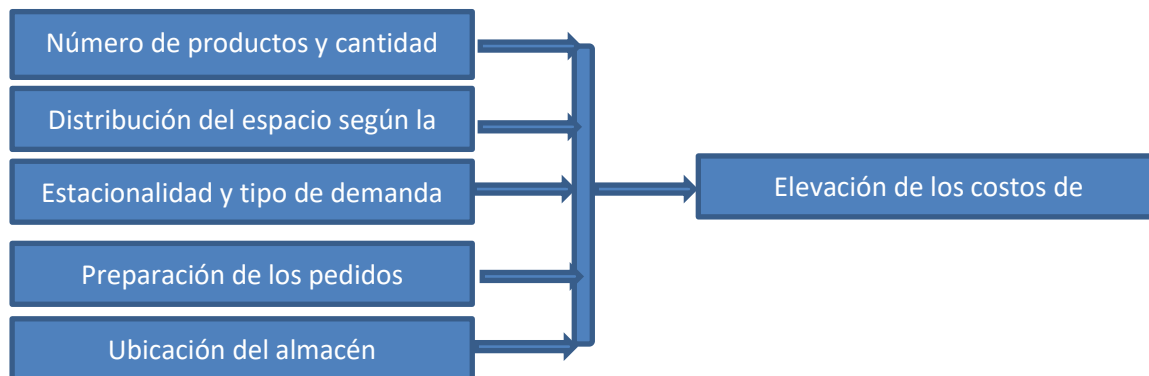
Nota: En la gráfica se introduce la representación del tamaño óptimo del lote a pedir justo donde se cortan las curvas del costo de conservación y el de ordenar un pedido. Fuente Guerra y Felipe (2014)

2.12 Factores que influyen en los costos de almacenamiento

Para MECALUX (2019), existen diversos factores que se asocian con el incremento de los costos de almacenamiento los cuales pueden visualizarse en la figura 2.3

Figura II.3

Factores que inciden en el incremento de los costos de almacenamiento



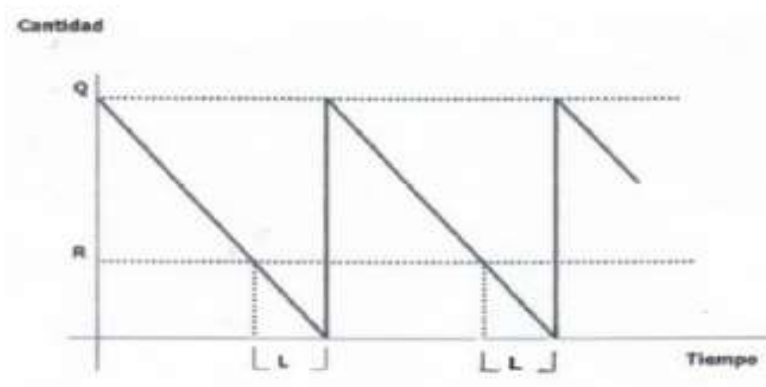
Nora: Información validada por la gestión en diversas organizaciones. Fuente MECALUX (2019)

2.13 Modelo de lote económico (EOQ)

Se trata de un modelo de inventarios que tiene como fin, la revisión continua de las existencias de un determinado artículo, el cual fue propuesto por W.S. Harris en el año de 1915. Su objetivo es permitir el cálculo del tamaño óptimo del pedido a realizar Q^* , cuando se debe hacer y de esta forma minimizar el costo total del inventario (Guerra & Felipe, 2014). En la figura 2.4 se representa gráficamente los elementos de este modelo.

Figura II.4

Comportamiento del inventario para el modelo económico EOQ



Nota: Mediante este modelo se puede llegar a la deducción de la ecuación de costo total.

Fuente Guerra y Felipe (2014)

En función a lo indicado por Guerra y Felipe (2014) los parámetros para este modelo están

dados por

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_0}{C_c}}$$

Ecuación 2II.5. Tamaño óptimo del lote

$$N = \sqrt{\frac{D \times C_c}{2 \times C_0}} = \frac{D}{Q}$$

Ecuación 2.6. Número de órdenes

$$T_c = \frac{1}{N} \times \text{Número de días hábiles del periodo}$$

Ecuación 2.7. Número de días hábiles del pedido

Donde:

D : Demanda

Co : Costo de pedido

Cc : Costo de conservación

Q* : Cantidad económica de pedido

N : Número de pedidos

Tc : Tiempo entre pedidos

Además, si se admite la probabilidad de ocurrencia de faltantes imprevisto α , se determina el punto de reorden R y el inventario de seguridad S para el modelo donde

$$\alpha = 1/N$$

Ecuación 2II.8. Probabilidad de faltantes

$$R = D_{(\text{promedio})} + Z \sigma$$

Ecuación 2.9. Punto de reorden

$$S = Nc^* \sigma^* \sqrt{Tc}$$

Ecuación 2.10. Nivel de seguridad del inventario

$$Nc=1-\alpha$$

Ecuación 2.11. Nivel de servicio

Z=Nc(1- α) en la tabla normal

Ecuación 2.12. Desviación normal estándar según el Nc

σ = Desviación estándar de la demanda

2.14 Clasificación ABC

Se trata de una metodología de clasificación de inventarios que permite organizar de forma efectiva, las diferentes existencias de artículos dentro del área del almacén, según su valor, su índice de rotación y su relevancia para la empresa, lo que permite, además, la priorización, la

adquisición y colocación de los mismos no solo por su volumen o cantidad, sino por el aporte económico que suponen para la empresa. Es importante resaltar que se basa en el principio de Pareto o regla del 80/20, que indica que el 20% del esfuerzo es debido al 80% de los resultados, es así como analizando este comportamiento dentro del almacén, un 20% de los artículos generan el 80% de los movimientos de mercancía, mientras que el otro 80% de éstos, origina el restante 20% de movimientos (MECALUX, 2019).

2.15 Niveles de clasificación de los inventarios del método ABC

Se distinguen tres categorías, siendo la A, conformada por los artículos o ítems que se mueven o se manejan dentro del almacén que implican el 20% de los inventarios, pero el 80% en ingresos o valor del mismo, se consideran artículos críticos para el funcionamiento de la empresa y se controlan aplicando la política del lote óptimo Q^* con un punto de reorden R y un stock de seguridad S . La categoría B, que agrupa el 30% de las existencias que se mueven menos que la categoría A porque poseen un valor o ingresos menores a los anteriores, aproximadamente 15 % y por lo general, se monitorean mediante el uso de stock mínimo y máximo. Por último, la categoría C, son denominados de lento movimiento y menor valor representando el 50% de las existencias que, por lo general, son manejados mediante un stock de seguridad S (MECALUX, 2019).

2.16 Layout

Es el correcto ordenamiento de las mercancías o productos dentro de los espacios destinados para su almacenamiento o custodia, que facilita en primer lugar, su flujo ordenado y controlado, así como el del personal al conducir medios y equipos motorizados o de carácter manual para el traslado de las cargas. De igual forma, el diseño de este está sujeto, entre otros aspectos, a la inversión que se realiza en los ítems (materiales, equipos, medios o sistemas) que se custodian, así como en el volumen de movimiento o rotación de los mismos en un período determinado (Conexiónsan, 2018).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Inicialmente, en la primera etapa de la experiencia profesional fue realizada en Petroperu S.A., bajo contrato por tiempo determinado que se encontraba por culminar. Para este tiempo y mediante el comunicado de un Ingeniero de SGS, se tuvo conocimiento del puesto de trabajo solicitado para Mine Sense, donde se envió una postulación y se pudo lograr de esta manera, el ingreso a la empresa Mine Sense SAC para diciembre 2018.

Una vez culminada la etapa de inducción, el investigador realizó un diagnóstico en la gestión de operaciones desde el año 2019 y 2020, específicamente, el área de logística, donde se procedió al análisis en detalle de elementos determinantes sobre las deficiencias en los procesos logísticos asociado a una serie de dificultades, tales como la falta de control de stock de almacén, la carencia en el uso de equipos y dispositivos de manejo de materiales, un deficiente control en los costos logísticos, el desconocimiento de la secuencia del flujo de los productos y una debilidad en la distribución de los espacios de trabajo en el almacén. Fue aquí desde este momento, se asumió el reto de dar respuesta a esta problemática empleando herramientas y procedimientos de ingeniería industrial, iniciando con una observación detallada el proceso tal como se describe a continuación.

Se procedió a determinar la situación actual de la gestión logística en el almacén, en relación a los costos actuales, luego, la determinación de las causas que general el incremento de los costos en el almacén, seguidamente con el diseño del sistema logístico propuesto para la reducción de los costos en el almacén de la empresa. La primera etapa fue la recopilación de los costos por cada género de los artículos almacenados tal como se indica en la tabla 3.1

Tabla 3.1.

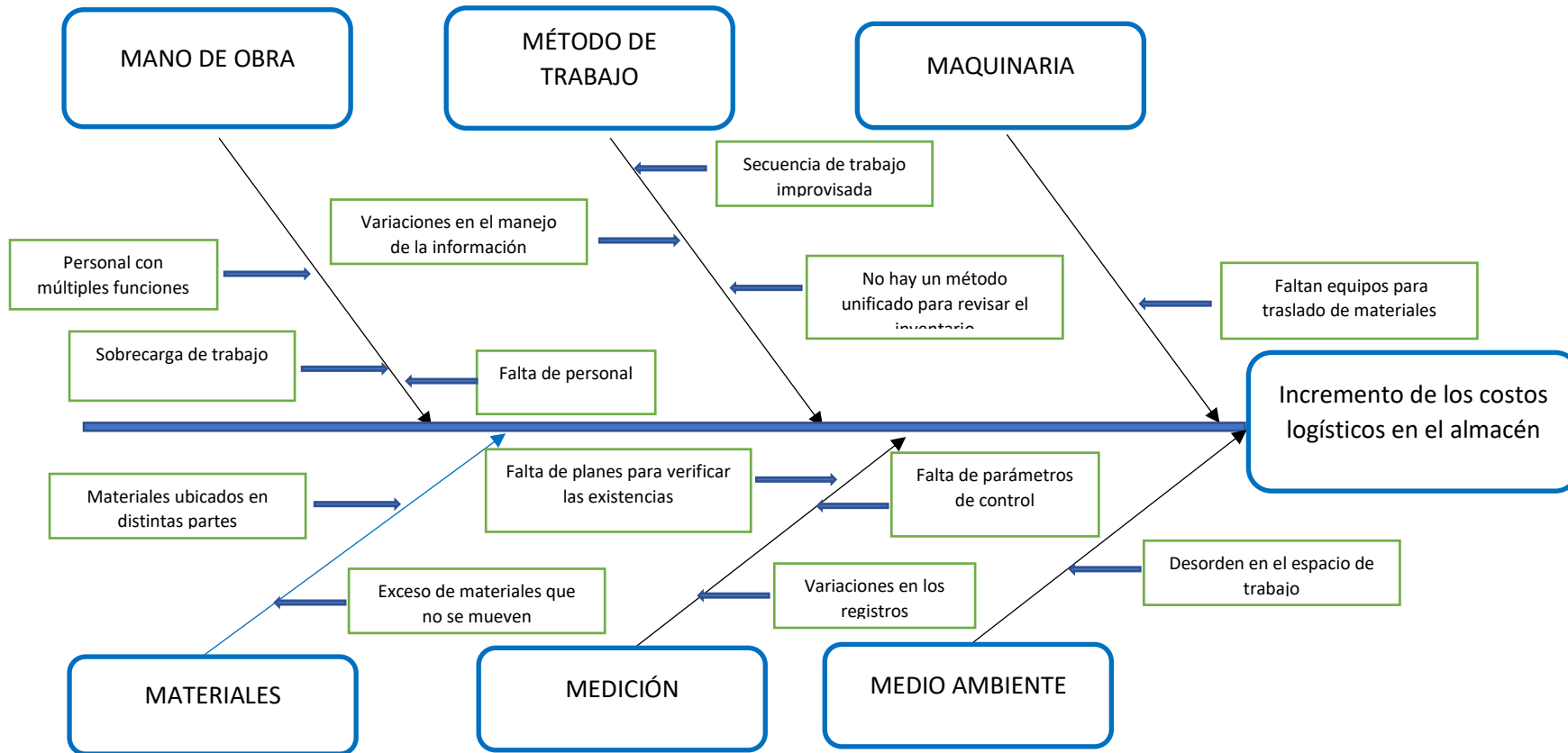
Costos actuales de los inventarios

Ítems	Género	Unidades	Valor (Soles)
1	Bombas	290	248,544.27
2	Combustibles y lubricantes	22	47,744.82
3	Equipos de Comunicaciones	84	4,785.43
4	Equipos y materiales eléctricos	143	34,855.75
5	Herramientas varias	467	178,079.17
6	Materiales Generales	8	1,780.42
7	Insumos de laboratorio	87	15,576.55
8	Insumos de minas	43	5,114.97
9	Insumos planta	94	150,025.13
10	Materiales especiales	26	225,150.08
11	Materiales de uso general	46	9,625.17
12	Repuestos especiales	567	1,334,414.47
13	Rodamientos y accesorios	271	31,474.12
14	Tuberías y válvulas	167	17,403.73
Total		2398	2,313,875.82

Nota: Información actualizada al mes de enero de 2021. Fuente la empresa (2021).

Cabe destacar que, según información histórica, los materiales de alta rotación, atraen la máxima atención de la empresa por su importancia en la realización de múltiples actividades de la mina. Por ello se procedió a realizar un diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa, para exponer las causas que generan el incremento de los costos logísticos en el almacén. En la figura 3.1 se puede visualizar este diagrama.

Figura III.1
Diagrama Causa Efecto



Nota: Información recolectada del proceso de observación en el almacén de la empresa.

La realización del diagrama causa efecto, permitió desarrollar el siguiente análisis asociado con la problemática. Actualmente, el comportamiento de los ítems críticos o considerados de gran valor, es abordado mediante una hoja de cálculo donde se utiliza un indicador a conveniencia denominado semáforo. Este nombre es debido a que, si los ítems tienen un tiempo promedio de duración en su stock mayor a 30 días, se resalta en verde, si está entre 15 y 30 día se resalta en amarillo y en rojo si la duración es menor a 15 días; cabe destacar que este criterio fue fijado por iniciativa algo subjetiva y no se ha determinado utilizando algún procedimiento estándar reconocido. En la tabla 3.2 se puede apreciar esta explicación.

Tabla 3.2.

Listado de artículos considerados de alta rotación

N°	Código	Descripción	UM	Stock mínimo	Stock Máximo	Stock a la fecha	T (en días)	Pedido
1	103452	Acero 1404	Kg	598	1,210	1,020	28	1,020
2	100654	Acero 242	Kg	94	185	290	37	
3	10103456	Ácido acético	Kg	5	10	6	12	
4	10105543	Ácido Ascórbico	Kg	1	2	2	0	
5	10106754	Ácido clorhídrico	Kg	14	28	12	8	
6	10145435	Ácido Nítrico	Kg	12	25	0	0	
7	101032664	Bolsa de acero forjado de 1 1/2"	Kg	5,200	10,200	18,000	50	
8	1122123	Bolsa de acero forjado de 2"	Kg	6,400	10,600	12,000	28	
10	1120003	Bolsa de acero forjado de 3 "	Kg	5,250	11,000	4,000	15	11,000
11	11033043	Cloruro de Amonio	Kg	9	18	5	15	
12	10101023	Depresor RA-CN300	Kg	1,800	3,200	5,000	45	
13	1101123	Dextrina H-31	Kg	1,200	1,800	7,200	120	1,800
14	1022232	Fluoruro de amonio	Kg	3	6	8	60	
15	11345400	Hidróxido de Amonio	Kg	16	32	14	15	
16	1106675	Hidróxido de sodio	Kg	2	2	3	3	

17	1107654	Ioduro de potasio	Kg	2	4	0	0	
18	109878876	Líquido de freno DOT de 1 1/2"	L	6	12	0	0	
19	11110989	Oxido de calcio	Kg	16,000	62,000	31,000	15	16,000
20	1060002	Papel filtro rápido sin ceniza	Pza.	55,000	110,000	0	0	
21	110902345	Papel Kraft	Pza.	120	250	0	0	120
22	10027345	Sulfato de cobre	Kg	18,000	65,000	32,000	25	
23	10767765	Sulfato de Zinc	Kg	18,000	65,000	34,500	15	
24	1023432	Xantato Z 11	Kg	872	1,800	4,000	120	
25	1023432	Xantato Z-6	Kg	867	1,800	2,500	30	
Total						151,560		

Nota: Información obtenida de los registros de la empresa a la fecha del 30 de enero de 2021

Se pudo determinar que dentro de estos ítems se contabilizó que, gran parte, alrededor de un 30% del total (un valor de S./ 694,162.75) , ha tenido un movimiento muy bajo en su rotación en los últimos seis meses, lo que quiere decir que, en existencias hay un alto número de inventarios que no se han consumido y que además, permite inferir que o no se aplica un procedimiento de revisión periódico y sistemático de las condiciones de los inventarios o se cuenta con un procedimiento de ordenamiento de pedidos que no se ajusta a las necesidades de control de estas existencias, lo que dificulta una toma de decisiones eficiente al respecto.

De igual forma se puede deducir que esta inmovilización, no está generando valor positivo a la gestión del almacén y, por ende, incide en el incremento de los costos de almacenamiento, como se establecido anteriormente, a mayor cantidad de artículos en existencia con bajo movimiento, mayor es el mencionado costo. De la misma manera se tiene que, no se cuenta con una clasificación específica bajo el sistema ABC considerando el valor y el consumo de los materiales, así como no se cuenta con un criterio técnico para determinar el

tamaño óptimo del pedido al momento de reponer las existencias, el punto de reorden y tampoco un inventario de seguridad.

En base a los resultados obtenidos, el investigador propone el diseño del sistema logístico para el almacén, orientado a reducir los costos actuales asociados al elevado valor de artículos de lento movimiento y por la falta de uso en los criterios técnicos de control de costos de inventarios según las indicaciones de MECALUX (2019), aplicando en primer lugar, una clasificación A-B-C de los artículos críticos y utilizando el modelo de lote óptimo (EOQ) con la aplicación de procedimientos específicos para calcular los valores de forma segura y confiable y así, facilitar al departamento de compras, datos significativos para mejorar su gestión

El sistema logístico, tendrá un objetivo general y dos objetivos específicos como se indican a continuación.

Objetivo general

Controlar el incremento de los costos de almacenamiento de los productos críticos en el almacén de la empresa minera utilizando el modelo de lote óptimo (EOQ)

Objetivos específicos

- Presentar una nueva distribución física (Layout) de los artículos según su género, aplicando el sistema A-B-C, con la finalidad de reducir el riesgo económico de mantener artículos de lento movimiento, por tiempo prolongado en el almacén.

-Establecer los parámetros de control de costos mediante el modelo de lote económico EOQ para una muestra de los materiales críticos, clase A de mayor valor y consumo.

Fase I. Distribución física (Layout) de los artículos según su género, aplicando el sistema A-B-C, con la finalidad de reducir el riesgo económico de mantener artículos de lento movimiento, por tiempo prolongado en el almacén.

Análisis ABC

Para llevar a cabo esta primera fase, se recolectó la información de los ítems que se encontraban en el almacén para el inicio del estudio, donde se indica, el género del ítem, la unidad de medida o de manejo, la demanda promedio, el costo promedio en soles y su valor en inventario, datos que fueron suministrados por la empresa. En la table 3.3 se puede observar el ordenamiento de la información recolectada.

Tabla 3.3

Registro detallado del inventario actual para el estudio

Código	Género	Unidad de medida	D. Promedio	Costo Promedio(S.)	Valor(S.)
0101BOM	Bombas	Pza.	9	27,616.03	248,544.27
0102CL	Combustibles y lubricantes	L	65	734.54	47,744.82
0103ECOM	Equipos de Comunicaciones	Kg	8	598.18	4,785.43
0104EME	Equipos y materiales eléctricos	Pza.	80	435.70	34,855.75
0105HV	Herramientas varias	Pza.	32	5,564.97	178,079.17
0201MG	Materiales Generales	Kg	90	19.78	1,780.42
0301IDL	Insumos de laboratorio	Kg	140	111.26	15,576.55
0301IDM	Insumos de minas	Kg	96	53.28	5,114.97
0301IP	Insumos planta	Kg	174	862.21	150,025.13
0201ME	Materiales especiales	Kg	85	2,648.82	225,150.08

0201MDG	Materiales de uso general	Kg	49	196.43	9,625.17
0401RP*T	Repuestos especiales	Pza.	23	58,018.02	1,334,414.47
107RA	Rodamientos y accesorios	Pza.	56	562.04	31,474.12
0108TV	Tuberías y válvulas	Pza.	46	378.34	17,403.73
0100TF	Útiles de Oficina	Pza.	15	620.12	9,301.75
Total				98,419.73	2,313,875.82

Nota: Los datos corresponden a los valores registrado hasta enero de 2021. Fuente la Empresa

Tabla 3.4

Clasificación de los artículos según el género

Código	Género	Unidad de medida	D. Promedio	Costo Promedio (S.)	Valor (S.)	%	% (Acum)	Clase
0401RP*T	Repuestos especiales	Pza.	23	58,018.02	1,334,414.47	57.7	58	A
0101BOM	Bombas	Pza.	9	27,616.03	248,544.27	10.7	68	A
0201ME	Materiales especiales	Kg	85	2,648.82	225,150.08	9.7	78	A
0105HV	Herramientas varias	Pza.	32	5,564.97	178,079.17	7.7	86	B
0301IP	Insumos planta	Kg	174	862.21	150,025.13	6.5	92	B
0102CL	Combustibles y lubricantes	L	65	734.54	47,744.82	2.1	94	B
0104EME	Equipos y materiales eléctricos	Pza.	80	435.70	34,855.75	1.5	96	B
0107RA	Rodamientos y accesorios	Pza.	56	562.04	31,474.12	1.4	97	C
0108TV	Tuberías y válvulas	Pza.	46	378.34	17,403.73	0.8	98	C
0301IDL	Insumos de laboratorio	Kg	140	111.26	15,576.55	0.7	99	C
0201MDG	Materiales de uso general	Kg	49	196.43	9,625.17	0.4	99	C
0100TF	Útiles de Oficina	Pza.	15	620.12	9,301.75	0.4	99	C
0301IDM	Insumos de minas	Kg	96	53.28	5,114.97	0.2	100	C
0103ECOM	Equipos de Comunicaciones	Kg	8	598.18	4,785.43	0.2	100	C

0201MG	Materiales Generales	Kg	90	19.78	1,780.42	0.1	100	C
Total				98,419.73	2,313,875.82			

Nota: La clasificación está basada en la información facilitada por la empresa según la demanda promedio del año 2020

Tabla 3.5

Crterios de aplicación y control

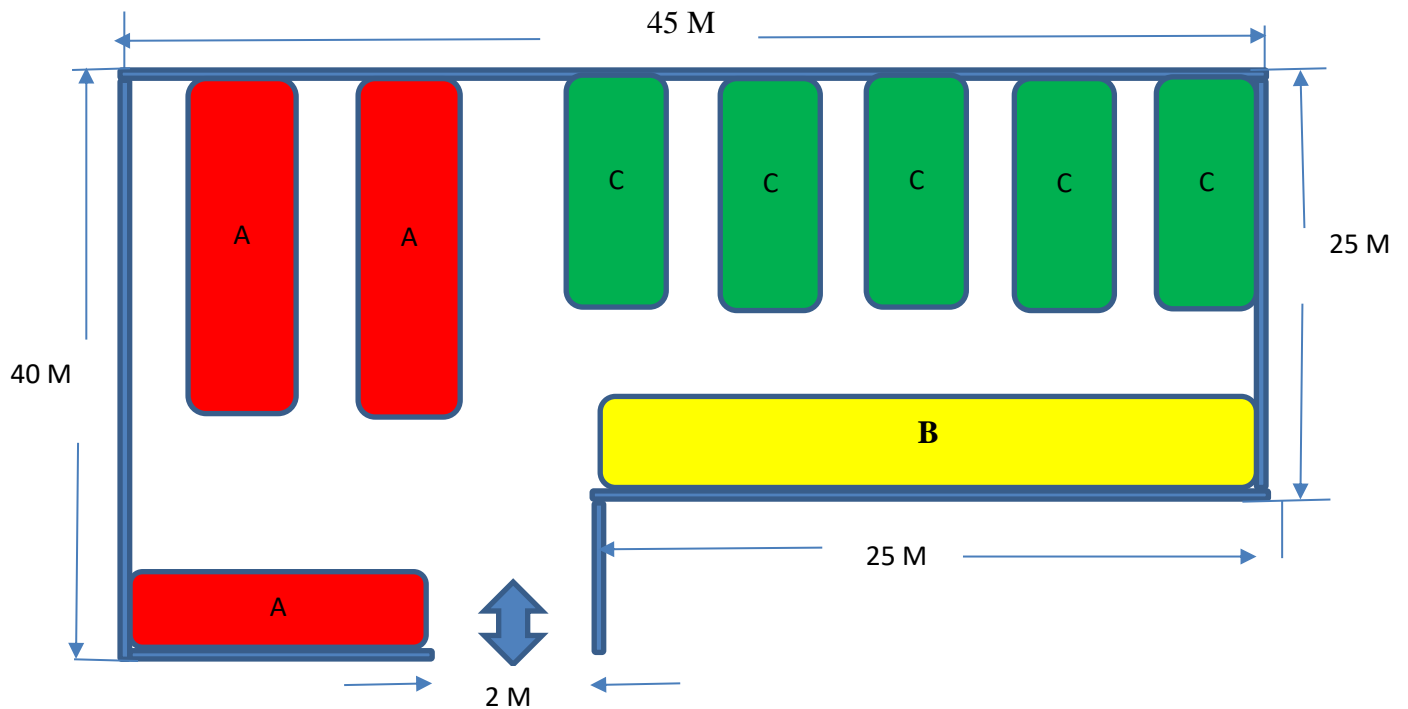
Categoría	% de Género	% del valor	Política
A	13	68	Para los artículos que pertenecen a este género se indica una revisión diaria de las condiciones y verificar el nivel de inventario
B	33	96	Para estos artículos la revisión se debe hacer cada vez que se realice una solicitud de requerimiento desde planta
C	54	100	Se recomienda una revisión semanal y aplicar acciones para la desincorporación del almacén, de estos materiales que no se han movido por más de tres meses

Nota: Las políticas se sugieren en función a la clasificación según el valor de los elementos en inventario. Fuente la empresa

De igual forma, se procedió a reordenar la ubicación de estos materiales según la clasificación, donde los tipos A, se localiza relativamente con mayor proximidad a la puerta de entrada y salida para su fácil localización (estanterías color rojo) y visualización, los B, estarán menos próximo a la entrada pero agrupados en un solo espacio para ser monitoreados con facilidad de manera continua (estantería de color amarillo) y los C, de menor movimientos, estarán más alejados de las puerta (estantería color verde) . El nuevo layout del almacén que se presenta en la figura 3.6.

Figura III.2

Distribución propuesta para la ubicación de los ítems según su clasificación ABC



Nota: Esta distribución permitirá localizar más rápidamente los artículos en el almacén y además, al realizar las inspecciones se verifica las cantidades físicas según la política de revisión indicada. Fuente elaboración propia

Parámetros de control de costos logísticos mediante el modelo de lote económico EOQ para una muestra de los materiales críticos, clase A, de mayor valor y consumo.

Para llevar a cabo esta segunda fase, se describe el sistema logístico propuesto, para lo cual, se emplearon los datos suministrados por la empresa en cuanto a los costos para los materiales críticos tomados para este estudio. En la tabla 3.6 se presentan estos valores.

Tabla 3.6.

Demanda promedio, costo de ordenar y costo de conservación manejado en la empresa

Código	Descripción	UM	D(Prom.)	Desv.	Co(S)	Cc (S)
103452	Acero 1404	Kg	900	12.56	126	16
100654	Acero 242	Kg	120	3.16	84	25

10103456	Ácido acético	Kg	8	2.11	16	7
10105543	Ácido Ascórbico	Kg	4	0.24	5	4
10106754	Ácido clorhídrico	Kg	21	2.23	45	11
10145435	Ácido Nítrico	Kg	16	9.16	38	9
101032664	Bolsa de acero forjado de 1 1/2"	Kg	7200	24.49	165	64
1122123	Bolsa de acero forjado de 2"	Kg	7300	23.82	184	65
1120003	Bolsa de acero forjado de 3 "	Kg	9000	27.43	199	70
11033043	Cloruro de Amonio	Kg	13	1.24	38	9
10101023	Depresor RA-CN300	Kg	2400	5.24	138	25
1101123	Dextrina H-31	Kg	1350	6.23	105	23
1022232	Fluoruro de amonio	Kg	5	0.76	3	2
11345400	Hidróxido de Amonio	Kg	23	3.32	34	11
1106675	Hidróxido de sodio	Kg	3	0.34	4	3
1107654	Ioduro de potasio	Kg	4	0.22	3	5
109878876	Líquido de freno DOT de 1 1/2"	FCO	9	1.23	8	4
11110989	Oxido de calcio	Kg	20000	12.56	178	60
1060002	Papel filtro rápido sin ceniza	Pza.	89300	15	237	60
110902345	Papel Kraft	Pza.	155	3.45	33	9
10027345	Sulfato de cobre	Kg	43500	21.34	167	45
10767765	Sulfato de Zinc	Kg	47400	16	169	54
1023432	Xantato Z 11	Kg	1100	78	108	36
1023432	Xantato Z-6	Kg	1030	1.07	129	42

Nora: Datos obtenidos de los registros facilitados por la empresa al 31 de enero de 2021.

Cálculo de la Cantidad Económica de Pedido

Se aplica la fórmula indicada en el marco teórico y se emplea un ejemplo con el primer ítem de la tabla 3.6

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_0}{C_c}}$$

$$Q^* = \sqrt{2 \times (900) \times 126 / 16}$$

$$Q^* = \sqrt{14.175,00}$$

$$Q^* = 119.05$$

Se procede al cálculo del número de pedidos en el año que se deben realizar

$$N = \sqrt{\frac{D \times C_c}{2 \times C_o}} = \frac{D}{Q}$$

$$N = 900/119,05$$

$$N = 7.55$$

$$N = 8 \text{ pedidos al año}$$

El tiempo de días hábiles del pedido T_c será

$$T_c = 1/N * 30$$

$$T_c = 1/8 * 30$$

$$T_c = 0.125 * 30$$

$$T_c = 3.75: T_c = 4 \text{ días}$$

$$\alpha = 1/N = 0,125$$

$$N_c = 1 - \alpha$$

$$N_c = 1 - 0.125$$

$$N_c = 0.875$$

$$Z = 1,15$$

Ahora se determina el punto de reordenamiento R

$$R = D_{(\text{promedio})} + Z \sigma$$

$$R = 900 + (1.13 * 12.56)$$

$$R = 913.94 \text{ unidades}$$

Y finalmente, se determina el nivel de seguridad

$$S = Nc * \sigma * \sqrt{Tc}$$

$$S = *12.56 * 2$$

$$S = 27.77 \text{ unidades}$$

Todos estos cálculos permiten indicar la secuencia del sistema de control de los costos que se propone para los productos críticos en el almacén. De esta manera se determina los valores para la muestra de artículos críticos seleccionados y su totalidad se indica en la tabla 3.7.

Tabla 3.7.

Parámetros estimados para el sistema logístico propuesto

Código	Descripción	UM	D(Prom)	Desv.	Co(S)	Cc (S)	Q*	N	Tc	√Tc	α	Nc	Z	R
103452	Acero 1404	Kg	900	12.56	126	16	119.06	8	4	2	0.13	0.87	1.13	914.19
100654	Acero 242	Kg	120	3.16	84	25	28.40	4	7	3	0.24	0.76	0.72	122.28
10103456	Ácido acético	Kg	8	2.11	16	7	6.05	1	23	5	0.76	0.2	-0.80	6.31
10105543	Ácido Ascórbico	Kg	4	0.24	5	4	3.16	1	24	5	0.79	0.2	-0.80	3.81
10106754	Ácido clorhídrico	Kg	21	2.23	45	11	13.11	2	19	4	0.62	0.38	-0.28	20.38
10145435	Ácido Nítrico	Kg	16	9.16	38	9	11.62	1	22	5	0.73	0.27	-0.55	10.96
101032664	Bolsa de acero forjado de 1 1/2"	Kg	7200	24.49	165	64	192.68	37	1	1	0.03	0.97	1.86	7,245.55
1122123	Bolsa de acero forjado de 2"	Kg	7300	23.82	184	65	203.30	36	1	1	0.03	0.97	1.86	7,344.31
1120003	Bolsa de acero forjado de 3 "	Kg	9000	27.43	199	70	226.21	40	1	1	0.03	0.97	1.86	9,051.02
11033043	Cloruro de Amonio	Kg	13	1.24	38	9	10.48	1	24	5	0.81	0.19	-0.81	12.00
10101023	Depresor RA-CN300	Kg	2400	5.24	138	25	162.78	15	2	1	0.07	0.93	1.47	2,407.70
1101123	Dextrina H-31	Kg	1350	6.23	105	23	111.02	12	2	2	0.08	0.92	1.40	1,358.72
1022232	Fluoruro de amonio	Kg	5	0.76	3	2	3.87	1	23	5	0.77	0.23	-0.70	4.47
11345400	Hidróxido de Amonio	Kg	23	3.32	34	11	11.92	2	16	4	0.52	0.48	0.00	23.00
1106675	Hidróxido de sodio	Kg	3	0.34	4	3	2.83	1	28	5	0.94	0.06	-3.22	1.91
1107654	Ioduro de potasio	Kg	4	0.22	3	5	2.19	2	16	4	0.55	0.45	0.00	4.00
109878876	Líquido de freno DOT de 1 1/2"	FCO	9	1.23	8	4	6.00	2	20	4	0.67	0.33	-0.42	8.48

11110989	Oxido de calcio	Kg	20000	12.56	178	60	344.48	58	1	1	0.02	0.98	2.55	20,032.03
1060002	Papel filtro rápido sin ceniza	Pza.	89300	15	237	60	839.92	106	0	1	0.01	0.99	2.33	89,334.95
110902345	Papel Kraft	Pza.	155	3.45	33	9	33.71	5	7	3	0.22	0.78	0.74	157.55
10027345	Sulfato de cobre	Kg	43500	21.34	167	45	568.21	77	0	1	0.01	0.99	2.33	43,549.72
10767765	Sulfato de Zinc	Kg	47400	16	169	54	544.69	87	0	1	0.01	0.99	2.33	47,437.28
1023432	Xantato Z 11	Kg	1100	78	108	36	81.24	14	2	1	0.07	0.93	1.47	1,214.66
1023432	Xantato Z-6	Kg	1030	1.07	129	42	79.54	13	2	2	0.08	0.92	1.40	1,031.50

Nota: La tabla 3.7 presenta los valores necesarios para la aplicación de un sistema logístico para el almacén, utilizando la herramienta del lote óptimo, con el punto de reorden R y el nivel de seguridad S. Fuente: Elaboración propia

La información recolectada, analizada y estructurada permite la presentación del sistema logístico de control de costos para el almacén de la empresa, donde se definen las entradas, el proceso de control y las salidas, que permiten indicar, los aspectos que se contemplan para lograr el objetivo general de la investigación. En el anexo 1, se puede observar la estructura del sistema mediante el manual de procedimientos del mismo

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la implementación del sistema logístico propuesto se observan, en primer lugar, dando respuesta al objetivo general de la investigación, en la aplicación del diseño de sistema logístico y la disminución de los costos en el almacén tal como se puede observar en la tabla 4.1

Tabla 4.1.

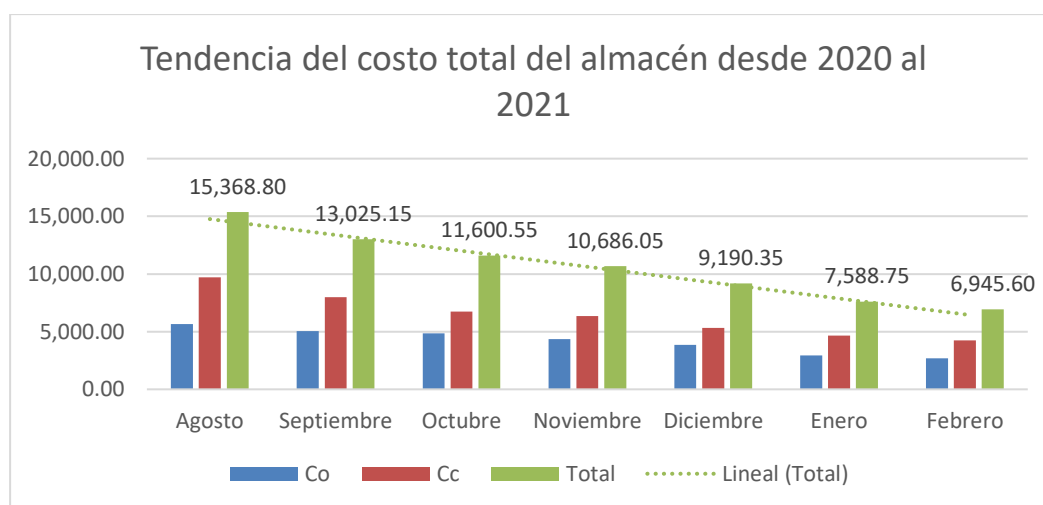
Costos totales el Soles (S.), en el almacén después de la implementación del sistema logístico

Costo	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Costo de pedido (Co)	5,645.25	5,044.75	4,855.30	4,345.60	3,855.60	2,933.15	2,700.15
Costo de conservación (Cc)	9,723.55	7,980.40	6,745.25	6,340.45	5,334.75	4,655.60	4,245.55
Total	15,368.80	13,025.15	11,600.55	10,686.05	9,190.35	7,588.75	6,945.60

Nota: Datos estructurados en función a los valores generados en el proceso de trabajo, suministrada por la empresa (2021)

Figura IV.1

Tendencia del costo total del almacenamiento después de la implementación del sistema logístico



Nota: La tendencia de los costos en el almacén antes y después de la implementación, datos obtenidos de la Empresa (2021)

Uno de los efectos más significativos de la implementación del sistema, se dio con la disminución en el costo de ordenamiento, debido a que, al tener precisión en las existencias y el punto de reordenamiento, la frecuencia de las compras se disminuyó considerablemente, además que facilitó al departamento, conocer sobre el comportamiento de ciertos ítems y así fijar acciones de verificación de la frecuencia de compras de los mimos,

De igual forma, al saber que cantidad se debería solicitar, cuando se debía y la ubicación que debía tener en el almacén, se convierte en una herramienta de control efectiva que contribuye significativamente, para el seguimiento y control de los costos en el almacén. Desde el punto de vista operativo, se tiene una mejor visualización del nivel de los inventarios y de la rotación del mismo, evitando mantener cantidades innecesarias en stock debido a que se cuenta con los valores estimados en cuanto a nivel de seguridad y por ende disminuye también la probabilidad de que se genere un faltante repentinamente.

En la tabla 4.2, se indica el comportamiento de los inventarios para los artículos críticos seleccionados para el estudio.

Tabla 4.2

Comportamiento de los inventarios después de la aplicación del sistema logístico

N°	Código	Descripción	UM	Demanda Promedio	EOQ (Q*)	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	103452	Acero 1404	Kg	900.00	119.06	1,020.00	345.00	955.00	754.00	1,211.00
2	100654	Acero 242	Kg	120.00	28.40	290.00	110.00	185.00	72.00	123.00
3	10103456	Ácido acético	Kg	8.00	6.05	6.00	2.00	5.00	3.00	6.00
4	10105543	Ácido Ascórbico	Kg	4.00	3.16	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00
5	10106754	Ácido clorhídrico	Kg	21.00	13.11	12.00	16.00	18.00	16.00	14.00
6	10145435	Ácido Nítrico	Kg	16.00	11.62	0.00	10.00	8.00	6.00	16.00
7	101032664	Bolsa de acero forjado de 1 1/2"	Kg	7,200.00	192.68	18,000.00	11,232.00	4,532.00	3,411.00	4,005.00
8	1122123	Bolsa de acero forjado de 2"	Kg	7,300.00	203.30	12,000.00	3,452.00	3,411.00	2,876.00	2,312.00
10	1120003	Bolsa de acero forjado de 3 "	Kg	9,000.00	226.21	4,000.00	3,123.00	3,543.00	2,765.00	3,455.00
11	11033043	Cloruro de Amonio	Kg	13.00	10.48	5.00	7.50	6.30	7.45	6.30
12	10101023	Depresor RA-CN300	Kg	2,400.00	162.78	5,000.00	4,521.00	2,334.00	3,123.00	1,986.00
13	1101123	Dextrina H-31	Kg	1,350.00	111.02	7,200.00	1,495.00	1,234.00	1,432.00	1,123.00
14	1022232	Fluoruro de amonio	Kg	5.00	3.87	8.00	5.50	4.00	3.30	4.50
15	11345400	Hidróxido de Amonio	Kg	23.00	11.92	14.00	11.25	10.50	9.25	8.40
16	1106675	Hidróxido de sodio	Kg	3.00	2.83	3.00	3.25	3.50	4.00	3.25
17	1107654	Ioduro de potasio	Kg	4.00	2.19	0.00	3.00	1.00	2.00	1.50
18	109878876	Líquido de freno DOT de 1 1/2"	FCO	9.00	6.00	0.00	5.00	4.00	7.00	5.00
19	11110989	Oxido de calcio	Kg	20,000.00	344.48	31,000.00	24,642.00	28,345.00	23,432.00	22,341.00
20	1060002	Papel filtro rápido sin ceniza	Pza.	89,300.00	839.92	0.00	1,124.00	1,342.00	1,054.00	2,034.00
Totales						78,560.00	50,110.50	45,943.30	38,979.00	38,656.95

Nota: Información obtenida de los registros facilitados por la empresa (2021)

En esta tabla es apreciable como los niveles de inventario al final de cada mes, han ido ajustándose a la dinámica de la empresa, partiendo que se tiene establecido el Q^* para cada ítem. Esto se puede interpretar que, mediante el procedimiento aplicado, los niveles de stock, satisfacen las necesidades del proceso lo que ha permitido un mejor control tanto de las existencias físicas como de los costos de posicionamiento de estos. Para proseguir con este análisis de los resultados, se procedió a registrar los valores generados por la rotura de stock, la rotación y la contracción del inventario, antes y después de la puesta en marcha del sistema diseñado, tal como se evidencia en las tablas siguientes.

Tabla 4.3

Comportamiento de la rotura del stock en el almacén.

Rotura de Stock (Razón)			Antes		Después			Variación
Nº	Código	Descripción	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	103452	Acero 1404	24.76	19.33	17.00	15.66	12.43	12.33
2	100654	Acero 242	21.66	16.43	14.88	12.52	9.32	12.34
3	10103456	Ácido acético	31.55	24.23	18.00	15.39	11.15	20.40
4	10105543	Ácido Ascórbico	19.56	13.34	12.12	9.06	7.34	12.22
5	10106754	Ácido clorhídrico	32.07	25.34	21.66	17.56	13.74	18.33
6	10145435	Ácido Nítrico	29.99	21.34	15.76	11.54	8.67	21.32
7	101032664	Bolsa de acero forjado de 1 1/2"	21.56	16.72	14.88	12.41	10.55	11.01
8	1122123	Bolsa de acero forjado de 2"	32.55	29.45	24.32	19.38	13.42	19.13
10	1120003	Bolsa de acero forjado de 3 "	37.54	33.33	24.11	21.10	13.32	24.22
11	11033043	Cloruro de Amonio	24.56	18.44	16.30	12.75	10.06	14.50
12	10101023	Depresor RA-CN300	33.33	24.24	20.35	17.39	14.32	19.01
13	1101123	Dextrina H-31	39.45	33.33	27.34	21.30	17.34	22.11
14	1022232	Fluoruro de amonio	21.34	18.67	15.34	13.56	11.51	9.83
15	11345400	Hidróxido de Amonio	22.00	19.56	17.45	13.45	11.43	10.57
16	1106675	Hidróxido de sodio	39.56	32.44	28.51	23.55	12.19	27.37
17	1107654	Ioduro de potasio	21.45	18.55	14.23	12.21	8.83	12.62
18	109878876	Líquido de freno DOT de 1 1/2"	33.23	27.55	24.40	20.56	14.54	18.69
19	11110989	Oxido de calcio	34.66	28.55	24.66	20.12	14.44	20.22
20	1060002	Papel filtro rápido sin ceniza	29.29	26.40	22.45	17.40	14.21	15.08
Promedio			28.95	23.54	19.67	16.15	12.04	16.91

Nota: Información obtenida de los registros facilitados por la empresa donde se relaciona el número de pedidos no procesados por faltantes entre en número de pedidos totales recibidos.

En la tabla anterior se puede apreciar como después de aplicar el sistema diseñado, desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre se evidencia la disminución del indicador, precisando una reducción en promedio de 16.91 para finales del año de 28.95 a 12.04 que representa un aproximado del 58%.

Tabla 4.4

Rotación del inventario

N°	Código	Rotación (%) Descripción	Antes		Después			Variación
			Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	103452	Acero 1404	37.12	31.44	25.33	21.40	16.34	20.78
2	100654	Acero 242	31.50	23.55	15.08	11.32	9.51	21.99
3	10103456	Ácido acético	46.00	33.44	25.32	15.66	10.34	35.66
4	10105543	Ácido Ascórbico	29.57	23.44	14.49	11.56	11.02	18.55
5	10106754	Ácido clorhídrico	52.77	32.34	23.99	15.15	11.32	41.45
6	10145435	Ácido Nítrico	39.47	31.66	24.56	22.22	17.43	22.04
7	101032664	Bolsa de acero forjado de 1 1/2"	43.00	33.60	24.56	22.29	16.33	26.67
8	1122123	Bolsa de acero forjado de 2"	52.98	44.44	31.00	24.19	18.09	34.89
10	1120003	Bolsa de acero forjado de 3 "	25.89	18.44	15.33	12.78	9.44	16.45
11	11033043	Cloruro de Amonio	33.95	25.21	18.54	15.56	12.21	21.74
12	10101023	Depresor RA-CN300	25.96	21.44	16.66	14.45	11.10	14.86
13	1101123	Dextrina H-31	48.32	41.11	33.23	28.34	21.55	26.77
14	1022232	Fluoruro de amonio	16.49	13.22	11.78	9.99	9.04	7.45
15	11345400	Hidróxido de Amonio	33.00	26.94	21.56	17.32	14.45	18.55
16	1106675	Hidróxido de sodio	26.99	23.77	20.05	17.45	14.23	12.76
17	1107654	Ioduro de potasio	31.78	28.56	24.88	19.20	14.37	17.41
18	109878876	Líquido de freno DOT de 1 1/2"	40.34	33.33	26.71	21.26	17.55	22.79
19	11110989	Oxido de calcio	36.77	32.65	26.74	23.66	17.44	19.33
20	1060002	Papel filtro rápido sin ceniza	35.55	30.04	27.88	22.66	19.30	16.25
Promedio			36.18	28.68	22.51	18.23	14.27	21.92

Nota: Información obtenida de los registros facilitados por la empresa donde se relaciona el valor de los artículos vendidos entre el valor del inventario en existencia.

En la tabla anterior se puede apreciar como después de aplicar el sistema logístico, desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre se logró la disminución del indicador, en una reducción de 21.92 para finales del año, de 36.18 a 14.27 que representa aproximadamente un 60%

Tabla 4.5

Contracción del inventario

Contracción (Fracción)			Antes		Después			Variación
Nº	Código	Descripción	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	103452	Acero 1404	0.16	0.12	0.10	0.10	0.06	0.10
2	100654	Acero 242	0.33	0.23	0.16	0.12	0.09	0.24
3	10103456	Ácido acético	0.35	0.33	0.25	0.16	0.11	0.24
4	10105543	Ácido Ascórbico	0.41	0.30	0.21	0.15	0.11	0.30
5	10106754	Ácido clorhídrico	0.21	0.12	0.09	0.07	0.07	0.14
6	10145435	Ácido Nítrico	0.35	0.19	0.14	0.11	0.09	0.26
7	101032664	Bolsa de acero forjado de 1 1/2"	0.26	0.23	0.19	0.13	0.11	0.15
8	1122123	Bolsa de acero forjado de 2"	0.22	0.14	0.12	0.10	0.07	0.15
10	1120003	Bolsa de acero forjado de 3 "	0.28	0.26	0.20	0.12	0.10	0.18
11	11033043	Cloruro de Amonio	0.22	0.19	0.15	0.13	0.11	0.11
12	10101023	Depresor RA-CN300	0.49	0.31	0.23	0.16	0.13	0.36
13	1101123	Dextrina H-31	0.16	0.14	0.12	0.12	0.08	0.08
14	1022232	Fluoruro de amonio	0.26	0.21	0.21	0.15	0.12	0.14
15	11345400	Hidróxido de Amonio	0.32	0.21	0.17	0.13	0.11	0.21
16	1106675	Hidróxido de sodio	0.32	0.24	0.18	0.13	0.13	0.19
17	1107654	Ioduro de potasio	0.36	0.31	0.20	0.16	0.14	0.22
18	109878876	Líquido de freno DOT de 1 1/2"	0.27	0.21	0.13	0.11	0.07	0.20
19	11110989	Oxido de calcio	0.39	0.26	0.21	0.13	0.08	0.31
20	1060002	Papel filtro rápido sin ceniza	0.15	0.14	0.12	0.10	0.07	0.08
Promedio			0.29	0.22	0.17	0.13	0.10	0.19

Nota: En la tabla anterior se puede apreciar como después de aplicar el sistema logístico, desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre se logró cambiar el comportamiento de este indicador al disminuir significativamente los valores después de la aplicación del sistema logístico, según los datos suministrados por la empresa.

Los resultados permiten verificar que hubo un ajuste progresivo hasta llegar a un valor promedio de 0.29 a 0.19 en el mes de diciembre., que represento aproximadamente un 66%, lo que demuestra una vez más el aporte del sistema logístico que se diseñó y se aplicó en el almacén. Finalmente, en la tabla siguiente se aprecia la variación obtenida en relación a la disminución lograda mediante la puesta en marcha del sistema logístico diseñado por el investigador

Tabla 4.6

Variación lograda con la aplicación del sistema logístico diseñado por el investigador

Objetivo	Variable	Dimensión	Indicador	Antes	Después	Variación
Diseñar un sistema logístico para la reducción de los costos en el almacén de la empresa MINE SENSE S.A.C	Sistema Logístico	Almacenamiento	Rotación de existencia	36.18	21.92	-14.26
			Índice de rotura de stock	28.95	16.91	-12.04
			Contracción de stock	0.29	0.19	-0.10
	Costos en el almacén	Conservación (CC)	CC	5,645.25	2,700.15	-2,945.10
			CO	9,723.55	4,245.55	-5,478.00
			De pedidos (CO)	CT	15,368.80	6,945.60

Nota: El signo negativo en la última columna, señalan la disminución que se logra con la aplicación del sistema. Los valores de cada indicador, corresponde al valor global para la muestra de los 20 artículos seleccionados.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

Finalizado el estudio en la empresa Mine Sense S.A.C., el investigado concluye que la ejecución de la investigación y la puesta en marcha del sistema logístico para la reducción de los costos en el almacén, representó una gran oportunidad para repasar y aplicar parte de los conocimientos adquiridos en la formación académica como ingeniero industrial así como también, la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos a lo largo de la práctica laboral en las distintas empresas y en particular, en ésta donde se completó el diseño de este sistema.

En este orden de ideas, reconocer la importancia que significa tanto el valor económico como el movimiento de cada ítem por su consumo que se traduce como la demanda por parte de los procesos de planta para definir los lineamientos de control de existencias, permitieron al investigador ahondar mucho más en la teoría de gestión de inventarios y en el manejo, control y seguimiento de los costos relacionados con el almacenamiento y manejo de los materiales, como lo son el costo de pedido o de ordenamiento y el costo de conservación o posicionamiento del inventario.

De igual forma, se pudo relacionar dichos costos con la demanda promedio estimada para los ítems seleccionados como críticos, y de esta manera, determinar el tamaño del lote óptimo Q^* , según la teoría del modelo económico EOQ, considerando el punto de reposición del inventario "R" y el nivel de seguridad del mismo "Nc" con lo cual se puede saber, qué cantidad debe ser colocada a compra, en qué momento debe ser procesado y por supuesto, disminuir la probabilidad de tener faltantes imprevistos o excesos de artículos en existencia.

En este mismo ámbito de ideas, el sistema considera la ubicación física de las existencias dentro del almacén, según su valor y su frecuencia de movimientos, por lo cual se aplicó el modelo de clasificación ABC y se presentó una nueva distribución física de las estanterías, distinguiéndolas con los colores amarillo, verde y rojo para posicionar a los artículos A, B y C

respectivamente, para así localizarlos más fácilmente a la hora de procesar un despacho o de realizar la toma del inventario físico.

En este mismo orden de ideas, se pudo ajustar los resultados de los indicadores de contracción del inventario en un 66%, el índice de rotación en un 60% y el índice de rotura disminuyó en un 58%, los cuales marcaron una tendencia positiva lo que permite concluir que, mediante las acciones aplicadas para el diseño del sistema, fueron eficientes.

Todo lo antes expuesto facilitó, además, demostrar al investigador la suficiencia profesional con la aplicación de la gestión de inventarios, para diseñar y aplicar un sistema logístico para disminuir los costos de almacenamiento en la empresa y así contribuir de manera efectiva con el logro de los objetivos de la organización.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones el investigador indica que:

Para la reducción de los costos en un almacén además de contar con un sistema logístico, se debe tener en cuenta la aplicación de inspecciones programadas al mismo y así, identificar los productos de lentos movimientos que no han sido usados y disponer de los mismos para reducir la acumulación de estos y la congestión de los espacios dentro del almacén.

En segundo lugar, revisar periódicamente el estatus y movimientos de las existencias en el sistema, para identificar si es necesario, las variaciones dentro del almacén y de esta manera, evitar que se presenten casos de artículos sin identificación o rumas de artículos mezclados que pueden ser despachados por error a planta.

Finalmente se recomienda siempre mantener un ordenamiento y un nivel de limpieza dentro del almacén para evitar posibles extravíos de artículos o de tardanzas en la búsqueda de los productos, así como el no contar con espacios disponibles para la ubicación de artículos que recién entran al almacén.

REFERENCIAS

- Amaro, D., Acevedo, J. y Amaro, D. (2018). *La integración de las finanzas al flujo logístico. Aplicación: Proceso de alimentación*. Ingeniería Industrial, 97-108.
- Conexiónesan. (2017, marzo 21). Las funciones de la gestión de compras: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/03/las-funciones-de-la-gestion-de-compras/>
- Conexiónesan. (2018, octubre 17). Apuntes Empresariales. ¿Qué es el layout en un almacén?: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/10/que-es-el-layout-de-un-almacen/>
- Cordero, V., Torres, V., Hernández, A. y Ibarra, G. (2015). Sistema de información en el proceso de logística inversa, revisión de literatura. CULCyT, 12(15), 46-59.
- Espinosa, M., Toro, B. y Vanegas, J. (2016). Proceso de consolidación logístico para una empresa de transporte: desarrollo de un modelo de medición jerárquico. Espacio, 37(22), 20-. González, N. (2016). Presentación: transporte y logística. Revista Transporte y Territorio, 14, 1-4.
- Guerra, Y. y Felipe, P. (2014). *Modelos y sistemas de inventarios: Incluye ejercicios resueltos*. https://books.google.com.pe/books?id=oD7OBgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- López, J. (2019). *Tipos de logística*: <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-logistica.html>
- MECALUX. (2019). *Gestión de Almacén. Obtenido de Una radiografía de los costes de almacenamiento logístico*: <https://www.mecalux.es/blog/costes-almacenamiento-logistica>
- MECALUX. (2019). *Organización de Almacenes*. <https://www.mecalux.es/blog/metodo-abc-clasificacion-almacen>

Mendoza, M. y Cevallos, N. (2016). *El abastecimiento estratégico y su aplicación en las empresas*. Saber, Ciencia y Libertad, 11(1), 129-140.

Pinheiro, O., Breval, S., Rodríguez, C. y Follmann, N. (2017). *Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma*. Ingeniere. Revista chilena de ingeniería, 25(2), 264-276.

Travaglino, D. (2021). *Estrategia Logistica, de la definición conceptual a la acción*
https://www.academia.edu/28712746/Estrategia_Logistica_de_la_definici%C3%B3n_conceptual_a_la_acci%C3%B3n

Anexo N° 1. Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento

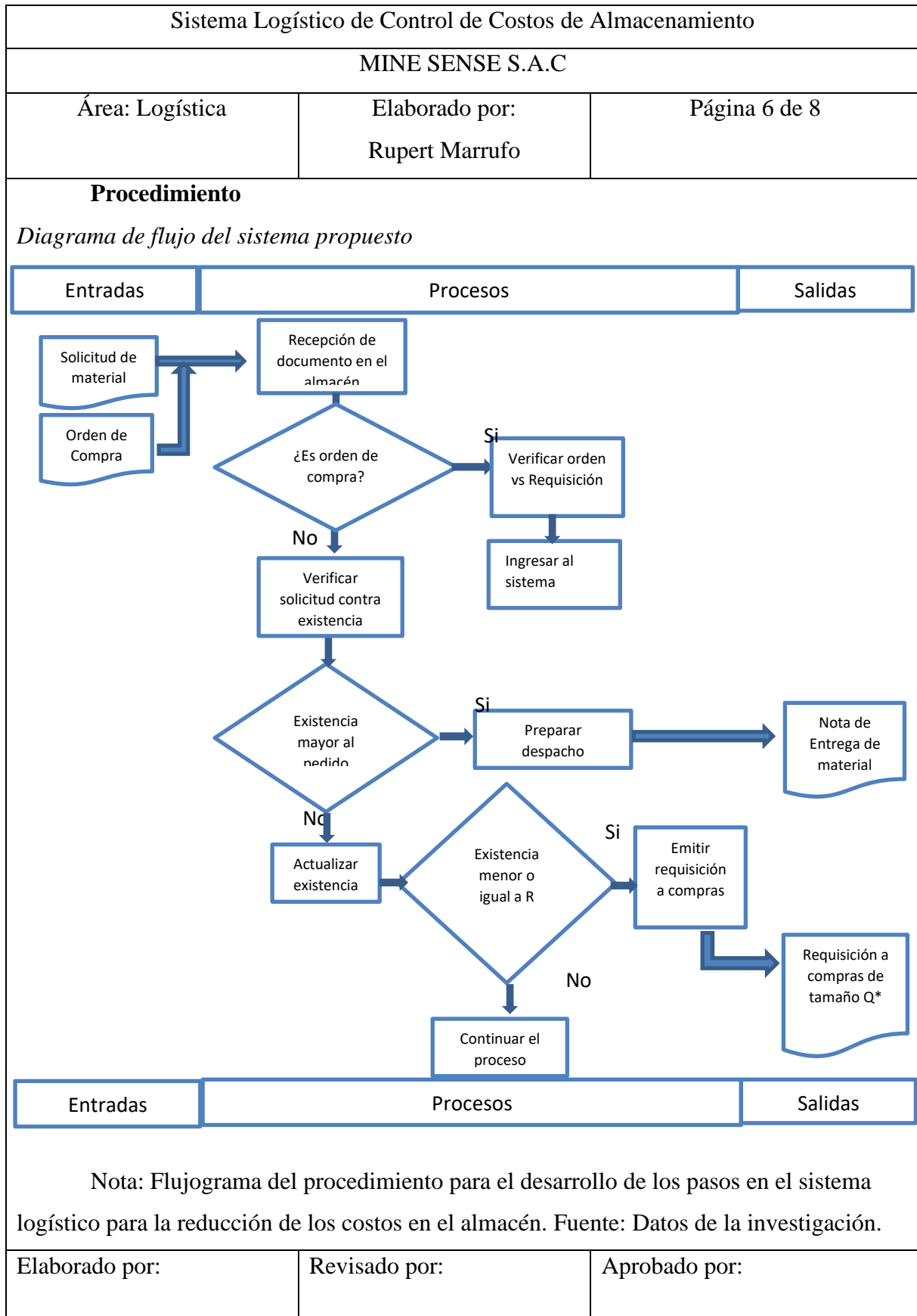
Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento		
MINE SENSE S.A.C		
Área: Logística	Elaborado por: Rupert Marrufo	Página 1 de 8
<p>DISEÑO DE UN SISTEMA LOGISTICO PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS EN EL ALMACÉN DE LA EMPRESA MINE SENSE S.A.C.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento		
MINE SENSE S.A.C		
Área: Logística	Elaborado por: Rupert Marrufo	Página 2 de 8
Índice		
Portada		1
Índice		2
Introducción		3
Objetivos del Procedimiento		4
Alcance		4
Responsables y Relacionados		5
Procedimiento		6
Recursos		7
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento		
MINE SENSE S.A.C		
Área: Logística	Elaborado por: Rupert Marrufo	Página 3 de 8
<p>Introducción</p> <p>El sistema propuesto tiene como punto de partida, la clasificación ABC de todos los artículos manejador y de la estimación de los parámetros referenciales, según el modelo de lote económico EOQ, para ejecutar el control de los artículos críticos. En este sentido, el sistema logístico tendrá la misión de facilitar al departamento de abastecimiento y compras las siguientes consideraciones: Se aplica una recisión continua del estatus de cada ítem, luego cada vez que se realice una salida de algún material, se debe actualizar la existencia y verificar el nivel de ésta, comparándola con el punto de reordenamiento R. Si el nivel de existencia es mayor al punto de reordenamiento, se continua con las actividades de trabajo, pero si este nivel es menor o igual a R, se debe emitir una alerta al departamento de compras para que proceda a realizar una reposición de existencia, haciendo un pedido de tamaño Q^*, que deberá ser entregado en un lapso de tiempo máximo igual a T_c. De esta manera se pretende realizar un control específico y así evitar el incremento de los costos en el almacén por compras innecesarias o a destiempo. En la figura 7 se presenta la secuencia de operaciones del sistema propuesto</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento		
MINE SENSE S.A.C		
Área: Logística	Elaborado por: Rupert Marrufo	Página 4 de 8
<p>Objetivos de Procedimiento</p> <p>General:</p> <p>Documentar los aspectos procedimentales necesarios para llevar a cabo las actividades del sistema logístico.</p> <p>Específicos</p> <p>Indicar de manera secuencial, los pasos a desarrollar en el sistema logístico</p> <p>Facilitar al personal la información escrita de las tareas a desempeñarse para controlar los costos</p> <p>Ilustrar gráficamente, las relaciones entre los recursos necesarios para el desarrollo del sistema logístico</p> <p>Alcance:</p> <p>Este procedimiento se aplica solo para el sistema logístico para el control de los costos en el almacén de la organización a partir de septiembre del año 2020 para ser revisado en septiembre del 2021</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento		
MINE SENSE S.A.C		
Área: Logística	Elaborado por: Rupert Marrufo	Página 5 de 8
<p>Responsables:</p> <p>Jefe del Almacén</p> <p>Almacenista</p> <p>Relacionados</p> <p>Analista de Inventarios</p> <p>Analista de Costos</p> <p>Compradores</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:



Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento		
MINE SENSE S.A.C		
Área: Logística	Elaborado por: Rupert Marrufo	Página 7 de 8
<p>El sistema cumple con los fundamentos básicos de entradas, procesos y salidas. La entrada está definida por la recepción de una solicitud de materiales emitida por alguna de las unidades productivas de la empresa o una orden de compras. La solicitud puede ser vía correo electrónico (digital), al ser recibida, el analista de inventarios revisa la existencia en el sistema y asegura si es posible despachar la cantidad solicitada, si la existencia es mayor al pedido, se procede con la preparación de del despacho, descuenta las cantidades en el sistema según el ítem y se imprime la nota de entrega en duplicado. Una está dirigida al almacenista para su procesamiento físico y la para el solicitante, como constancia de la entrega del material.</p> <p>Una vez entregado el documento, se procede a la verificación de la existencia, si esta es menor o igual al nivel de seguridad, se prepara una solicitud de reposición a compras, cuya cantidad debe ser igual al Q^* que está en la base de datos, lo cual es revisada y firmada por el jefe del almacén. Esta solicitud es revisada posteriormente por el jefe de compras para proceder con los protocolos de abastecimiento y determinar la modalidad a realizar.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Sistema Logístico de Control de Costos de Almacenamiento		
MINE SENSE S.A.C		
Área: Logística	Elaborado por: Rupert Marrufo	Página 8 de 8
<p>Recursos</p> <p>Orden de Compras</p> <p>Requisición a compras</p> <p>Solicitud de Material</p> <p>Nota de Entregas</p> <p>Sistema computarizado</p> <p>Base de datos</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por: