

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico*

PROYECTO TÉCNICO:

**“PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN
DE INVENTARIO DE LA EMPRESA VANDERBILT”**

AUTOR:

BISMARCK ANDRÉS OLLAGUE FLORES.

TUTORA:

ING. ADRIANA DEL PILAR GUAMÁN BUESTÁN, Ph.D.

CUENCA – ECUADOR

2019

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Bismark Andrés Ollague Flores, con documento de identificación N° 0704661529, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE LA EMPRESA VANDERBILT”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, junio de 2019.



Bismark Andrés Ollague Flores
C.I. 0704661529

Certificación

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “**PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE LA EMPRESA VANDERBILT**”, realizado por Bismark Andrés Ollague Flores, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, junio de 2019.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adriana del Pilar Guaman Buestan', written over a horizontal line.

Ing. Adriana del Pilar Guamán Buestán, Ph.D.

CI. 0301534582

Declaratoria de Responsabilidad

Yo, Bismark Andrés Ollague Flores con documento de identificación N° 0704661529, autor del trabajo de titulación: **“PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE LA EMPRESA VANDERBILT”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mí exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, junio de 2019.



Bismark Andrés Ollague Flores
C.I. 0704661529

Dedicatoria

A Dios, a pesar de todos los obstáculos suscitados durante el transcurso de mis estudios universitarios, haberme dado fuerzas y valor para poder terminar con éxito mis objetivos propuestos.

A mis padres Bismark Ítalo Ollague Astudillo y Conny del Rocío Flores Ruíz por darme todo su apoyo y amor durante mi trayecto estudiantil, ya que sin ellos no hubiese podido culminar con satisfacción mis estudios universitarios.

A mis hermanos Giovanna y Alejandro, por estar conmigo y apoyarme siempre.

A todas aquellas personas que me dieron su aliento y sostén para lograr un gran sueño.

Bismark.

Agradecimientos

A mis padres, Bismark Ítalo y Conny del Rocío quienes durante el transcurso de mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, inculcándome valores y sabios consejos que me han servido para llegar hasta donde estoy ahora siendo una persona de bien, empleando los conocimientos que he adquirido hasta el momento de manera responsable y honesta.

A mi directora de proyecto, Ing. Adriana Guamán, quien me ha sabido guiar y brindar de manera muy profesional sus conocimientos y experiencias para la culminación de éste trabajo, además de su sincera amistad.

A mis familiares cercanos, ya que su apoyo también ha sido fundamental para poder seguir adelante con mis estudios y haberles demostrado que su aliento tuvo buenos frutos.

Al Ing. Sergio Ceballos y al Ing. Christian Ortiz, un pilar imprescindible en la empresa VANDERBILT perteneciente al GRUPO INDUSTRIAL GRAIMAN, ya que supieron brindarme sus conocimientos y experiencia laboral para la realización del proyecto con gran satisfacción y esmero.

A la Ing. Paola Vele por su gran ayuda en la realización del trabajo de titulación y por haber compartido sus experiencias, además de su amistad.

Bismark.

Resumen

En el presente proyecto técnico con título Propuesta para la Optimización de la Gestión de Inventario de la empresa VANDERBILT, se enfoca en crear una propuesta metodológica que permite al personal encargado del mantenimiento y producción justificar con veracidad la decisión de tener o no, artículos almacenados en bodega (repuestos, suministros, consumibles, etc.) en cantidades adecuadas, con el objetivo de realizar las actividades respectivas que tengan un alto nivel de eficiencia evitando pérdidas económicas por causa de los paros prolongados de tiempo en los equipos y cantidades excesivas almacenadas.

Inicialmente, se crean matrices para determinar las partes críticas de las máquinas y para la evaluación física dentro del almacén. Por consiguiente, se establece las diferentes teorías de clasificación, criticidad, modelos matemáticos y metodologías apropiadas para cada uno de los artículos y así optimizar el inventario de tal manera que sea el más idóneo en base a las situaciones presentadas dentro de la empresa. Finalmente se cuantifican los beneficios generados con la implementación de la nueva propuesta.

Palabras Clave: inventario, mantenimiento, criticidad, clasificación, metodologías, optimizar.

Abstract

In the present technical project with the title Proposal for the Optimization of the Inventory Management of the VANDERBILT company, it focuses on creating a methodological proposal that allows the personal in charge of maintenance and production to justify with truth the decision to have or not, items stored in warehouse (spare parts, supplies, consumables, etc.) in adequate quantities, with the objective of to realize the respective activities that have a high level of efficiency avoiding economic losses due to prolonged stoppages in equipment and excessive quantities stored.

Initially, matrices are created to determine the critical parts of the machines and for the physical evaluation within the warehouse. Therefore, different theories of classification, criticality, mathematical models and appropriate methodologies are established for each of the items and thus optimize the inventory in such a way that it is the most suitable based on the situations presented within the company. Finally, the benefits generated with the implementation of the new proposal are quantified.

Keywords: inventory, maintenance, criticality, classification, methodologies, optimize.

Índice General

Cesión de derechos de autor	II
Certificación.....	III
Declaratoria de responsabilidad	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimientos	VI
Resumen.....	VII
Abstract.....	VIII
Índice General.....	IX
Índice de figuras.....	XIII
Índice de tablas	XIV
1. Introducción.	16
1.1 Datos Generales de la Empresa VANDERBILT.....	16
1.1.1 Política.	17
1.1.2 Misión.	17
1.1.3 Visión.	17
2. Problema.....	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.2 Importancia y Alcances.	18
2.3 Delimitación.	19
3. Objetivos.....	19
3.1 Objetivo General.....	19
3.2 Objetivos Específicos.	19
4. Marco Teórico Referencial.....	19
4.1 Concepto de inventario.	19
4.1.1 La administración científica de inventarios.	20
4.1.2 Inventario MRO (Mantenimiento, Reparación y Operaciones).....	20
4.1.2.1 Clasificación de los artículos según su nivel de rotación.	21
4.2 Costos del inventario.	22
4.2.1 Costo de solicitar un artículo (costo de compra).....	22
4.2.2 Costo de mantener un inventario.	22
4.3 Análisis de criticidad de los equipos.	23
4.4 Mantenimiento centrado en la confiabilidad.	24

4.4.1	Beneficios.....	24
4.4.2	Análisis AMFE.	25
4.5	Clasificación ABC.	27
4.6	Clasificación XYZ.	27
4.7	Clasificación por criticidad.	28
4.8	Método Valor – Criticidad.....	29
4.9	Cantidad económica de pedido.	30
4.10	Punto de reorden.	32
4.10.1	Nivel de confianza.	33
4.11	Método de máximos y mínimos.	34
4.12	Técnicas de confiabilidad para la optimización del nivel de existencias de repuestos críticos y de baja rotación.	34
4.12.1	Nivel óptimo de inventario.	35
4.13	Nivel de servicio.	36
4.14	Valor del inventario.	38
4.14.1	Método del Promedio Ponderado.....	38
5.	Marco Metodológico.	38
6.	Evaluación de la Situación Actual.	39
6.1	Criterios de rotación.	40
6.2	Procedimiento para la evaluación de los artículos almacenados en bodega.....	40
6.2.1	Matriz de Condiciones, Situaciones y Recomendaciones.....	40
6.2.2	Matriz de nomenclaturas para Líneas y Sub-líneas.	42
6.2.3	Matriz general para la recolección de datos físicos en almacén.	43
6.2.4	Matriz de equipos Críticos, Semi – Críticos y No críticos instalados en la planta productiva de la empresa VANDERBILT.	44
6.3	Costo del proceso para solicitar un artículo.....	45
6.4	Porcentaje a utilizar referente al costo de mantener.	46
6.5	Criterios del nivel de confianza.	47
6.6	Tipos de documentos para la obtención de los datos.....	47
6.7	Consideraciones establecidas por la empresa VANDERBILT para la evaluación de los artículos de cero rotación y la optimización del inventario.	48
6.8	Criterios para analizar el nivel de servicio.	49
6.9	Resultados de la evaluación.....	49
6.9.1	Resultados obtenidos del análisis AMFE.....	49

6.9.2	Resultados de la clasificación de los artículos de cero rotación que no influyen en el mantenimiento industrial en base a las consideraciones establecidas por la organización.....	50
6.9.3	Resultados de la clasificación ABC de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción.....	50
6.9.4	Resultados de la Clasificación XYZ de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción.....	51
6.9.5	Resultados de la clasificación por criticidad de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción.....	51
6.9.6	Resultados de la clasificación de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción en base a la teoría de Valor - Criticidad.....	52
6.9.7	Resultados del cálculo del nivel de servicio.	54
6.9.8	Criterios establecidos para el cálculo de la distribución de Poisson a los artículos de baja rotación a partir del resultado de la clasificación Valor - Criticidad.....	55
6.9.9	Resultados de la valoración del inventario a través del Promedio Ponderado.....	55
7.	Propuesta.	56
7.1	Propuesta para los artículos de cero rotación en base a las consideraciones de la organización que no influyen dentro del mantenimiento industrial.	56
7.2	Propuesta para optimizar los porcentajes obtenidos del último año analizado respecto a la teoría Valor – Criticidad.	57
7.3	Resultados del nivel óptimo a almacenar de las existencias de alta criticidad, alto valor económico y baja rotación por medio de la distribución de Poisson.....	58
7.4	Propuesta para optimizar el nivel de servicio de los artículos existentes dentro del inventario.	60
7.5	Resultados de máximos y mínimos de los artículos que presentan un historial de consumo.....	60
7.6	Propuesta realizada para los artículos que son de alta criticidad y no se encuentran almacenados en bodega.	60
8.	Cuantificación de los beneficios que se obtienen con la nueva propuesta.	61
8.1	Resultados del nivel de servicio obtenido.	61
8.2	Beneficios obtenidos sobre los artículos de cero rotación que no influyen dentro del mantenimiento industrial.	62
8.3	Beneficios obtenidos en base a las decisiones de almacenaje de los artículos de alta criticidad, alto valor y baja rotación.	62

8.4	Beneficios obtenidos a partir de la optimización de las cantidades almacenadas de los artículos de alta criticidad, alto valor y baja rotación.....	65
9.	Conclusiones.....	66
10.	Recomendaciones.....	67
11.	Trabajos Futuros.....	68
12.	Referencias Bibliográficas.....	68
13.	Anexos.....	71
Anexo 1.	Partes más críticas mostradas por el análisis AMFE.....	71
Anexo 2.	Resultados de los diferentes porcentajes del cálculo del nivel óptimo de inventario para los artículos de baja rotación, alto precio y alta criticidad....	76
Anexo 3.	Resultados de máximos y mínimos de las existencias que presentan un historial de consumo.....	98
Anexo 4.	Artículos de alta criticidad que no se encuentran almacenados en bodega..	110

Índice de Figuras

Figura 1. Logo de la Empresa VANDERBILT [4].....	16
Figura 2. Jerarquía definida de acuerdo a la criticidad de los artículos [16].	30
Figura 3. Costos involucrados en función de la Cantidad de Pedido [9] [15].	31
Figura 4. Método de Reposición de Máximos y Mínimos [9].....	34
Figura 5. Comportamiento de la Probabilidad Acumulada de Poisson del ejemplo mencionado [9].....	36
Figura 6. Diagrama de Fases para el desarrollo del proyecto.	38
Figura 7. Diagrama de las fases que atraviesa una orden de compra dentro de la empresa VANDERBILT.	46
Figura 8. Cantidades de ítems de cero rotación que forman parte de la propuesta a partir de las consideraciones de la empresa VANDERBILT.	56
Figura 9. Representación de precios de los artículos de cero rotación relacionados con las diferentes consideraciones.	57
Figura 10. Porcentaje de optimización de las cantidades almacenadas sobre los artículos de alta criticidad, alto valor y baja rotación.	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz modelo para el análisis AMFE de los equipos [14].	26
Tabla 2. Criterios de valoración para análisis AMFE [14].	26
Tabla 3. Valores típicos de una clasificación ABC de artículos para mantenimiento [9].	27
Tabla 4. Porcentajes típicos de una clasificación XYZ de artículos para mantenimiento [9].	28
Tabla 5. Asignación de la criticidad a los artículos almacenados [9].	29
Tabla 6. Códigos posibles para artículos en inventario [16].	29
Tabla 7. Valor de Nc con su respectivo nivel de confianza [9].	33
Tabla 8. Resultados de los cálculos de la distribución de Poisson [9].	35
Tabla 9. Decisiones para mejorar el Nivel de Servicio [9].	37
Tabla 10. Criterios de rotación.	40
Tabla 11. Matriz de condiciones, situaciones y recomendaciones.	41
Tabla 12. Nomenclatura utilizada para Líneas y Sub-Líneas.	42
Tabla 13. Nomenclatura utilizada para Líneas y Sub-Líneas (Continuación).	43
Tabla 14. Matriz general para la identificación de artículos almacenados.	43
Tabla 15. Lista de equipos instalados correspondientes a las diferentes áreas dentro de la Planta Productiva.	45
Tabla 16. Costos aproximados relacionados con la orden de compra dentro de la empresa VANDERBILT.	46
Tabla 17. Valores de Nc a tomar en relación al nivel de criticidad [9].	47
Tabla 18. Decisiones a considerar para los artículos del inventario de la empresa VANDERBILT.	48
Tabla 19. Resultados de la clasificación en base a la teoría ABC.	50
Tabla 20. Resultados de la Clasificación XYZ de las existencias.	51
Tabla 21. Resultados de la clasificación por medio de la teoría de Criticidad.	51
Tabla 22. Resultado de la clasificación de los artículos en base a la Teoría Valor - Criticidad.	53
Tabla 23. Resultados obtenidos del nivel de servicio de los artículos de baja criticidad.	54
Tabla 24. Resultados obtenidos del nivel de servicio de los artículos de media criticidad.	54
Tabla 25. Resultados obtenidos del nivel de servicio de los artículos de alta criticidad.	55
Tabla 26. Resultados de la valoración del inventario en base al Promedio Ponderado.	55
Tabla 27. Resultados de la Cantidad Óptima a Almacenar en Base a la Distribución de Poisson.	58

Tabla 28. Resultados de la Cantidad Óptima a Almacenar en Base a la Distribución de Poisson (continuación).	59
Tabla 29. Resultado del nivel de servicio para ítems de baja criticidad en base a la nueva propuesta.	61
Tabla 30. Resultado del nivel de servicio para ítems de media criticidad en base a la nueva propuesta.	61
Tabla 31. Resultado del nivel de servicio para ítems de alta criticidad en base a la nueva propuesta.	62
Tabla 32. Pérdida de producción ocasionada por los artículos críticos que no son almacenados.	64

1. Introducción.

El propósito esencial de la Gerencia de Mantenimiento, es lograr que las instalaciones y equipos de un sistema de producción sean mantenidos en óptimas condiciones operacionales a partir de un protocolo con costos mínimos [1].

El control de Inventarios de mantenimiento, en la actualidad, ha pasado a ser uno de los indicadores de desempeño primordiales dentro de una empresa en los últimos años, ya que una adecuada gestión, puede significar un gran ahorro para la organización [2].

Las decisiones no deben ser por una simple intuición. Se deben basar en situaciones reales, por medio de la obtención de información adecuada de sistemas integrados, mediante el análisis matemático y computacional en sus operaciones. En la administración de los inventarios a través de técnicas matemáticas y apoyo computacional, el personal responsable tendrá a su alcance herramientas para tomar decisiones acertadas con riesgo pre-calculado para maximizar su éxito y el de la empresa [3].

1.1 Datos Generales de la Empresa VANDERBILT.

Esta empresa nace en el año 1962 de la mano del joven empresario Alfredo Peña Calderón, ubicada en el Parque Industrial Machangara, Panamericana Norte km 4 en la ciudad de Cuenca, provisionando paquetes de resortes a las ensambladoras como GM, Maresa, Aymesa/ KIA y Ciauto, desarrollando la industria automotriz en el Ecuador, diversificando la producción y generando prestigio en el mercado [4].



Figura 1. Logo de la Empresa VANDERBILT [4].

1.1.1 Política.

En la empresa VANDERBILT se generan y entregan soluciones integrales de calidad en sistemas de suspensión, son conscientes de que debido al desarrollo de sus operaciones podrían generar impactos en el medio ambiente, comunidad riesgos en la seguridad y salud de sus colaboradores y que la calidad de sus productos podría afectar la satisfacción del cliente, por lo que se comprometen a:

1. Cumplir con los requisitos del cliente, aplicables a nuestros productos y mejorar continuamente los procesos del sistema de gestión.
2. Cumplir con las leyes y normativas en materia ambiental, así como implementar acciones para gestionar los impactos generados.

Cumplir con las leyes y normativas en materia de seguridad y salud ocupacional e implementar una cultura de prevención de incidentes, accidentes, y enfermedades ocupacionales que pueden afectar a sus colaboradores.

1.1.2 Misión.

Liderar en el mercado generando y entregando soluciones integrales de calidad en sistemas de suspensión, comprometidos con la satisfacción del cliente y de las partes interesadas.

1.1.3 Visión.

La empresa VANDERBILT se propone las siguientes misiones:

- Contar con un equipo humano proactivo debido a su compromiso, bienestar y nivel de profesionalización orgulloso de su trabajo.
- Ser el referente en el mercado de sistemas de suspensión automotriz del país por la calidad y excelencia de productos y servicios que suministran.
- Proporcionar soluciones integrales en sistemas de suspensión a diversos mercados a través de innovación tecnológica e ingeniería.
- Generar niveles de rentabilidad atractivos para los accionistas a través del uso eficiente de recursos, renovación tecnológica y obtención de los márgenes programados para el negocio.

2. Problema.

2.1 Antecedentes.

Dentro de la empresa VANDERBILT se producen problemas relacionados con la gestión de inventario de mantenimiento y producción, la razón radica que dentro del almacén no se ha establecido un método de clasificación eficaz que permita gestionar la cantidad y el tiempo exacto para el requerimiento de los artículos además de decidir cuáles deben permanecer o no almacenados. Se puede visualizar en el sistema de inventario artículos que no existen físicamente en el almacén y al momento de realizar el mantenimiento respectivo se han tenido que hacer “prestaciones” para poder ejercer la actividad. Un buen porcentaje del costo total del inventario está representado por artículos almacenados que tienen baja rotación, pues se han presentado cambios tecnológicos en los equipos y compras excedentes dando como consecuencia altos costos de mantener en inventario. Otra situación relevante se da en la presencia de no poseer una ubicación establecida, diferentes códigos, descripciones erróneas, entre otros, que de igual manera generan pérdidas económicas para la empresa por causa de la solicitud de artículos que en la mayoría de los casos ya se encuentran almacenados.

2.2 Importancia y Alcances.

Para tener un inventario eficaz de mantenimiento y producción, debe realizarse una clasificación correcta de los materiales tanto de su criticidad como el valor que representa en el inventario, con el fin de aplicar los modelos matemáticos apropiados para determinar la cantidad a pedir y el punto de reorden para los artículos que poseen un historial de consumo, de tal manera que, con la ayuda de tecnologías informáticas se pueda tener un óptimo control y gestión. En el caso de los artículos que no poseen la información necesaria, proponer un método alternativo que nos permita tener almacenada una cantidad adecuada sin que afecte en buen porcentaje a los costos y beneficie al proceso de mantenimiento.

Por las razones expuestas, el presente trabajo es de gran relevancia en el ámbito académico e industrial, al presentarse como una oportunidad de mejorar el proceso de mantenimiento de equipos y a la producción de resortes tipo ballesta para la industria automovilística a través de la optimización del inventario de sus artículos.

2.3 Delimitación.

Este proyecto está desarrollado dentro del Departamento de Mantenimiento de la empresa VANDERBILT perteneciente al GRUPO INDUSTRIAL GRAIMAN, utilizando la información proporcionada por la organización y recolección de datos físicos dentro del almacén referentes a los inventarios (repuestos, suministros, consumibles, materias primas, etc.). En el caso de los artículos que no poseen la información necesaria referente a la optimización de inventarios, se realizan ciertos cálculos aproximados y metodologías apropiadas con el afán de sugerir un nivel de inventario adecuado y una óptima gestión.

3. Objetivos.

3.1 Objetivo General.

Proponer una adecuada gestión de inventarios de mantenimiento y de artículos de producción para la empresa VANDERBILT.

3.2 Objetivos Específicos.

- Evaluar la situación actual del manejo de inventario en la empresa VANDERBILT.
- Determinar y aplicar un modelo de gestión eficaz de inventario para el manejo adecuado de los artículos de mantenimiento y de producción.
- Cuantificar los beneficios que se generen con la implementación de los modelos de gestión de inventario propuestos.

4. Marco Teórico Referencial.

4.1 Concepto de inventario.

Los inventarios son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un tiempo determinado [5]. Comúnmente constituyen un factor importante del activo dentro de las organizaciones, por lo tanto, deben ser bien administrados para que cumplan todas sus funciones a un costo mínimo [6].

4.1.1 La administración científica de inventarios.

En muchos casos existen empresas que no realizan un buen trabajo al administrar sus inventarios (bienes almacenados para uso o venta futuros), perjudicándolas significativamente sin destacarse en el ámbito productivo, por ello la administración científica de inventarios son una serie de técnicas que se utilizan en muchas empresas para mantenerlos en un nivel óptimo y aumentar la eficiencia productiva con el fin de lograr una ventaja competitiva en el sector industrial. La administración científica de Inventarios comprende de manera general los siguientes pasos [7]:

1. Formular un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema de inventarios.
2. Elaborar una política óptima de inventarios a partir de ese modelo.
3. Utilizar un sistema de procesamiento de información computarizado para mantener registros de los niveles de inventario.
4. A partir de éstos registros, utilizar la política óptima de inventarios para señalar cuándo y cuánto conviene reabastecer el almacén.

El uso de una metodología que permita administrar y controlar el manejo de los repuestos, insumos y las materias primas de mantenimiento se considera como un instrumento avanzado de mantenimiento pues mediante su aplicación se obtienen ahorros en la gestión y operación del mantenimiento industrial, además se logran mejoras logísticas en este servicio [8].

4.1.2 Inventario MRO (Mantenimiento, Reparación y Operaciones).

Son los artículos que se encuentran almacenados en una bodega, cuyo propósito es la de utilizarlos en las operaciones internas de una organización, estos artículos pueden ser de uso inmediato o en un futuro cercano, ayudan a cautelar el normal funcionamiento de los diferentes equipos instalados en una planta productiva [9].

Este tipo de inventarios es uno de los más complejos de administrar en comparación con un inventario de materias primas, pues existen muchos factores como cantidades, variedades, consumos, entre otros, de artículos relacionados con el mantenimiento industrial que hace que se ponga mucha vigilancia en su gestión.

Por lo general, los inventarios de MRO se encuentran constituidos por los siguientes elementos:

- *Repuestos*: Son elementos de uso específico y se almacenan solo cuando el riesgo de no contar con ellos sobrepasa el costo de tenerlos en existencias durante un tiempo previsto, a fin de minimizar el tiempo muerto de los equipos [10].
- *Suministros*: Son artículos de uso para todo el personal de los centros tanto de producción como de las unidades administrativas requeridas para realizar sus actividades. Por ejemplo: artículos de limpieza, material de oficina, higiene y seguridad, uniformes, pinturas, tintas y afines, herramientas, grasas, lubricantes y consumibles, químicos, etc. [5].
- *Materias Primas*: Son todos los elementos que se incluyen en la fabricación de un producto, es todo elemento que se transforma e incorpora en un producto final, este elemento tiene incluido una serie de elementos y subproductos, que mediante un proceso de transformación da como resultado un producto final [11].

4.1.2.1 Clasificación de los artículos según su nivel de rotación.

La rotación de un inventario es la cantidad de veces que el inventario debe ser sustituido durante un periodo de tiempo determinado, generalmente puede ser de un año, es uno de los indicadores que se utilizan comúnmente en la gestión de inventarios, puesto que muestra la eficacia general, desde el proveedor hasta el cliente [25].

No todos los artículos que satisfacen el mantenimiento industrial poseen la misma rotación. Este es uno de los principales problemas que genera este tipo de gestión y su optimización, en función de la rotación los artículos se han clasificado en:

a) *Artículos de baja rotación*: Uno de los conflictos principales de una organización es poder manejar los artículos de baja rotación, generalmente se conocen como “inventarios estratégicos”, estos artículos poseen las siguientes características [26] [27]:

- Altos costos de adquisición del artículo.
- Baja frecuencia de uso dentro de la planta productiva (demanda menor a cinco veces por año).
- Demanda con un comportamiento aleatorio o impredecible.
- Requieren un tiempo largo de entrega por parte de los proveedores.

- Cuando fallan, causan altos impactos económicos si no se encuentran disponibles en almacén.

b) *Artículos de Alta Rotación:* Su gestión no representa ninguna prioridad, son lo contrario a los artículos de baja rotación, sus características se mencionan a continuación [26] [27]:

- El costo de adquisición por lo general no es elevado.
- Alta frecuencia de uso dentro de la planta productiva.
- Su demanda posee un comportamiento estable.
- Por lo general, requieren un tiempo corto de entrega por parte de los proveedores.
- Cuando presentan una falla, no causan altos impactos económicos si no se encuentran disponibles en almacén (baja criticidad).

c) *Artículos de Mediana Rotación:* Estos artículos representan un nivel intermedio en cuestión de costos de adquisición, frecuencia de uso dentro de la planta productiva, tiempo de entrega por parte del proveedor, impactos económicos por indisponibilidad, comportamiento de la demanda, etc. [26] [27].

4.2 Costos del inventario.

4.2.1 Costo de solicitar un artículo (costo de compra).

Este costo está relacionado con la adquisición de un grupo o lote de artículos, comprende todos los costos incididos en la elaboración de una orden de compra como personal de compra, cartas, teléfono, fax, proceso de la orden de compra, etc. [13].

Cabe recalcar que el costo por el cual atraviesa una orden de compra para solicitar un artículo depende de cada empresa y de su organigrama relacionado con la gestión de compras, generalmente estos costos son fijos que no varían de acuerdo a la cantidad a pedir para las posteriores actividades de uso [13].

4.2.2 Costo de mantener un inventario.

Son aquellos gastos que se presentan en una empresa por causa de disponer en stock, la suma de todos los egresos decreta un porcentaje anual de almacenaje que simboliza lo que cuesta tener en inventario un material almacenado durante un período de tiempo, que

normalmente es un año. Por lo general estos gastos se encuentran constituidos por los siguientes factores [14]:

- *Tasa de capital:* Cantidades inmovilizadas en inventarios, se encuentran establecidas por una tasa llamada costo de oportunidad.
- *Obsolescencia:* Son aquellos costos que afronta la empresa por causa de que algunos artículos pierden actualidad por los cambios tecnológicos o cambios de modelo.
- *Impuestos:* Los artículos almacenados son activos establecidos por impuestos relacionados a la inversión.
- *Edificación e instalaciones:* Son aquellos objetos requeridos por las existencias.
- *Personal:* Encargados en dar mantenimiento, almacenar y entregar los artículos.
- *Pérdidas:* Los artículos almacenados sufren deterioros y mermas por factores ambientales como humedad, suciedad, evaporación y otros efectos.

El valor de este factor puede oscilar entre el 15% y el 40% dependiendo del tipo de artículo, organización y país en donde se esté laborando [15].

4.3 Análisis de criticidad de los equipos.

En una empresa, no todos los equipos e instalaciones poseen una misma importancia, los recursos de una organización para mantener una planta de producción son limitados, se debe asignar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una mínima cantidad de distribución a los equipos que influyen menos en la producción de una empresa. Para eso se han clasificado en 3 niveles principales de importancia o criticidad [17].

- *Equipos Críticos:* Son aquellos equipos o instalaciones cuya parada o mal funcionamiento, afectan gravemente a la producción de la empresa [17].
- *Equipos Semi-Críticos:* Son aquellos equipos o instalaciones afectan a la empresa, puede asumirse las consecuencias [17].
- *Equipos No Críticos:* Son aquellos equipos o instalaciones que afectan a la empresa de una manera no tan significativa, los costos de mantenimiento son mínimos [17].

Los aspectos fundamentales para analizar la criticidad de un equipo o instalación son los siguientes [18] [19] [20]:

- *Factor de Ocurrencia de la Falla:* También se lo conoce como *Frecuencia de Falla*, es el número de veces que puede fallar un equipo o un sistema, que da como consecuencia la pérdida de su funcionamiento, es decir, conlleva a un paro forzado en un periodo de tiempo determinado.
- *Factor de Tiempo estimado para reparar:* Es el factor de tiempo desde que se presenta una falla en el equipo o sistema hasta el momento en que se repara completamente.
- *Factor de Seguridad del Personal y Medio Ambiente:* Es el factor que evalúa la repercusión de una falla del equipo o sistema sobre el operario y el ambiente al momento de realizar el mantenimiento.
- *Factor de Impacto de la parada de Producción:* Es el factor que evalúa la importancia de los equipos o instalaciones cuando existe un paro en la producción, tomando en consideración la satisfacción en la demanda.
- *Factor de Costos de Reparación:* Evalúa el nivel de importancia relacionado a los costos invertidos al momento de realizar un mantenimiento óptimo en los equipos o instalaciones.

4.4 Mantenimiento centrado en la confiabilidad.

También conocido como *Reliability Centered Maintenance (RCM)*, es un método ordenado para diseñar planes que aumenten la confiabilidad operacional de los equipos en base a un mínimo costo y riesgo, el objetivo fundamental es conservar el funcionamiento del sistema antes que del equipo [21].

Para este análisis se debe tener el respaldo continuo de cooperación del personal encargado del mantenimiento, operación, personal técnico de ingeniería y el administrativo [22].

4.4.1 Beneficios.

Algunos beneficios importantes que brinda el RCM son los siguientes [14]:

1. Mayor seguridad y protección del entorno debido a la mejora en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes y su nueva disposición.

2. Mejores rendimientos operativos debido a una mayor prioridad en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos dando paso a intervalos de interrupción más cortos, más fáciles de solucionar, menos costosos y mejor control de existencias de artículos en el inventario.
3. Mayor contención de los costos del mantenimiento debido a la menor necesidad de contratar a un personal experto costoso, ya que todo el personal tiene el mejor conocimiento de la planta productiva y de sus operaciones dando lugar a un menor mantenimiento rutinario innecesario.
4. Vida útil de los equipos prolongada debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.

4.4.2 Análisis AMFE.

Es una de las herramientas utilizadas por el RCM, el Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) es una de las metodologías que más se destacan en la actualidad para especificar formas o modos potenciales por medio de los cuales pueden fallar los componentes de un sistema y dar un seguimiento para conocer las características y efectos de las fallas; se refiere a fallas que pueden haber ocurrido o que pueden ocurrir a futuro; esta técnica establece situar en forma matricial todas las formas de falla y los efectos que corresponden con el propósito de evaluar su impacto y dar mejoras para evitar una falla en el equipo [23]. El análisis AMFE se basa en una matriz que permite evaluar con facilidad los sistemas correspondientes de un equipo, los aspectos fundamentales que intervienen en una matriz AMFE son [14] [28]:

- *Equipo*: Máquina o instalación que se va a realizar el análisis.
- *Ítem*: Parte o sistema a analizar.
- *Operación o Función*: Funcionamiento que desempeña la parte o sistema a analizar.
- *Modo de Falla*: Es la forma en la que se manifiesta la falla.
- *Efectos de Falla*: Consecuencias que se presentan por causa de los modos de falla.
- *Causas de Falla*: Son los elementos o partes que provocan los modos de falla y sus efectos.
- *Control*: Es algún tipo de monitoreo o seguimiento en la parte o sistema analizado, puede reflejarse en algún tipo de mantenimiento.
- *Gravedad*: Hace referencia a la severidad que puede tener el efecto de falla.

- *Ocurrencia*: Hace referencia a la frecuencia de aparición de las causas.
- *Detección*: Hace referencia a la efectividad de los controles realizados.

El análisis AMFE se rige en una fórmula la cual se detalla en [14]:

$$IPR = GOD \quad (1)$$

Dónde:

IPR: Índice Prioritario de Riesgo

G: Gravedad

O: Ocurrencia

D: Detección

Se muestra en la Tabla 1 una matriz modelo para el análisis AMFE de los sistemas pertenecientes a los equipos.

Tabla 1. Matriz modelo para el análisis AMFE de los equipos [14].

MÁQUINA	ITEM	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	CAUSAS DEL FALLO	CONTROL	G	O	D	IPR

Los rangos de valoración para la Gravedad, Ocurrencia y Detección se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. Criterios de valoración para análisis AMFE [14].

Valor	Gravedad	Ocurrencia	Detección
1	No hay efecto	Remota	Muy alta
2	Casi imperceptible	Muy baja	
3	Muy baja, pero perceptible	Baja	Alta
4	Bastante baja	Moderada	
5	Baja		
6	Moderada		
7	Alta	Alta	Baja
8	Muy alta		
9	Extrema	Muy alta	Muy baja
10	Muy extrema		Certidumbre total

4.5 Clasificación ABC.

Denominada también como Análisis de Pareto, es la técnica de mayor conocimiento para poder clasificar los inventarios. En gestión de inventarios significa que unos pocos artículos representan la mayor parte del valor de uso de los mismos, comprendiendo por valor de uso el producto del consumo de un material en un determinado período de tiempo por el precio ponderado del mismo [1]. Para un inventario de mantenimiento no es suficiente, porque los artículos que tienen mayor impacto sobre el valor del inventario son aquellos que tienen una tasa de uso muy baja y no salen del almacén durante períodos extensos [9].

Los artículos de categoría A son aquellos que, aun siendo pocos, representan un porcentaje transcendental del total del valor de uso, los de tipo B son intermedios y los de categoría C son una gran cantidad de artículos que tan solo representan un pequeño porcentaje del total del valor de uso [1]. En la Tabla 3, se muestran valores típicos de una clasificación ABC de artículos para mantenimiento.

Tabla 3. Valores típicos de una clasificación ABC de artículos para mantenimiento [9].

NIVEL DE UTILIZACIÓN	CATEGORÍA	% DEL VALOR DE USO	% DE ARTÍCULOS UTILIZADOS.
ALTA	A	50	10
MEDIA	B	30	30
BAJA	C	20	60

Los valores en la Tabla 3 se interpretan de la siguiente manera: los artículos de categoría A son aquellos que representan el 50% del valor total de uso durante un período de tiempo analizado y está comprendida por el 10% de todos los artículos utilizados. La categoría B está conformada por el 30% de los artículos utilizados y constituye el 30% del valor total de uso. La categoría C está comprendida por el 60% de los artículos utilizados y representa el 20% del valor total de uso [9].

4.6 Clasificación XYZ.

El objetivo principal de esta clasificación es establecer tres categorías de artículos denominados tipo X, Y, Z, todas están en función del valor que tienen respecto al valor total del inventario. La categoría X aglomera a aquellos artículos cuyo valor representa un alto porcentaje del valor total del inventario (valor financiero), este grupo está representado por una pequeña cantidad y

variedad de artículos que comúnmente ronda alrededor del 10% del total de artículos almacenados pero su valor generalmente supera el 60% del valor total del inventario, la categoría Y representa alrededor del 30% del valor total del inventario y una cantidad de artículos del 30%, en cuanto a la categoría Z aglomera una gran cantidad de artículos, alrededor del 60% de toda la variedad de materiales almacenados, pero con un valor relativamente bajo del 10% del valor total del inventario [9].

En la Tabla 4, se puede apreciar los porcentajes típicos de una clasificación XYZ de artículos para mantenimiento.

Tabla 4. Porcentajes típicos de una clasificación XYZ de artículos para mantenimiento [9].

CLASIFICACIÓN	% VALOR TOTAL DEL INVENTARIO	% DE ARTÍCULOS
X	60	10
Y	30	30
Z	10	60

4.7 Clasificación por criticidad.

La criticidad es el impacto que ocasiona la falta del artículo en el almacén sobre las actividades de mantenimiento industrial o proceso de producción en una empresa [10].

Se basa rigurosamente desde el punto de vista de la gestión de inventario, por lo cual el factor más importante a tomar en cuenta es la pérdida de producción y/o la continuidad operacional que se traduce en pérdidas económicas. En un almacén de mantenimiento se encuentran materiales cuya indisponibilidad representa un riesgo económico extremadamente elevado, estos son los materiales o artículos de alta criticidad, se determinan combinando la afectación a la producción debida a la indisponibilidad y el tiempo de entrega que es el tiempo que transcurre desde que se solicita el artículo hasta tenerlo en el almacén disponible para su utilización, la Tabla 5 muestra los diferentes grados de criticidad que se le puede asignar a los artículos del inventario basándose en la combinación antes mencionada [9].

Tabla 5. Asignación de la criticidad a los artículos almacenados [9].

INDISPONIBILIDAD	PARALIZA LA PRODUCCIÓN	MEDIA (2)	ALTA (3)	ALTA (3)
	LA AFECTA PARCIALMENTE	BAJA (1)	MEDIA (2)	ALTA (3)
	NO AFECTA LA PRODUCCIÓN	BAJA (1)	BAJA (1)	MEDIA (2)
		≤ 15 DÍAS	ENTRE 16 Y 30 DÍAS	> 30 DÍAS
	TIEMPO DE ENTREGA			

La numeración relacionada con la criticidad es la siguiente:

- Artículos de ALTA CRITICIDAD, lleva la denominación de 3.
- Artículos de MEDIA CRITICIDAD, lleva la denominación de 2.
- Artículos de BAJA CRITICIDAD, lleva la denominación de 1.

4.8 Método Valor – Criticidad.

Este método propuesto combina la técnica XYZ que clasifica los artículos en función de su valor financiero con la criticidad asignada por la metodología descrita con anterioridad, sugiere un proceso mediante el cual se debe asignar a cada artículo del inventario uno de los 9 códigos posibles dependiendo de las categorías a las que corresponda, en la Tabla 6 se muestra una matriz de clasificación según su Valor – Criticidad [16].

Tabla 6. Códigos posibles para artículos en inventario [16].

CRITICIDAD	3	3X	3Y	3Z
	2	2X	2Y	2Z
	1	1X	1Y	1Z
		X	Y	Z
		VALOR		

A continuación, se define un orden de jerarquía que permite delimitar la importancia respecto a la alineación de los esfuerzos necesarios para la optimización del inventario; en este caso el modelo de alineación se basa en la criticidad del material, ya que en el mantenimiento generalmente predomina el costo por indisponibilidad sobre el costo de almacenamiento. En la Figura 2 se representa una clasificación de acuerdo a la criticidad de los artículos [16].

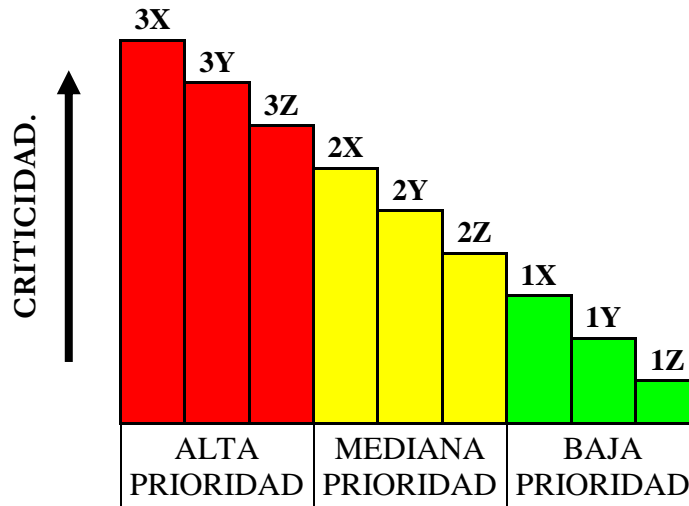


Figura 2. Jerarquía definida de acuerdo a la criticidad de los artículos [16].

Se describe de la siguiente manera [16]:

Alta Prioridad (ROJO): Artículos con criticidad 3, valor decreciente.

Mediana Prioridad (Amarillo): Artículos con criticidad 2, valor decreciente.

Baja Prioridad (Verde): Artículos con criticidad 1, valor decreciente.

Como se observó en la Figura 2, para la empresa VANDERBILT este tipo de clasificación es favorable debido a que la producción es muy elevada y no conviene ocasionar tiempos muertos debido a algún tipo de fallo en sus equipos.

4.9 Cantidad económica de pedido.

Por su definición en inglés como *Economic Order Quantity (EOQ)* o también conocida como *Lote Óptimo de Compra*, es el modelo fundamental para decretar la cantidad de artículos que se debe ordenar en cada pedido con el propósito principal de minimizar el costo total asociado a la decisión de compra basándose en una demanda conocida y constante, este principio es muy simple y se fundamenta en encontrar el punto en el que los costos por solicitar un artículo y los costos por mantenerlo en inventario sean iguales [9][15]. En la Figura 3, se muestran los costos involucrados.

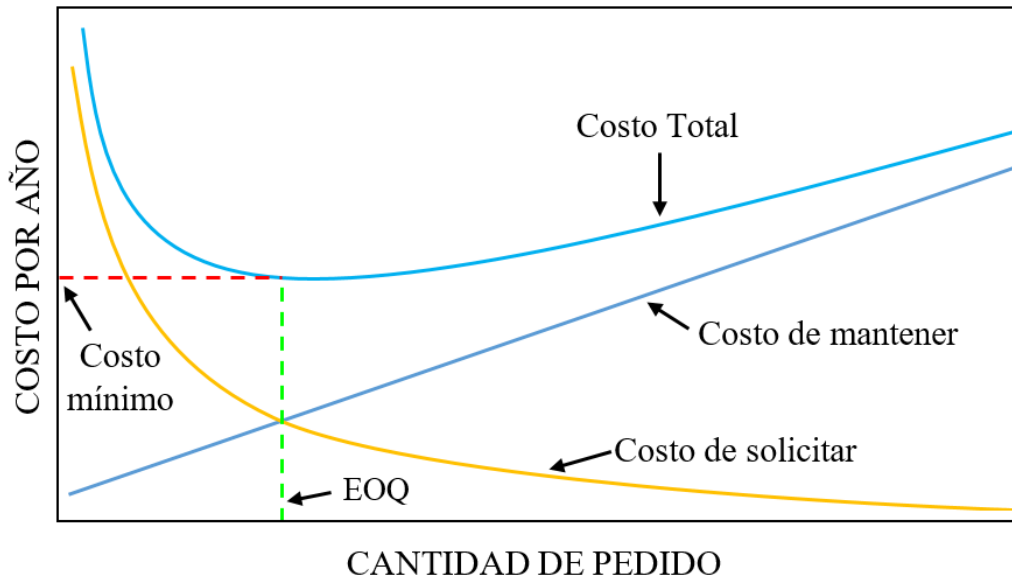


Figura 3. Costos involucrados en función de la Cantidad de Pedido [9] [15].

Como se observa en la Figura 3, el costo de mantener aumenta a medida que incrementa la cantidad que se ha comprado. Por otro lado, el costo de solicitar es mayor cuando se compra en mínimas cantidades, para eso hay que realizar mayor cantidad de pedidos y va disminuyendo a medida que la cantidad comprada es mayor. Por lo tanto, el EOQ hace que exista un punto de equilibrio entre el costo de solicitar y el costo de mantener teniendo en sí una cantidad aceptable del artículo utilizado para el mantenimiento industrial [9].

Los supuestos principales son los siguientes [9]:

- Demanda conocida, constante e independiente, se puede trabajar con unidades de tiempo anuales, pero también se puede adaptar a otras unidades de tiempo.
- Tiempo de entrega conocido y constante.
- El inventario se reabastece de manera instantánea cuando llega a cero.
- No existe ningún tipo de descuentos por volumen de pedido.

A partir de estos supuestos se producen beneficios para el inventario como por ejemplo que no ocurran faltantes o también conocido como “rotura de stock” además que la cantidad óptima a pedir es constante.

La ecuación general para determinar la Cantidad Económica de Pedido (EOQ) se formula de la siguiente manera [15]:

$$EOQ = \sqrt{2DA \left(\frac{CC}{CT}\right)} \quad (2)$$

Donde:

DA: Demanda Anual Promedio (en un año)

CC: Costo de comprar

CT: Costo de tener por unidad (costo de mantener)

4.10 Punto de reorden.

Por su definición en inglés como *ReOrder Point (ROP)* o también conocido como *Punto de Pedido*, se concreta como el nivel de inventario para el cual se coloca un pedido para asegurar que no exista rotura de stock antes de que la orden sea recibida. Este modelo depende del pronóstico de la demanda o el perfil que tengan los consumos estimados, significa que este modelo es muy útil para aquellos artículos de un elevado consumo y bajo costo [9] [15].

La ecuación más generalizada para el cálculo del ROP, ante consumos frecuentes es [9]:

$$ROP = Stock\ Mínimo + Stock\ de\ Seguridad$$

$$ROP = \left(LT \frac{DA}{N} \right) + \left(Stock\ Mínimo \frac{NcDAP}{Tasa\ Promedio\ de\ Uso\ Mensual} \right) \quad (3)$$

Dónde:

LT: Tiempo de Aprovechamiento

DA: Demanda anual

N = 365 días

Nc: Constante dependiente del nivel de confianza.

DAP: Desviación Absoluta Promedio

Se describen los términos utilizados para ésta fórmula:

La *Demanda Anual (DA)* corresponde al valor establecido en el pronóstico, comúnmente se estima para los siguientes doce meses y/o basados en los últimos doce meses [15].

El *Tiempo de Aprovechamiento* o en su definición en inglés *Lead Time (LT)*, es el tiempo que acontece desde el momento que se hace la solicitud de compra de un artículo hasta que éste se encuentre disponible en el almacén para poder ser utilizado [15].

La *constante dependiente del nivel de Confianza (Nc)*, corresponde a la sumatoria del área bajo la curva de la distribución (Normal, Exponencial, Lognormal, Poisson, CHI Cuadrado) que se utilice para la definición del pronóstico, del valor de nivel de confianza que se determine para el artículo que se analiza [15].

La *Desviación Absoluta Promedio (DAP)* es el promedio en valor absoluto de las diferencias de los valores con respecto a la media, de cualquier manera que se comporte la demanda. Con este y el anterior elemento de la ecuación se obtiene el inventario de seguridad [15].

El *Inventario de Seguridad* o también en sus siglas en inglés como *Stock Safety (SS)*, son las existencias que se manejan además de la demanda esperada [24]. Debe ser determinado en función de la criticidad del artículo, es decir, del impacto a la continuidad operacional y del tiempo de entrega en caso de ser necesitado y no disponer de ese artículo en el almacén [9].

4.10.1 Nivel de confianza.

Es uno de los indicadores más importantes en relación a la Gestión de Inventarios, se establece en función del tiempo de entrega, de la criticidad del artículo y de la cantidad que se compra en cada pedido realizado [9]. Para obtener el valor de la Constante dependiente del Nivel de Confianza que se multiplicará en la ecuación del Stock de Seguridad, se utiliza la Tabla 7.

Tabla 7. Valor de Nc con su respectivo nivel de confianza [9].

VALOR DE NC	NIVEL DE CONFIANZA (%)
0	50
1	80
2	95
3	99
4	99.9
5	99.99

4.11 Método de máximos y mínimos.

Este método de reposición se trata de establecer cantidades máximas y mínimas del inventario y un período fijo de revisión de sus niveles. El inventario se inspecciona sólo en estas ocasiones y se ordena la diferencia entre el máximo y lo existente, en casos especiales se ubicarán pedidos fuera de las fechas de revisión cuando ocurran consumos anormalmente altos y las existencias lleguen a un mínimo antes de la fecha de inspección, para determinar el inventario máximo se efectúa con la suma entre el punto de reorden y la cantidad óptima de pedido [29], en la Figura 4, se muestra el comportamiento del método máximos y mínimos.

El inventario mínimo es igual al punto de reorden junto a su fórmula descrita en el literal 4.10.

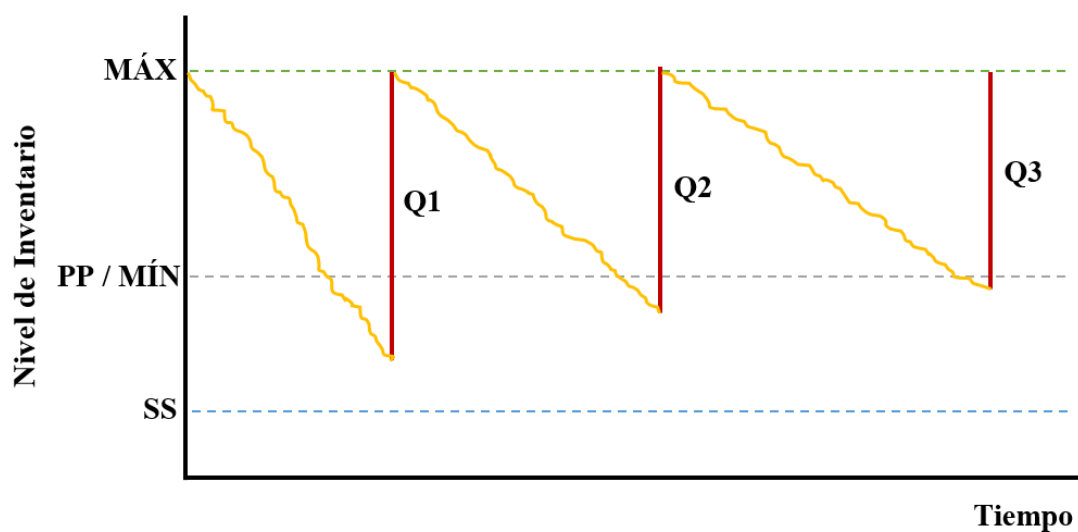


Figura 4. Método de Reposición de Máximos y Mínimos [9].

4.12 Técnicas de confiabilidad para la optimización del nivel de existencias de repuestos críticos y de baja rotación.

Cuando un artículo tiene muy bajo consumo, no existe la información necesaria para poder realizar los cálculos con las fórmulas respectivas puesto que son muy rentables y por lo tanto la tasa de utilización no supera a un artículo por año. Por lo general, no se tiene un criterio técnico para definir un material de baja rotación, cuando su demanda es demasiado baja existe la probabilidad de que pueda fallar en varios meses por alguna causa desconocida luego de haber sido instalado, siendo el tiempo promedio entre fallas de varios años [9].

4.12.1 Nivel óptimo de inventario.

Supóngase que hay “n” unidades instaladas de cierto ítem y que a su vez se encuentren funcionando, entonces existe la duda de cuántas unidades de ese artículo deben ser mantenidas en el almacén para tener suficientes reemplazos para las fallas previstas. El método más utilizado para calcular la cantidad sugerida de artículos es la distribución de probabilidad acumulada de Poisson, cuya expresión matemática es la siguiente [9]:

$$F(k, n\lambda t) = \sum_{j=0}^k \frac{(n\lambda t)^j (e^{-n\lambda t})}{j!} \geq C \quad (4)$$

Donde,

λ : tasa de fallas

t : tiempo de funcionamiento durante el período de servicio de interés

n : cantidad de artículos en funcionamiento

C : nivel de confianza de que habrá un artículo disponible cuando sea necesario

k : cantidad de ítems recomendada cuando la probabilidad de Poisson

acumulada $F(k; n\lambda t)$ iguala o excede el nivel de confianza preseleccionado

En la Tabla 8 se muestra un ejemplo y se tiene lo siguiente:

Tabla 8. Resultados de los cálculos de la distribución de Poisson [9].

Número de componentes en funcionamiento	Número de componentes que fallan	Número de componentes que no fallan	Probabilidad individual de Poisson	Probabilidad Acumulada de Poisson
30	0	30	0,17764	0,17764
30	1	29	0,30696	0,48460
30	2	28	0,26521	0,74981
30	3	27	0,15276	0,90258
30	4	26	0,06599	0,96857
30	5	25	0,02281	0,99138
30	6	24	0,00657	0,99795
30	7	23	0,00162	0,99957
30	8	22	0,00035	0,99992

Los resultados del comportamiento de la probabilidad acumulada de Poisson se muestra en la Figura 5 y son interpretados de la siguiente manera:

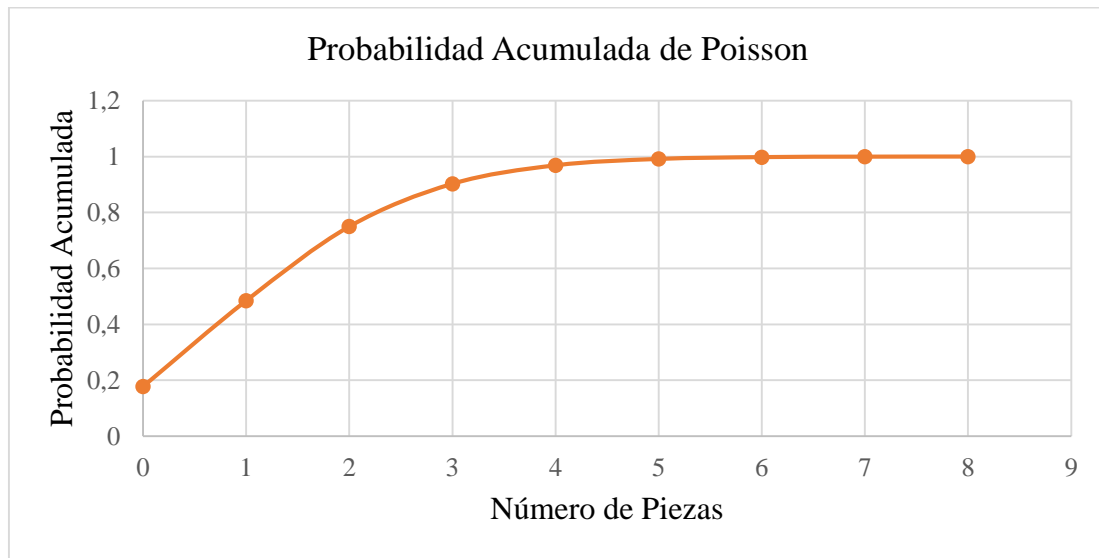


Figura 5. Comportamiento de la Probabilidad Acumulada de Poisson del ejemplo mencionado [9].

Si queremos un nivel de confianza igual al valor de la probabilidad acumulada de Poisson (última columna), entonces se debe tener almacenada la cantidad de componentes que fallan (segunda columna). Por ejemplo, si se almacenan en bodega 3 artículos, esto conlleva a que existe una probabilidad del 90% de disponer ese artículo cuando se requiera utilizar, se puede determinar justo con la teoría de clasificación por criticidad si se considera necesario [9].

4.13 Nivel de servicio.

Hace referencia al cumplimiento que tendrá el proceso de administración de inventarios en relación al cumplimiento de las órdenes de los pedidos, es decir, en qué porcentaje las órdenes de los usuarios serán abastecidas, que es lo mismo que decir en qué porcentaje la empresa se queda sin stock para abastecer al usuario que requiera realizar una actividad de mantenimiento, éste nivel de servicio es entonces un valor de desempeño de la gestión de inventarios, es uno de los indicadores más importantes desde el punto de vista operacional [12].

El nivel de servicio está relacionado con el nivel de confianza establecido en el Stock de seguridad y el punto de pedido. El nivel de confianza seleccionado establece la magnitud del Stock de seguridad y se puede aclarar como la probabilidad de disponer de un artículo en el almacén durante un tiempo de entrega en cualquier momento del año, la expresión matemática para calcular el nivel de servicio es la siguiente [9]:

$$\text{Nivel de Servicio} = 100\% - \frac{(100\% - \text{Nivel de confianza})(\text{Tiempo de entrega})(\text{N}^\circ \text{ de pedidos/año})}{365 \text{ días/año}} \quad (5)$$

Como se observa, el miembro derecho de la ecuación tiene dos términos, el segundo término hace referencia a la probabilidad de caer en rotura de stock en cualquier momento, de manera que, si éste término es igual a 0%, entonces el nivel de servicio será igual al 100%, por el contrario, si éste término es 100%, entonces el nivel de servicio será igual a 0%, el nivel de servicio puede ser afectado de manera negativa si [9]:

- El nivel de Confianza es bajo.
- El tiempo de entrega es largo.
- El número de pedidos es grande.

A continuación, en la Tabla 9 se muestran decisiones para mejorar el nivel de servicio:

Tabla 9. Decisiones para mejorar el Nivel de Servicio [9].

DECISIONES PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO.		
ACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tiempos de Entrega Cortos.	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye el Punto de Pedido. • Reduce la vulnerabilidad a la rotura de stock durante la reposición. • Tiende a disminuir el valor del inventario. 	
Aumento del Punto de Pedido.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la vulnerabilidad a la rotura de stock durante el aprovisionamiento. 	Aumenta el valor del inventario.
Aumento del Stock de Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Al permitir mayor variación en la tasa de utilización, reduce la vulnerabilidad a la rotura de stock durante el aprovisionamiento. 	Aumenta el Valor del Inventario.
Aumento de la Cantidad de Pedido.	<ul style="list-style-type: none"> • Al reducir el número de órdenes colocadas anualmente, disminuye el número de pedidos de vulnerabilidad a la rotura de stock. 	Aumenta el valor del inventario.

4.14 Valor del inventario.

4.14.1 Método del Promedio Ponderado.

Es el método más usado por las empresas y preferido por los contadores y gerentes de mantenimiento, consiste en calcular el costo del promedio unitario de los artículos en el que se toma en consideración tanto el precio como las cantidades, se le asigna este valor tanto a las piezas retiradas como al inventario restante, el costo final del inventario debe ser igual al número total de unidades equivalentes por el costo promedio de cada unidad. Cuando se realice una compra nueva se debe recalcularse el costo unitario promedio, este nuevo costo radica de dividir el saldo monetario entre las unidades existentes, entonces los egresos del almacén que se realicen después de esta nueva compra se evaluarán al nuevo costo y así sucesivamente [9].

Para cada fecha se multiplica la cantidad por su precio unitario, luego se obtiene la sumatoria de estos productos y se divide entre la cantidad total de piezas compradas, obteniendo el valor promedio ponderado, que se asigna tanto a las piezas utilizadas como a las que quedan en inventario [9].

5. Marco Metodológico.

La presente investigación es cuantitativa – descriptiva porque se basa en valores recopilados a partir del comportamiento del inventario y que posteriormente servirán para evaluar el manejo y proponer una adecuada gestión para el mantenimiento y la producción. El presente proyecto se divide en las siguientes fases mostradas en la Figura 6:

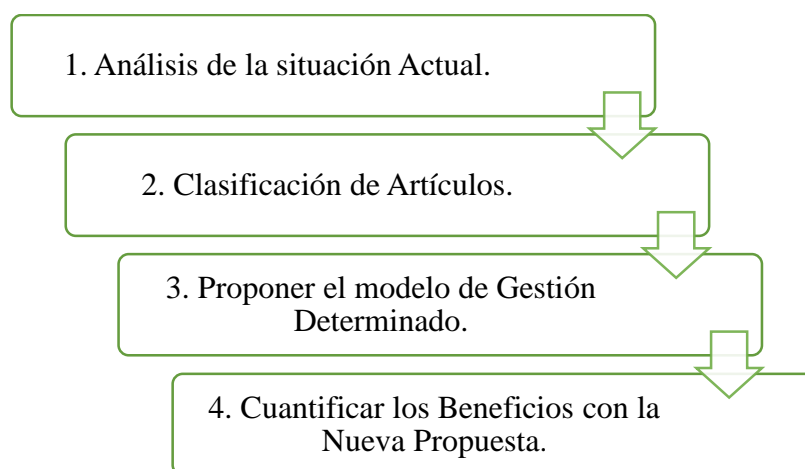


Figura 6. Diagrama de Fases para el desarrollo del proyecto.

Fase 1.- Análisis de la situación actual.

Se realiza un estudio descriptivo de la situación actual del almacén de la empresa VANDERVILT para determinar los problemas que se presentan en inventario, mediante la revisión bibliográfica relacionada con la optimización de gestión del inventario de mantenimiento. Se elaboran plantillas para la toma de datos físicos dentro de bodega, de acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Mantenimiento.

Fase 2.- Clasificación de artículos.

En esta fase se identifican las máquinas críticas instaladas en la planta productiva de hojas de resorte tipo ballesta a partir de la información proporcionada por el Departamento de Mantenimiento, se determinan sus partes críticas con ayuda del Análisis AMFE, se relacionan los artículos almacenados en bodega con las partes críticas anteriormente determinadas y se clasifican en base a la teoría ABC, XYZ y Valor – Criticidad.

Fase 3.- Proponer el modelo de gestión determinado.

En la fase 3 se aplican las fórmulas matemáticas de EOQ y ROP con las existencias que poseen un historial de consumo, se determina el inventario máximo y mínimo que se debe tener almacenado en bodega. Con los artículos de baja rotación, se da una propuesta adecuada para optimizar los factores relacionados con la teoría de inventarios.

Fase 4.- Cuantificar los beneficios con la nueva propuesta.

En la fase final se cuantifican los posibles beneficios que se generen a partir del modelo de gestión de inventario establecido y se evalúan los resultados.

6. Evaluación de la Situación Actual.

En base a la teoría fundamental de la gestión de inventarios relacionados con el mantenimiento, se establecen las diferentes políticas y plantillas para la identificación de los artículos almacenados, con el fin de obtener la mayor información posible y aplicar una óptima propuesta que generan beneficios para la empresa.

6.1 Criterios de rotación.

A partir del concepto de rotación de un artículo relacionado con el mantenimiento industrial, se muestra en la Tabla 10 los siguientes criterios establecidos por la empresa VANDERBILT para identificar los artículos de cero, baja, mediana y alta rotación.

Tabla 10. Criterios de rotación.

DÍAS SIN ROTACIÓN	CRITERIO
Mayor a 360 días	Cero rotación
Entre 180 a 360 días	Baja rotación
Entre 31 a 179 días	Mediana rotación
Menor a 31 días	Alta rotación

6.2 Procedimiento para la evaluación de los artículos almacenados en bodega.

Para la evaluación de los artículos almacenados en bodega, se propone utilizar una serie de matrices o plantillas elaboradas, supervisadas y aprobadas por las autoridades pertinentes en la empresa VANDERBILT, con el propósito de obtener la información necesaria para tomar decisiones posteriores relacionadas con la gestión de inventarios de mantenimiento. A continuación, se describen las siguientes matrices:

6.2.1 Matriz de Condiciones, Situaciones y Recomendaciones.

Se hace referencia a las diferentes situaciones, condiciones y recomendaciones que se pueden presentar en bodega al momento de realizar la contabilización e identificación de los artículos, se abrevia cada descripción con el fin de tomar datos de una manera muy eficiente. Se describen los siguientes conceptos:

- *Condición:* Es el estado físico en el que se encuentra el artículo almacenado.
- *Situación:* Se describe la circunstancia en la que se encuentra almacenado el artículo
- *Recomendación:* Es una sugerencia que se puede dar con respecto al artículo, dependiendo de la situación y condición en la que se encuentre.

En la Tabla 11, se muestran las diferentes condiciones, recomendaciones y situaciones que pueden presentarse al momento de identificar los artículos en bodega.

Tabla 11. Matriz de condiciones, situaciones y recomendaciones.

PLANTILLA DE CRITERIOS A TOMAR		
PARÁMETROS	CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CONDICIÓN	1	Óptimo para ser usado (Buen estado)
	2	Usado bajo criterio (Estado medio)
	3	Caducado
	4	Contaminado
	5	Rotura o daño
	6	Pérdida de funcionalidad
	7	Deterioro significativo
SITUACIÓN	D	OK (ninguna novedad)
	E	Mismo RP para varios artículos
	F	Mismo artículo con diferentes RP
	G	Almacenado en mismo lugar con otro artículo
	H	Código RP equivocado
	I	Ya no existe el equipo
	J	Sin código RP
	K	Cambio tecnológico
	16	Transferir a otro lugar de almacenaje (TUGALT, HORMICRETO, GRAIMAN, etc.)
	17	Dar de baja
18	Reutilizar	
RECOMENDACIÓN	11	OK (ninguna recomendación)
	12	Mantenimiento
	13	Reparar
	14	Chatarrizar
	15	Ubicar en un lugar óptimo de almacenaje
	16	Transferir a otro lugar de almacenaje (TUGALT, HORMICRETO, GRAIMAN, etc.)
	17	Dar de baja
	18	Reutilizar

6.2.2 Matriz de nomenclaturas para Líneas y Sub-líneas.

Esta matriz de nomenclaturas se utiliza con el fin de una identificación mucho más rápida de los artículos, ya que existen grandes variedades y cantidades de artículos almacenados en bodega. Se menciona que, a partir de una base de datos proporcionada por la empresa, pudo crearse las Líneas y Sub-líneas respectivas. A continuación, se muestran las descripciones y criterios tomados para los artículos en las Tablas 12 y 13.

Tabla 12. Nomenclatura utilizada para Líneas y Sub-Líneas.

PLANTILLA DE CODIFICACIÓN GENERAL		
LÍNEA	SUBLÍNEA	CÓDIGO DE IDENTIFICACION
HERRAMIENTAS	MECÁNICAS	HM
	ELÉCTRICAS	HE
INSUMOS GENERALES	MANGUERAS Y CONEXIONES	IG1
	ANILLOS SEGUER	IG2
	RETENEDORES / OR	IG3
	RODAMIENTOS	IG4
	BANDAS Y POLEAS	IG5
	PERNOS Y TUERCAS	IG6
	PILAS Y BATERÍAS	IG7
	PIEDRAS ABRASIVAS / LIJAS	IG8
	FILTROS	IG9
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	PERFILES	MDC1
	BAÑOS	MDC2
	CONEXIÓN ELÉCTRICA	MDC3
	OBRAS CIVILES	MDC4
REPUESTOS	MECÁNICOS	RM
	ELÉCTRICOS	RE
MATERIA PRIMA	-----	MPV
SEGURIDAD INDUSTRIAL	SEÑALIZACIONES	SI1
	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	SI2
	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	SI3
	PROTECCIÓN PERSONAL	SI4
	PRIMEROS AUXILIOS	SI5
SUMINISTROS DE OFICINA / LIMPIEZA	EQUIPO DE COMPUTO	SDOL1
	EMPACADORAS	SDOL2
	LIMPIEZA	SDOL3
	SUMINISTROS DE OFICINA	SDOL4
SÓLIDOS NO MANUFACTURADOS	ALUMINIO	SNM1
	ACEROS	SNM2
	BRONCE	SNM3
	PLANCHAS	SNM4
	POLIMEROS	SNM5

Tabla 13. Nomenclatura utilizada para Líneas y Sub-Líneas (Continuación).

INSUMOS DE PRODUCTO	CADENAS CANDADOS Y MEDIO PASOS	IDP1
	CABINA DE PINTURA	IDP2
	GRANALLA	IDP3
	LABORATORIO	IDP4
	QUIMICOS MANT. INDUSTRIAL	IDP5
	REFRACTARIOS	IDP6
	SIMBRA	IDP7
	SUMINISTROS SOLDADURA	IDP8
LUBRICANTES	COMBUSTIBLES	L1
	GRASA	L2
	ACEITES	L3

6.2.3 Matriz general para la recolección de datos físicos en almacén.

Esta matriz sirve para recolectar la información necesaria de los artículos que se encuentran almacenados. Todo esto con el fin de tomar decisiones posteriores para optimizar el costo de mantener en inventario y realizar un mantenimiento eficiente en caso de que ocurran fallas en los equipos críticos instalados con ayuda del análisis de Criticidad. En la Tabla 14 se presenta los términos utilizados.

Tabla 14. Matriz general para la identificación de artículos almacenados.

ARTÍCULOS VANDERBILT				DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			Fecha: Revisión:			DOCUMENTO INTERNO				
N°	CÓDIGO	UBICACIÓN	CANT JD	DESCRIPCIÓN 1	DESCRIPCIÓN 2	EQUIPO	ELEMENTO	UTILIZACIÓN	CONDICIÓN	TIPO	CANT	RECOMENDACIÓN	SITUACIÓN	

A continuación, se describen los términos utilizados en la tabla general de identificación de artículos (Tabla 14) que son:

- *N°*: Es el número de artículo que se encuentra en la lista.
- *Código*: Es el código de identificación definido por la empresa VANDERBILT que pertenece a cada artículo.
- *Ubicación*: Ubicación del artículo en el almacén proporcionada por la base de datos.
- *Cant. JD*: Es la cantidad de artículos según la base de datos de la empresa VANDERBILT.
- *Descripción 1*: Es la descripción del artículo almacenado.
- *Descripción 2*: Descripción complementaria del artículo almacenado.

- *Equipo:* Es el equipo al cual pertenece el artículo almacenado.
- *Elemento:* Es el sistema o parte del equipo donde el artículo es utilizado.
- *Utilización:* Describe la utilización o el funcionamiento del artículo.
- *Condición:* Es la condición física en la que se encuentra el artículo en base a la Tabla 11.
- *Tipo:* Ayuda a identificar el tipo de artículo, ya sea consumible, suministro, materia prima, repuesto, etc. con la ayuda del código de identificación de las Tablas 12 y 13.
- *Cant. Física:* Es la cantidad física disponible en el almacén.
- *Situación:* Circunstancia en la que se encuentra el artículo, basándose en la Tabla 11.
- *Recomendación:* Sugerencia dada para dicho artículo dependiendo de la situación en base a la Tabla 11.

6.2.4 Matriz de equipos Críticos, Semi – Críticos y No críticos instalados en la planta productiva de la empresa VANDERBILT.

CONFIDENCIAL

Tabla 15. Lista de equipos instalados correspondientes a las diferentes áreas dentro de la Planta Productiva.

CONFIDENCIAL

6.3 Costo del proceso para solicitar un artículo.

A continuación, partiendo de la necesidad presentada para realizar las actividades de mantenimiento, la empresa VANDERBILT indica las fases que atraviesa una orden de compra, éstos valores son una aproximación de los factores que intervienen para el costo total de solicitar un artículo. En el siguiente diagrama (Figura 7), se muestran las fases que atraviesa una orden de compra:

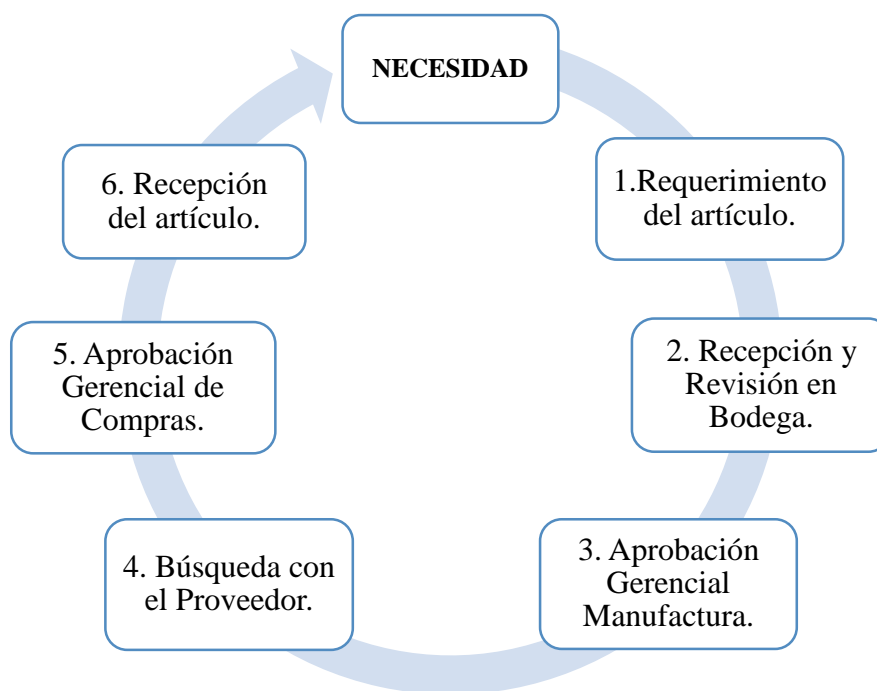


Figura 7. Diagrama de las fases que atraviesa una orden de compra dentro de la empresa VANDERBILT.

A partir de las fases mencionadas anteriormente, los costos aproximados que genera la orden de compra para solicitar un artículo se detallan en la Tabla 16:

Tabla 16. Costos aproximados relacionados con la orden de compra dentro de la empresa VANDERBILT.

FASE	COSTO
1. Requerimiento del Artículo.	0.25
2. Recepción y Revisión en Bodega.	0.90
3. Aprobación Gerencial Manufactura.	1.25
4. Búsqueda con el Proveedor.	6
5. Aprobación Gerencial de Compras.	2
6. Recepción del Artículo	2.10
TOTAL \$	\$12.50

6.4 Porcentaje a utilizar referente al costo de mantener.

Para el análisis de EOQ se utilizará un aproximado del 20% al valor de cada artículo, por el hecho de que se encuentran almacenados en condiciones normales y tomando en cuenta todos los factores necesarios para la obtención del mismo, este porcentaje es sugerido por la empresa VANDERBILT.

6.5 Criterios del nivel de confianza.

En el caso particular de la empresa VANDERBILT se utilizan los niveles de confianza del 80%, 95% y 99% para el nivel de criticidad 1, 2 y 3 respectivamente mostrados en la tabla 17, estos porcentajes pueden elegirse de manera autoritaria.

El departamento de mantenimiento establece estos valores con el fin de garantizar que no exista roturas de stock relacionadas con las diferentes criticidades de los artículos existentes en el almacén.

Tabla 17. Valores de Nc a tomar en relación al nivel de criticidad [9].

Criticidad	Valor de Nc	Nivel de Confianza (%)
1	1	80
2	2	95
3	3	99

6.6 Tipos de documentos para la obtención de los datos.

Los tipos de documentos más relevantes que se utilizan a partir de la base de datos otorgada por la empresa VANDERBILT son los siguientes:

- *EF*, son los egresos que se hacen desde la base de datos principal, pues presentan un consumo para los cálculos que se realicen.
- *E3 e I2*, son los egresos al centro de costo que maneja la empresa VANDERBILT, presentan un historial de consumo y sirven para poder realizar los cálculos respectivos.
- *ST*, son los egresos por transferencia, es decir, cuando un ítem en común exista en cualquier empresa perteneciente al Grupo Industrial Graiman y la empresa VANDERBILT requiera ese ítem para su uso, presentan un historial de consumo y ayudan a realizar los cálculos correspondientes.
- *OM*, son las fechas correspondientes a las órdenes de compra realizadas durante el último año, en este caso el 2018 y a su vez contiene la cantidad que se requiere comprar, nos ayuda a obtener el valor total del inventario circulado durante el último año.

6.7 Consideraciones establecidas por la empresa VANDERBILT para la evaluación de los artículos de cero rotación y la optimización del inventario.

Como parte de la propuesta, el Departamento de Logística junto con el Departamento de Mantenimiento de la empresa VANDERBILT, analiza y establece previamente, diversas opciones a partir de necesidades internas para la optimización del inventario en base a registros de mantenimiento. En función de estas consideraciones se evalúan los artículos de cero rotación y posteriormente ofrecer una propuesta. A continuación, en la Tabla 18 se mencionan las mejores opciones para la optimización de dichos artículos:

Tabla 18. Decisiones a considerar para los artículos del inventario de la empresa VANDERBILT.

CONSIDERACIONES PLANTEADAS POR LA EMPRESA VANDERBILT.	
N°	ALTERNATIVAS A CONSIDERAR
1	Utilizar antes de 3 meses
2	Utilizar antes de 6 meses
3	Utilizar antes de 9 meses
4	Utilizar antes de 1 año
5	No hay fecha estimada de uso pero es un repuesto crítico.
6	Dar de baja para destrucción
7	Dar de baja para donación
8	Dar de baja para venta como chatarra
9	Dar de baja para venta como repuesto de un equipo.

Se describen las siguientes consideraciones:

- *Utilizar antes de 3, 6 y 9 meses*, estos artículos son de fácil recambio que no necesitan de ningún tipo de mantenimiento especializado, generalmente pueden utilizarse en cualquier punto dentro de la planta, se clasifican en la teoría Valor – Criticidad.
- *Utilizar antes de 1 año*, estos artículos son de complejidad media de recambio, su función es primordial para las partes de los equipos, se clasifican en la teoría Valor – Criticidad.

- *No hay fecha estimada de uso, pero es un repuesto crítico*, estos artículos se encuentran relacionados con las máquinas críticas, que posteriormente se evalúan según la teoría de Valor – Criticidad y se aplica una propuesta.
- *Dar de baja para destrucción*, este caso hace referencia a los artículos que se encuentran con las condiciones 3 y 4 en base a la Tabla 11.
- *Dar de baja para donación*, hace referencia a los artículos que pueden ser muy útiles en otras empresas pero que tienen un costo insignificante y no son útiles para la empresa a optimizar.
- *Dar de baja para venta como chatarra*, hace referencia a los artículos se encuentran en las condiciones 5, 6, y 7 en base a la Tabla 11.
- *Dar de baja para venta como repuesto de un equipo*, hace referencia a los artículos que ya no es necesario mantenerlos almacenados y que pueden ser utilizados en otras empresas, ya sea dentro del Grupo Industrial Graiman o una empresa externa.

6.8 Criterios para analizar el nivel de servicio.

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos del nivel de servicio, se clasificó en base a la criticidad de los artículos, a partir de ello, se puede proponer una mejora de este indicador en el caso de que existan muy bajos porcentajes.

6.9 Resultados de la evaluación.

Se presentan los resultados obtenidos a partir de las actividades realizadas dentro del almacén de artículos y en la planta productiva, con el objetivo de proponer una gestión de inventarios adecuada y obtener beneficios relacionados con el mantenimiento industrial y los costos involucrados.

6.9.1 Resultados obtenidos del análisis AMFE.

Se tomó como prioridad aplicar el Análisis AMFE a los equipos críticos, de esta manera podemos centrarnos en evitar las fallas en sus sistemas, el paro del equipo y la pérdida de producción, son máquinas únicas en su funcionamiento. En el caso de los equipos Semi-Críticos y No Críticos de acuerdo con los historiales de mantenimiento, no presentan ningún

inconveniente con la fabricación de hojas de resorte tipo ballesta por la simple razón que son equipos en serie y pueden transferirse las actividades sin que afecten a la producción.

En el ANEXO 1 se visualizan las partes críticas como resultado del análisis AMFE de los equipos identificados como críticos dentro de la planta productiva.

6.9.2 Resultados de la clasificación de los artículos de cero rotación que no influyen en el mantenimiento industrial en base a las consideraciones establecidas por la organización.

CONFIDENCIAL

6.9.3 Resultados de la clasificación ABC de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción.

A continuación, en la Tabla 19, se muestran los resultados de la clasificación según la teoría ABC durante el año 2018.

Tabla 19. Resultados de la clasificación en base a la teoría ABC.

CATEGORÍA	% VALORACIÓN	CANTIDAD DE ÍTEMS	% DE ARTÍCULOS UTILIZADOS
A	50	8	1
B	30	34	4
C	20	842	95
TOTAL	100%	884	100%

El 50% de la valoración en dólares engloba 8 tipos de artículos diferentes, este grupo es representado como la categoría A. La categoría B atribuido a un 30% del valor, representan 34 tipos de artículos y el resto del inventario con 842 artículos diferentes designados con la categoría C, constituye un 20% del valor total.

6.9.4 Resultados de la Clasificación XYZ de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción.

A continuación, en la Tabla 20 se muestran los resultados obtenidos a partir de la teoría de clasificación XYZ durante el año 2018:

Tabla 20. Resultados de la Clasificación XYZ de las existencias.

VALOR	CATEGORÍA	% DEL VALOR TOTAL	% DE ARTÍCULOS
ALTO	X	60,2	3,5
MEDIO	Y	30,1	12,7
BAJO	Z	9,6	83,8
TOTAL		100%	100%

Los valores de la Tabla 20 se interpretan de la siguiente manera: los artículos de categoría X que constituyen solo un 3,5% de la cantidad total del inventario, simbolizan 60,2% de su valor total. La categoría Y que se encuentra conformada por el 12,7% de la cantidad total del inventario, representa el 30,1% de su valor total y la categoría Z que se compone del 83,8% de la cantidad total del inventario, incorpora el 9,6% del valor total del mismo.

6.9.5 Resultados de la clasificación por criticidad de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción.

En la Tabla 21, se presentan los artículos que influyen en mayor o menor grado dentro del mantenimiento industrial y a la producción clasificados por medio de la teoría de Criticidad:

Tabla 21. Resultados de la clasificación por medio de la teoría de Criticidad.

INDISPONIBILIDAD	PARALIZA LA PRODUCCIÓN	38 (2)	36 (3)	101 (3)
	LA AFECTA PARCIALMENTE	105 (1)	35 (2)	13 (3)
	NO AFECTA LA PRODUCCIÓN	426 (1)	113 (1)	16 (2)
		≤ 15 DÍAS	ENTRE 16 Y 30 DÍAS	> 30 DÍAS
TIEMPO DE ENTREGA				

Esta tabla detalla lo siguiente:

- Los Artículos de ALTA CRITICIDAD hacen un total de 151
- Los artículos MEDIA CRITICIDAD hacen un total de 89.
- Los artículos BAJA CRITICIDAD hacen un total de 644.

6.9.6 Resultados de la clasificación de las existencias que influyen en el mantenimiento industrial y producción en base a la teoría de Valor - Criticidad.

Junto con los artículos de cero rotación, se muestran los resultados de las existencias que influyen dentro del mantenimiento industrial y producción en base a sus datos, son aptos para clasificarlos por éste método. En la Tabla 22, se muestran los resultados de la clasificación Valor - Criticidad y se interpreta de la siguiente manera:

- Artículos de categoría 3X representan el 49,47% del valor total del inventario y un 2,8% de la cantidad total. Artículos de categoría 3Y representan el 17,18% del valor total del inventario y un 6,3% de la cantidad total. Artículos de categoría 3Z representan el 1,91% del valor total del inventario y un 7,9% de la cantidad total.
- Artículos de categoría 2X representan el 1,34% del valor total del inventario y un 0,1% de la cantidad total. Artículos de categoría 2Y, representan un 5,25% del valor total del inventario y un 2,6% de la cantidad total. Artículos de categoría 2Z, representan el 1,20% del valor total del inventario y un 7,4% de la cantidad total.
- Artículos de categoría 1X, representan el 9,52% del valor total del inventario y un 0,6% de la cantidad total. Artículos de categoría 1Y, representan el 7,62% del valor total del inventario y un 3,7% de la cantidad total. Artículos de categoría 1Z, representan el 6,50% del valor total del inventario y un 68,6% de la cantidad total.

Tabla 22. Resultado de la clasificación de los artículos en base a la Teoría Valor - Criticidad.

CONFIDENCIAL

6.9.7 Resultados del cálculo del nivel de servicio.

El nivel de servicio del año 2018 ha tenido un porcentaje muy favorable, no han existido roturas de stock según los resultados, lo ideal sería mantener esos mismos niveles que satisfagan demandas futuras, pero con niveles óptimos necesarios para los diferentes procesos de mantenimiento y producción. En las Tablas 23, 24 y 25 se muestran los resultados de los diferentes niveles de servicio asociados con las criticidades 1 2 y 3 respectivamente:

Tabla 23. Resultados obtenidos del nivel de servicio de los artículos de baja criticidad.

ARTICULOS DE BAJA CRITICIDAD	
% DEL NIVEL DE SERVICIO	CANTIDAD DE ÍTEMS
82,85	5
83,36	63
81,18	131
84,53	17
83,60	2
82,25	1
85,81	5
83,00	386
81,90	12
81,71	10
82,07	2
83,62	1
81,75	1
82,49	2
82,78	2
83,42	2
42,47	1
84,14	1
TOTAL	644

Tabla 24. Resultados obtenidos del nivel de servicio de los artículos de media criticidad.

ARTICULOS DE MEDIA CRITICIDAD	
% DEL NIVEL DE SERVICIO	CANTIDAD DE ÍTEMS
89,45	1
89,79	16
80,00	64
89,59	4
89,18	2
89,04	1
88,08	1
TOTAL	89

Tabla 25. Resultados obtenidos del nivel de servicio de los artículos de alta criticidad.

ARTICULOS DE ALTA CRITICIDAD	
% DEL NIVEL DE SERVICIO	CANTIDAD DE ÍTEMS
100,00	129
99,96	1
99,95	2
99,99	4
99,98	2
99,98	5
99,99	2
99,98	5
99,99	1
TOTAL	151

6.9.8 Criterios establecidos para el cálculo de la distribución de Poisson a los artículos de baja rotación a partir del resultado de la clasificación Valor - Criticidad.

Después de realizar las clasificaciones correspondientes, se establece que para el cálculo de la Distribución de Poisson se aplica a los artículos de la denominación 3X y 3Y (alto valor y alta criticidad) que representan el 66,65% del valor total del inventario, se utilizan datos aproximados y proporcionados por el departamento de mantenimiento y determinan que un nivel de confianza del 70% es un porcentaje aceptable que evitará paros en los equipos y se reducirán costos relacionados con las cantidades almacenadas.

6.9.9 Resultados de la valoración del inventario a través del Promedio Ponderado.

Tabla 26. Resultados de la valoración del inventario en base al Promedio Ponderado.

CONFIDENCIAL

Se menciona que dentro del valor del inventario almacenado se encuentran los artículos que no influyen en el mantenimiento industrial, y con la ayuda de la nueva propuesta, se reducirán los costos relacionados y optimizándolo en un porcentaje considerable.

7. Propuesta.

En función de las evaluaciones respectivas realizadas dentro del almacén y en la planta de la empresa VANDERBILT, se mencionan algunas alternativas para poder optimizar el inventario y su gestión, tomando en cuenta los datos proporcionados por el Departamento de Mantenimiento de la empresa.

7.1 Propuesta para los artículos de cero rotación en base a las consideraciones de la organización que no influyen dentro del mantenimiento industrial.

CONFIDENCIAL

Figura 8. Cantidades de ítems de cero rotación que forman parte de la propuesta a partir de las consideraciones de la empresa VANDERBILT.

CONFIDENCIAL

Figura 9. Representación de precios de los artículos de cero rotación relacionados con las diferentes consideraciones.

7.2 Propuesta para optimizar los porcentajes obtenidos del último año analizado respecto a la teoría Valor – Criticidad.

Como se puede observar en la Tabla 22, a partir de los porcentajes evaluados del último año referentes a la clasificación Valor – Criticidad, se puede proponer lo siguiente:

- El mayor porcentaje respecto al valor total del inventario radica en los artículos de alta criticidad que engloba un 69,08%, con lo cual el departamento de mantenimiento debe considerar si se deben mantener esas existencias almacenadas en bodega con cantidades óptimas ayudándose con los diferentes métodos, logrando optimizar el porcentaje del valor total y a su vez no irrumpir la continuidad operacional de los equipos instalados en la planta productiva.
- En el caso de los artículos que son de media criticidad se puede notar que el valor total del inventario está dado por un 7,84%, no impacta de la misma manera que la categoría anterior, pero puede optimizarse con la ayuda de los diferentes métodos sin afectar de manera considerable los costos de la empresa.

- Analizando los artículos de baja criticidad, éstos presentan un 23,08% del valor total del inventario, por otro lado, poseen un 72,3% en cantidad total de sus ítems, deben tomarse en cuenta absolutamente todos los consumos que tenga cada artículo a partir de las diferentes situaciones, ya que existe un nivel de servicio regular debido a las prestaciones realizadas por otras empresas pertenecientes al grupo industrial y así poder tener un nivel adecuado en el almacén respectivo.

7.3 Resultados del nivel óptimo a almacenar de las existencias de alta criticidad, alto valor económico y baja rotación por medio de la distribución de Poisson.

Dentro de las Tablas 27 y 28, se muestra un nivel óptimo de los artículos como parte de la propuesta en base a los criterios establecidos en el literal 6.9.8. En el caso de que la empresa analice detenidamente los resultados respectivos, puede considerarse conveniente elegir de manera autoritaria un porcentaje menor y el nivel óptimo, con el fin de minimizar los costos involucrados, estos ítems hacen referencia al mantenimiento industrial.

Tabla 27. Resultados de la Cantidad Óptima a Almacenar en Base a la Distribución de Poisson.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN 1	DESCRIPCIÓN 2	CANTIDAD ALMACENADA	CANTIDAD PROPUESTA	UNIDADES
RP030537	TABLERO GENERAL	CONTROL	1	0	UN
RP030570	QUEMADOR PARA HORNO		1	1	UN
RP024207	RUEDA DE TURBINA	TR 360-75	2	2	UN
RP009232	SENSOR DE TEMPERATURA	INFRARROJO	4	4	UN
RP030285	BASE PLATE VIBRATOR 460 SIEVA	C/PINTURA	1	0	UN
RP031234	VALVULA SELENOIDE	D = 1 PLG. REF-ZRDLE 410/5	1	0	UN
RP030425	BOMBA TUTHILL	1.1/2 PGL	1	1	UN
RP027165	ROTOR	REF. V016R101	1	0	UN
RP030026	TURBINA DE VENTILADOR B35T -RD		1	0	UN
RP030287	VALVE PILOT QR COIL2/2 DIRECT	C/PINTURA	1	0	UN
RP009452	INDICADOR DE TEMPERATURA	DIGITAL DPi16	1	1	UN
RP030049	ELECTRO VALVULA	Z32-0025	1	0	UN
RP030539	VALVULA SOLENOIDE	PARA PILOTO DE ½ PGL	3	1	UN
RP016690	SENSOR DE NIVEL	CAPACITIVO POINTEK CLS100	1	0	UN
RP030602	PLACA ALMEN / A	REF - ALAMEN / A	2	0	UN
RP030387	PLACAT PTS 290 CORTADA	GRANALLADORA 2	3	1	UN
RP033169	PLACA CORTADA	REF - PTS 430-135	3	1	UN
RP030388	PLACA	REF - PTS 430-00	3	1	UN
RP030540	REGULADOR PARA GAS DE ½		1	0	UN
RP032775	ELBOW POWDER TUBE	ENCORE WEAR RESIST CDG. 109669	1	0	UN
RP024206	ADAPTADOR DE CAJA CONTROL	TR 360-44	1	0	UN
RP030386	PTS252 CORTADA	GRANALLADORA 2	2	0	UN
RP030391	PLACA CORTADA 400 X 120	REF - PTS 630-05	6	1	UN
RP030092	FILTRO DE GAS 1 PGL GFK25		1	0	UN
RP020927	ELECTROVALVULA SELENOIDE	3/8 PLG BOBINA 24V	1	0	UN
RP030542	TERMOCUPLA TIPO K C/REC. CERAM	D = 24 PGL CON CABEZOTE	6	3	UN
RP028950	PLATO CENTRADO MECANIZADO	TR 360-84	4	2	UN

Tabla 28. Resultados de la Cantidad Óptima a Almacenar en Base a la Distribución de Poisson (continuación).

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN 1	DESCRIPCIÓN 2	CANTIDAD ALMACENADA	CANTIDAD PROPUESTA	UNIDADES
RP030854	ELEMENTO FILTRO	KOR 60	1	0	UN
RP033173	CODO GRANALLADORA	REF - Y100L304	9	2	UN
RP030018	PRESOSTATO DE GAS MAXIMA		2	0	UN
RP030029	TERMOCUPLA TIPO K ESTANDAR		1	3	UN
RP028867	BANDA CMU	A48 1/4	3,38	3,38	MT
RP020384	PRESOSTATO		1	1	UN
RP030079	SENSOR CAPACITIVO	CM18-08BPP-KC1	1	1	UN
RP024200	PROTECTOR FRONTAL IZQUIERDO	TR 300-133	2	2	UN
RP030380	PISTON DSNU 25-50 PPV A		1	1	UN
RP027157	PLACA PUERTA	REF. PTS 302	5	8	UN
RP033162	PLACA MARCO PUERTA	REF - PTS 299-00	6	1	UN
RP024199	PROTECTOR FRONTAL DERECHO	TR 300-132	2	2	UN
RP033163	PLACA	REF - PTS 304-00	4	1	UN
RP033170	PLACA MARCO PUERTA	REF - PTS 438-00	1	1	UN
RP015142	RETEN		3	2	UN
RP030389	PLACA	REF - PTS 431-00	5	1	UN
RP033164	PLACA	REF - PTS 307-00	4	1	UN
RP020731	FUENTE DE ALIMENTACION	CQM1-PD026	1	0	UN
RP032779	HOLDER PUMP THROAT	ENCORE GEN II CDG. 1095898	1	1	UN
RP027158	PLACA	REF. PTS 303 - 00	6	8	UN
RP008819	RESISTENCIA	15-30 REF-110-3-20	15	17	UN
RP030497	FRONTAL H-256 P/GRANALLADORA		3	1	UN
RP028951	CAJA DE CONTROL	TR 360-79	5	1	UN
RP032982	RODAMIENTO	5310	2	1	UN
RP015860	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS	3307-A-2RSITN9 MT33	2	1	UN
RP027163	CLAPETA P/VALV. DIA89 SIMPLE	REF. Y100L730	2	0	UN
RP030046	MEDIA MORDAZA GUIA	COD. Y1434201	3	5	UN
RP030044	TAPA DE FIELTRO COD. TR 300-02		3	4	UN
RP030524	PERFIL SOPORTE DE PLACAS -	GRANALLADORA 2	2	2	UN
RP030393	PLACA PTS 635 - GRANALLADORA 2		4	1	UN
RP030390	PLACA	REF - PTS 432-00	5	1	UN
RP033166	PLACA CORTADA	REF - PTS 432-43	4	1	UN
RP030394	PLACA PTS 635 DOS	GRANALLADORA 2	4	1	UN
RP033165	PLACA CORTADA	REF - PTS 432-41	2	2	UN
RP032215	PLACA MARCO PUERTA	REF - PTS 301-00	5	4	UN
RP006146	MANOMETRO POSTERIOR GLICERINA	0 A 4 BAR 0 A 60 PSI A 1/4	2	2	UN
RP030968	BANDA TRANSPORTADORA LISA	21 PLG 2 LONAS	20	20	MT
RP029983	VALVULA MANGUITO	ANTIABRASIVO DN40	4	2	UN
RP033168	PLACA MARCO PUERTA	REF - PTS 439-00	4	4	UN
RP028291	RELE TEMPORIZADOR	6-60SEG. 110V	3	5	UN
RP027160	PLACA CAJON TURBINA	REF - PTS 668 -00 TT	5	1	UN
RP028947	ROTOR	TR 300 - 66	4	2	UN
RP030396	PLACA 150 X 100	REF - PTS 639-01	6	1	UN
RP030448	TUBO VENTURI N-114221		12	0	UN
RP030084	PIVOTE ROSCADO M5 REF-288537		6	1	UN
RP032781	TUBING PWDR ANTISTATIC	11 MM 43 IN REF. 768176	10,5	0	MT
RP030101	MANGUERA PLOVO REF-900650		224	30	MT

En el ANEXO 2, se detalla a más profundidad los porcentajes aproximados obtenidos por medio de la distribución de Poisson de cada artículo de clase 3X y 3Y (Alta Criticidad y Alto Valor Financiero), con el fin de poder tomar decisiones posteriores en cuanto a minimizar las cantidades que se requieran almacenar, este costo dependerá de la elección final por parte de la empresa.

7.4 Propuesta para optimizar el nivel de servicio de los artículos existentes dentro del inventario.

Como podemos observar en el literal 6.9.7, los resultados del diagnóstico del nivel de servicio para los ítems de media y alta criticidad respecto al último año se encuentran en porcentajes regulares por causa de las prestaciones que la empresa realiza a nivel corporativo y no se cuenta con un control adecuado de inventarios. Es por ello que, a partir del cálculo de máximos y mínimos, se lograría obtener un mejor control de inventarios con cantidades adecuadas para los artículos que presentan un historial de consumo, en cambio para los artículos de baja rotación, se debe encontrar un nivel óptimo con ayuda de la distribución de Poisson que garantice la disponibilidad dentro del almacén.

7.5 Resultados de máximos y mínimos de los artículos que presentan un historial de consumo.

Para los artículos que presentan un historial de consumo, se calcularon los resultados máximos y mínimos que deben ser almacenados en bodega, llevando un adecuado control de las existencias, evitando así una rotura de stock e impedir el proceso de mantenimiento y producción dentro de la empresa. En el ANEXO 3, se visualizan las cantidades máximas y mínimas calculadas a partir de la nueva propuesta.

7.6 Propuesta realizada para los artículos que son de alta criticidad y no se encuentran almacenados en bodega.

Este es un caso especial para los artículos que poseen un nivel de criticidad ALTO en base a la teoría documentada. Estos artículos no se han pedido dentro de un largo período de tiempo y se encuentran fuera de las existencias de bodega por el simple hecho que ya han sido instalados en los equipos correspondientes, es por ello, que se toman prioridades con el fin de garantizar la continua producción de hojas de resorte tipo ballesta. Para tomar las decisiones de su almacenaje, es necesario que el Departamento de Mantenimiento de la empresa VANDERBILT, analice minuciosamente el nivel de criticidad y una cantidad óptima por medio de la Distribución de Poisson para dichos artículos priorizando los que son sumamente indispensables dentro del mantenimiento industrial y en base a su mantenibilidad. En el ANEXO 4, se detallan los artículos de ALTA CRITICIDAD que deben ser analizados.

8. Cuantificación de los beneficios que se obtienen con la nueva propuesta.

8.1 Resultados del nivel de servicio obtenido.

Para poder cuantificar los beneficios en base a las existencias, se utiliza un pronóstico proyectado hacia el 2020 a partir del historial de consumo del último año analizado, en donde se puede calcular un nivel de servicio aproximado, los resultados obtenidos a partir del pronóstico y de los niveles máximos y mínimos calculados con anterioridad, aumentan en su gran mayoría aproximadamente un 15% relacionados con la categoría de baja criticidad y un aproximado del 10% para los de media criticidad, lo que significa que se garantizaría la disponibilidad de los artículos en el almacén para las futuras actividades.

En las Tablas 29 30 y 31, se presentan los diferentes niveles de servicio relacionados con las criticidades 1 2 y 3 respectivamente en base a los consumos pronosticados:

Tabla 29. Resultado del nivel de servicio para ítems de baja criticidad en base a la nueva propuesta.

ARTICULOS DE BAJA CRITICIDAD	
% DEL NIVEL DE SERVICIO	CANTIDAD DE ÍTEMS
91,78	1
98,36	38
97,53	1
99,18	62
98,90	5
97,81	2
100,00	534
96,71	1
TOTAL	644

Tabla 30. Resultado del nivel de servicio para ítems de media criticidad en base a la nueva propuesta.

ARTICULOS DE MEDIA CRITICIDAD	
% DEL NIVEL DE SERVICIO	CANTIDAD DE ÍTEMS
99,73	2
99,59	2
100,00	79
99,18	1
99,79	6
TOTAL	90

Tabla 31. Resultado del nivel de servicio para ítems de alta criticidad en base a la nueva propuesta.

ARTICULOS DE ALTA CRITICIDAD	
% DEL NIVEL DE SERVICIO	CANTIDAD DE ÍTEMS
99,81	6
99,75	8
99,62	1
99,26	1
99,51	3
99,84	2
99,92	5
99,95	2
99,89	1
100,00	121
TOTAL	150

8.2 Beneficios obtenidos sobre los artículos de cero rotación que no influyen dentro del mantenimiento industrial.

CONFIDENCIAL

8.3 Beneficios obtenidos en base a las decisiones de almacenaje de los artículos de alta criticidad, alto valor y baja rotación.

Para analizar los beneficios generados, se considera el peor escenario cuando los artículos no se encuentran almacenados. Como ejemplo se utilizan algunos de ellos para puntualizar los bienes que surgen con esta propuesta. En la Tabla 32, se detalla el valor total por pérdida de producción o también llamado Lucro Cesante, que no es más que el tiempo de aprovisionamiento del artículo en caso de su ausencia por el valor de producción diaria dentro de la planta. Como se puede observar, el valor total de su almacenamiento es menor en comparación al valor por pérdida de producción.

Se menciona que el tiempo de entrega utilizado, es un máximo relacionado a las compras inmediatas que realizan los departamentos respectivos en caso de emergencia. Si se toman en cuenta los recursos utilizados para la adquisición del artículo como importación o compra nacional en una situación emergente, el valor total de su requerimiento sería mayor en comparación de una adquisición en situaciones normales, independientemente de la pérdida de producción, por esta razón deben almacenarse en un tiempo oportuno para evitar riesgos.

En base a los estudios realizados por el Departamento de Mantenimiento sobre sus actividades diarias, se presenta un aumento del costo en un 25% además de retrasos considerables sobre otras actividades debido a la ausencia de los artículos críticos. Para evitar estos excesos de costos y retrasos, el Departamento de Mantenimiento debe priorizar los que necesariamente deben tener almacenados en base a la mantenibilidad de cada uno de ellos.

Tabla 32. Pérdida de producción ocasionada por los artículos críticos que no son almacenados.

CONFIDENCIAL

8.4 Beneficios obtenidos a partir de la optimización de las cantidades almacenadas de los artículos de alta criticidad, alto valor y baja rotación.

CONFIDENCIAL

Figura 10. Porcentaje de optimización de las cantidades almacenadas sobre los artículos de alta criticidad, alto valor y baja rotación.

9. Conclusiones.

- Con ayuda de los datos proporcionados por la empresa VANDERBILT, se propuso una adecuada gestión de inventarios de mantenimiento y de artículos para la producción utilizando los diferentes métodos para su evaluación como: Clasificación ABC, XYZ y por Criticidad, aplicando la metodología de cálculo adecuada para las diferentes situaciones y obtener un mejor control de las actividades futuras dentro de la planta de fabricación de hojas de resorte tipo ballesta.
- **O.E.1** Realizando las visitas respectivas tanto en la planta productiva como en el almacén, se evaluó la situación actual del manejo de inventario dentro de la empresa VANDERBILT y se verificó que no existía ningún tipo de categorización que permita priorizar y tomar decisiones posteriores respecto a su nivel óptimo y su almacenamiento. A partir de ello, se determinaron las partes críticas de las máquinas que son de mayor importancia dentro del mantenimiento con la ayuda del análisis AMFE y se evaluó el impacto que genera cada artículo en base a las diferentes teorías de clasificación y de criticidad.
- **O.E.2** Al aplicar el modelo de gestión eficaz de inventario, se puede llevar a cabo un diagnóstico de las actividades de mantenimiento y producción sobre los artículos. De esta manera, se consigue un costo adecuado en base a sus consumos y almacenamiento, además de garantizar su disponibilidad dentro de bodega sin arriesgar la producción de hojas de resorte tipo ballesta.
- **O.E.3** Aplicando las diferentes teorías, se cuantificaron los beneficios generados con la implementación de los modelos de gestión de inventario propuestos, dando como resultado lo siguiente: el nivel de servicio obtenido a partir de un pronóstico se refleja un aumento del 15,82% para los artículos de baja criticidad y un 9,65% para los de media criticidad; el nivel de servicio para los artículos de alta criticidad no refleja un aumento debido a que la demanda es igual según el pronóstico utilizando las cantidades existentes almacenadas, también se reduce el valor del inventario a partir del último año en un 30,23% de ahorro por ventas y una pérdida del 0,17% de artículos obsoletos, relacionado a todos los ítems que no influyen en las actividades de mantenimiento. Determinando los niveles óptimos para los artículos de la Tabla 32, se puede evidenciar un ahorro mínimo del 23,3% y un máximo del 99,5%, ligados a la producción y distribuidos entre los artículos de alta

criticidad y baja rotación; logrando así disminuir costos excesivos en las actividades de mantenimiento en el caso de que sean almacenados. Con los artículos de más alto valor, alta criticidad y baja rotación se reduce en un 29% utilizando la Teoría de Distribución de Poisson, lo cual implica menos costo de almacenaje sin interrumpir las actividades de mantenimiento y garantizando la producción de hojas de resorte tipo ballesta.

10. Recomendaciones.

- Utilizar descripciones más técnicas para cada uno de los artículos, esto beneficia en diversas formas en relación a la gestión de inventarios, principalmente se evitaría realizar compras excesivas, llevar un control adecuado en base a su inspección, almacenaje y mantenimiento.
- Para determinar los consumos mensuales, tiempo de aprovisionamiento y las veces que se realiza una orden de compra, utilizar bases de datos más consolidadas y confiables que eviten el exceso de tiempo para su cálculo y poder optimizar de manera mucho más rápida el inventario.
- Para los factores como el costo de solicitar y porcentaje del costo de mantener, se deben definir con los departamentos respectivos, pues son datos muy importantes que involucran al cálculo de cantidades máximas y mínimas a almacenar dentro de bodega y obtener costos aceptables.
- Para gestiones futuras, el Departamento de Mantenimiento debe registrar los datos relacionados con la fórmula de Distribución de Poisson con cada uno de los artículos para determinar una cantidad óptima de almacenaje en caso de que sean de baja rotación y de mucha importancia, caso contrario si los artículos no son de alta importancia, analizar si deben ser almacenados.
- Es necesario que exista un personal encargado de analizar periódicamente el comportamiento del inventario en base a la propuesta realizada, para asegurar un control y tomar decisiones que beneficie a la empresa sin generar pérdidas económicas, esta recomendación sustenta la anteriormente descrita, pues es imperante que la empresa tenga un registro de los artículos de mantenimiento para futuras optimizaciones, mucho más relevante si son artículos que provocan rotura de stock.

11. Trabajos Futuros.

Esta propuesta ayuda a optimizar el inventario de artículos de mantenimiento como producción dentro de las bodegas pertenecientes al Grupo Industrial Graiman con el objetivo principal de tener un excelente nivel de servicio, reduciendo costos y teniendo cantidades adecuadas asegurando las actividades diarias.

12. Referencias Bibliográficas.

- [1] A. J. Leal M, “Modelo de Planificación y Control de Inventarios para Mantenimiento”, Tesis de máster, Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela, 2004.
- [2] A. J. Gómez Márquez, “Modelo para Determinar Políticas de Inventario Basado en los Conceptos de Riesgo y Confiabilidad de Equipos”, Tesis de máster, Universidad del Norte, División de Ingenierías, Departamento de Ingeniería Industrial, Barranquilla, Colombia, 2008.
- [3] H. A. Aguilar Martínez, “Sistema Integral de Control de Inventarios para Mantenimiento en Planta Industrial”, Tesis de máster, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, 2000.
- [4] «Empresa», *vanderbilt*. [En línea]. Disponible en: <https://www.vanderbilt.com/ec/empresa>. [Accedido: 06-feb-2019].
- [5] E. Farfán Aguilar, “Propuesta de Mejoras en la Gestión de Repuestos”, Tesis de grado, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, 2005.
- [6] J. M. Izar y H. Méndez, “Estudio comparativo de la aplicación de 6 modelos de inventarios”. *Ciencia y Tecnología*, 13, 2013, pp. 217-220.
- [7] Hillier, Frederick S., y Gerald J. Lieberman. *Introducción a la investigación de operaciones*. México, D.F: McGraw-Hill, 2010.
- [8] L. A. Mora Gutiérrez. *Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios: enfoque sistemático Kantiano*. Medellín: AMG, 2006.
- [9] J. Contreras Márquez. *Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento*. Buenos Aires: La Imprenta Ya SRL, Argentina, 2018
- [10] S. O. Duffuaa, A. Raouf, y J. D. Campbell. *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. México: Limusa Wiley, 2005.

- [11] «Materia prima | Gerencie.com» [En línea]. Disponible en: <https://www.gerencie.com/materia-prima.html>. [Accedido: 31-nov-2018]
- [12] J. A. Zapata Cortes. *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Medellín: Centro Editorial Esumer, 2014
- [13] J. A. Párraga Condezo, “Investigación, Análisis y Propuestas de Políticas de Planeamiento y Control de Inventarios para el Sector Comercial de Productos Siderúrgicos”, Pontificia Universidad Católica del Perú, Tesis de grado, Lima, Perú, 2011.
- [14] L. Torres. *Gestión Integral de Activos Físicos y Mantenimiento*. Buenos Aires: Alfaomega, Argentina, 2016
- [15] D. Ortiz Plata. *Gestión del Inventario de Repuestos: Enfoque para la Optimización Sostenible alineado con el Riesgo y la Confiabilidad de los Activos*. Colombia: 2016
- [16] J. Contreras y C. Parra, “Propuesta de un Método de Priorización de Inventarios en el Área del Mantenimiento Denominado: PR-C&V, IngeCon, 2013, pp. 3-5
- [17] S. García Garrido. *Organización y gestión integral de Mantenimiento: Manual Práctico para la Implantación de Sistemas de Gestión Avanzada de Mantenimiento Industrial*. Madrid: Díaz de Santos, España, 2003.
- [18] N. E. Verdezoto Álvarez, “Propuesta de Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo, Basado en la Criticidad de los Equipos del Proceso de Laminación en Caliente para la Empresa ANDEC S.A”, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Tesis de Grado, Guayaquil, Ecuador, 2015.
- [19] H. Soto Castillo, “Identificar la Criticidad de Equipos para Mejorar el Circuito Molienda en la Planta Concentradora Cía. Minera Antamina”, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, Huancayo, Perú, 2016.
- [20] A. E. Pesantez Huerta, “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón”, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Tesis de Grado, Guayaquil, Ecuador, 2007.
- [21] G. M. Pinos Guillén, “Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad a los Equipos Críticos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable SUSTAG de ETAPA EP.”, Universidad del Azuay, Departamento de Postgrados, Cuenca, Ecuador, 2016.
- [22] F. J. González Fernández. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: Fundación Confemetal, 2005.

- [23] J. Acuña Acuña. *Ingeniería de Confiabilidad*, Catargo: Editorial Tecnológica de Costa Rica, Costa rica, 2003.
- [24] F. R. Jacobs y R. B. Chase. *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México Bogotá: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2014.
- [25] «Definición de rotación del inventario (ciclos del inventario) - Lokad». [En línea]. Disponible en: <https://www.lokad.com/es/definicion-rotacion-del-inventario>. [Accedido: 31-nov-2018].
- [26] «Confiabilidad Industrial - GTS Confiabilidad». [En línea]. Disponible en: http://www.confiabilidad.com.ve/revista/samples/edicion_16/edicion_16.pdf [Accedido: 01-mar-2019].
- [27] «Predictiva21, Año 4, N°23». [En línea]. Disponible en: <http://predictiva21.com/wp-content/uploads/2019/03/Predictiva21-A4N22-2017-Ago-Sep-min.pdf> [Accedido: 01-mar-2019].
- [28] H. Gutiérrez Pulido y R. de la Vara Salazar. *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2013.
- [29] A. Matalobos. *Gerencia de inventarios*. Caracas: Ediciones IESA, 1999.

13. Anexos.

Anexo 1. Partes más críticas mostradas por el análisis AMFE.

Anexo 1.1. Partes más críticas mostradas por en análisis AMFE de la Granalladora N°2.

MÁQUINA	ÍTEM	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	CAUSAS DEL FALLO	CONTROL
Granalladora N°2	Paletas	Impulsar la granalla	Rotura de Paletas	No impulsar la granalla a las hojas para el proceso de limpieza. Paro de equipo	Desgaste por fricción con las granalla	Inspección diaria de paletas
	Rodillos transportadores	Transportar utillaje porta hojas	Rotura de cadena y traba de rodillos	No transporta el utillaje de porta hojas. Paro de equipo.	Acumulación de granalla	Limpieza diaria, mantenimiento preventivo
	Banda de cangilones	Elevar la granalla para ser reutilizada	Desgaste y rotura de pernos y banda	No transporta la granalla. Paro de equipo	Desgaste por causa de fricción con granalla	Mantenimiento preventivo
	Extractor de polvo	Extraer el polvo proveniente de las hojas	Quema de motor	Contaminación ambiental. Paro de equipo	Desgaste de rodamientos. Desbalanceo. Variación de voltaje	Inspección con estetoscopio
	Tambores de cangilones	Dar movimiento a la banda de cangilones	Rotura de ejes de tambores	No se mueve la banda transportadora. Paro de equipo	Acumulación de granalla en chumaceras	Lubricar chumaceras o inspección de tambores
	Motor de rodillos transportadores	Dar movimiento a los rodillos transportadores	Quema de motor	Paro de equipo.	Variación de voltaje. Desgaste de rodillos y rotura	Mantenimiento preventivo. Rutas de inspección
	PLC - ZELIO	Control de granalladora	Quema de dispositivo	Para total de equipo	Variación de voltaje	Inspección periódica
	Eje de compuerta	Alimentar a la turbina de granalla	Rotura de ejes de tambores	No alimenta a la turbina. Paro de equipo.	Desgaste de eje por fricción con Granalla	NO HAY

Anexo 1.1. Partes más críticas mostradas por el análisis AMFE de la Granalladora de Limpieza.

MÁQUINA	ÍTEM	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	CAUSAS DEL FALLO	CONTROL
Granalladora de Limpieza	Banda de ingreso	Transportar las hojas de resorte	Desgaste de banda por impacto de granalla y rotura	No transporta las hojas. Para total de máquina. No se puede tensar. Paro que equipo	Impacto de granalla	Inspección. Calibración de punto caliente
	Banda de cangilones	Transporta la granalla para ser reutilizada	Desgaste de banda y rotura de uniones	No transporta la granalla al depósito. Paro de equipo	Impacto de granalla	Mantener engrasado y alineada la banda
	Paletas para granalla	Limpiar las hojas de granalla	Rotura de paletas	Vibración en motor y desgaste de rodamientos. Paro de equipo	Impacto de granalla	Inspección visual
	Rodillo de banda transportadora de hojas	Dar movimiento a la banda transportadora	Rotura de chumaceras	Paro de equipo	Ingreso de granalla y desgaste	Lubricación de chumaceras
	Tornillo Sinfín	Recoger la granalla para ser reutilizada	Desgaste de tornillo	La granalla no puede reutilizarse, acumulación. Paro de equipo	Fricción con granalla	Inspección
	Motor de turbina	Dar movimiento a las paletas	Quema interna	La granalla no es impulsada hacia las hojas. Paro de equipo.	Paletas rotas. Rodamientos desgastados	Inspección mensual
	Tambores de cangilones	Dar movimiento a la banda transportadora	Rotura de eje de tambor	No se mueve la banda. Paro de equipo	Falta de lubricación y excesiva tensión	Lubricación
	PLC - ZELIO	Control de granalladora	Quema de dispositivo	Para total de equipo	Variación de voltaje	Inspección periódica
	Extractor de polvo	Extraer el polvo proveniente de las hojas	Quema de motor	Contaminación ambiental. Paro de equipo.	Desgaste de rodamientos	Inspección con estetoscopio
	Motor de banda transportadora de hojas de resorte	Dar movimiento a la banda transportadora a través de los rodillos	Quema de motor	Para total de equipo	Rodamientos desgastados y reductor en mal estado	Inspección con estetoscopio

Anexo 1.2. Partes más críticas mostradas por en análisis AMFE del Horno de Revenido.

MÁQUINA	ITEM	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	CAUSAS DEL FALLO	CONTROL
Horno de Revenido	Quemadores de horno	Calentar el horno para proceso de revenido	Taponamiento de boquillas de quemadores	No produce la cantidad de llama adecuada. Paro del equipo	Suciedad en el combustible	Mantenimiento preventivo
	Motor de compuerta	Subir y bajar la compuerta principal	Rotura de cadena de paso simple y desgaste de rodamientos	Paro del equipo. No hay cierre ni apertura de la puerta	Contacto cercano con temperatura y expuesto en ambientes no adecuados	Mantenimiento preventivo
	Bomba de diesel	Alimentar de combustible a los hornos	Desgaste de rodamientos y rotura de banda	No transporta el combustible hacia los quemadores. Paro del equipo	Bandas en mal estado	Mantenimiento preventivo
	Ventilador de combustión	Producir aire para realizar la combustión	Desgaste de chumaceras. Quemado de motor bandas cristalizadas	No produce la cantidad de aire para la combustión. Paro del equipo	Tiempo de permanencia a temperaturas altas y tiempo prolongado de funcionamiento	Inspección con pirómetro y con estetoscopio

Anexo 1.3. Partes más críticas mostradas por en análisis AMFE de la Cabina de Pintura.

MÁQUINA	ITEM	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	CAUSAS DEL FALLO	CONTROL
Cabina de Pintura	Pistolas y mangueras de aire	Rociar pintura de polvo a las hojas de resorte	Taponamiento de pistola	No rocía la pintura en polvo. Paro del equipo	Humedad del aire y falta de limpieza	Mantenimiento de limpieza y revisión de electrodos
	Depósito de pintura	Almacenar pintura para enviar a pistola	Rotura de filtro dentro de depósito	No envía pintura hacia la pistola. Paro del equipo	Uso continuo.	Mantenimiento semanal y revisión
	Tamizado	Recicla la pintura en polvo para ser reutilizada	Rotura de malla y empaques	No recicla la pintura. Paro del equipo	Vibración ocasionada por motor y por uso continuo.	Mantenimiento de limpieza semanal
	Venturi y mangos de lona	Abrir y cerrar el paso de polvo	Rotura de mangos.	Saturación de polvo. Paro del equipo	Uso continuo. Rotura por fatiga	Inspección y mantenimiento de limpieza
	Filtros grandes principales	Enviar aire limpio y retener el polvo	Rotura de filtro.	Envía polvo al ambiente. Paro del equipo	Uso continuo y saturación de polvo	Inspección semanal y cambio anual
	Motor extractor	Extraer el polvo dentro de la cabina	Desgaste de rodamientos, bobinas sobrecalentadas	No extrae el polvo. Paro del equipo	Función continua	Mantenimiento anual. Hoja de ruta
	Secador de aire	Enviar aire seco a la pistola	Daño de motor y partes electrónicas	No enviar aire seco. Paro del equipo	Trabajo continuo	Inspección semanal
	Tablero de control principal	Controlar toda la máquina	Daño eléctrico	No funciona la máquina	Desgaste en contactos eléctricos.	Inspección semanal
	Válvulas de recuperación de polvo	Controla al venturi para apertura y cierre	Bobinado dañado y daño interno de válvulas	No controla venturi. Paro del equipo	Trabajo continuo	Inspección semanal
	Ventilador de aspiración de polvo	Aspirar aire mezclado con polvo	Desprendimiento de pesas	No aspira el polvo. Paro del equipo.	Trabajo continuo	Inspección semanal

Anexo 1.4. Partes más críticas mostradas por en análisis AMFE del Horno de Pintura.

MÁQUINA	ITEM	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA	CAUSAS DEL FALLO	CONTROL
Horno de Pintura	Paneles infrarrojos	Mantener a una temperatura preliminar deseada	Daño de contactos y cañerías	No mantener a la temperatura correcta. Paro del equipo	Alta temperatura taponan las boquillas	Mantenimiento cada 15 días
	Ventiladores	Circulación interna de aire uniforme	Daño de motor, rodamientos y bobinado.	No circula la temperatura uniforme. Paro del equipo	Alta temperatura afecta al motor	Inspección semanal
	Motores Polimerizados	Recircular aire uniforme caliente	Daño de chumaceras, rodamientos y bobinado	No recircula aire caliente uniforme. Paro del equipo	Temperaturas altas	Inspección semanal
	Tablero de mando principal	Controla toda la línea de horno	Daño de contactores, selectores y circuitos	Paro del equipo por daño eléctrico	Trabajo continuo y polvo	Inspección semanal de limpieza
	Válvulas principales de gas	Paso de gas a todo el sistema del horno	Daño de electroválvulas	No enviar el gas hacia el sistema. Paro del equipo	Uso continuo	Inspección semanal
	Ventiladores de cabina de enfriamiento	Enfriar las hojas de resorte	Daño de ventilador, motor y rodamientos	No enfriar las hojas de resorte. Paro del equipo	Trabajo continuo	Inspección semanal. Mtto anual
	Motor transportador de hojas de resorte	Transportar las hojas de resorte por medio de las cadenas	Daño de rodamientos, bobinado.	No transportar las hojas de resorte. Paro del equipo	Trabajo continuo	Inspección semanal. Mtto anual
	Quemadores	Enviar llama para pintar las hojas	Daño en la boquilla, ventilador, electrodos y partes electrónicas	No enviar la llama para el pintado principal. Paro del equipo	Trabajo continuo y temperatura	Inspección semanal. Mtto anual

Anexo 2. Resultados de los diferentes porcentajes del cálculo del nivel óptimo de inventario para los artículos de baja rotación, alto precio y alta criticidad.

Anexo 2.1. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030537.

RP030537				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	88%	88%
1	1	0	11%	99%

Anexo 2.2. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030570.

RP030570				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	51%	51%
2	1	1	34%	86%
2	2	0	11%	97%

Anexo 2.3. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP024207.

RP024207				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	2%	2%
4	1	3	7%	9%
4	2	2	15%	24%
4	3	1	20%	43%
4	4	0	20%	63%

Anexo 2.4. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP009232.

RP009232				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	2%	2%
8	1	7	7%	9%
8	2	6	15%	24%
8	3	5	20%	43%
8	4	4	20%	63%
8	5	3	16%	79%
8	6	2	10%	89%
8	7	1	6%	95%
8	8	0	3%	98%

Anexo 2.5. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030285.

RP030285				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	82%	82%
1	1	0	16%	98%

Anexo 2.6. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP031234.

RP031234				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	78%	78%
2	1	1	19%	97%
2	2	0	2%	100%

Anexo 2.7. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030425.

RP030425				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	37%	37%
1	1	0	37%	74%

Anexo 2.8. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP027165.

RP027165				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.9. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030026.

RP030026				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	45%	45%
4	1	3	36%	81%
4	2	2	14%	95%
4	3	1	4%	99%
4	4	0	1%	100%

Anexo 2.10. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030287.

RP030287				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	82%	82%
1	1	0	16%	98%

Anexo 2.11. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030049.

RP030049				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	67%	67%
2	1	1	27%	94%
2	2	0	5%	99%

Anexo 2.12. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP009452.

RP009452				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
6	0	6	30%	30%
6	1	5	36%	66%
6	2	4	22%	88%
6	3	3	9%	97%
6	4	2	3%	99%
6	5	1	1%	100%
6	6	0	0%	100%

Anexo 2.13. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030539.

RP030539				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	67%	67%
2	1	1	27%	94%
2	2	0	5%	99%

Anexo 2.14. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP016690.

RP016690				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	82%	82%
1	1	0	16%	98%

Anexo 2.15. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030540.

RP030540				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	82%	82%
1	1	0	16%	98%

Anexo 2.16. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030602.

RP030602				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.17. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030387.

RP030387				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	45%	45%
4	1	3	36%	81%
4	2	2	14%	95%
4	3	1	4%	99%
4	4	0	1%	100%

Anexo 2.18. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033169.

RP033169				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.19. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030388.

RP030388				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
6	0	6	30%	30%
6	1	5	36%	66%
6	2	4	22%	88%
6	3	3	9%	97%
6	4	2	3%	99%
6	5	1	1%	100%
6	6	0	0%	100%

Anexo 2.20. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP032775.

RP032775				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	78%	78%
2	1	1	19%	97%
2	2	0	2%	100%

Anexo 2.21. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP024206.

RP024206				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.22. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030386.

RP030386				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	45%	45%
4	1	3	36%	81%
4	2	2	14%	95%
4	3	1	4%	99%
4	4	0	1%	100%

Anexo 2.23. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030391.

RP030391				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	37%	37%
8	1	7	37%	74%
8	2	6	18%	92%
8	3	5	6%	98%
8	4	4	2%	100%
8	5	3	0%	100%
8	6	2	0%	100%
8	7	1	0%	100%
8	8	0	0%	100%

Anexo 2.24. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030092.

RP030092				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
3	0	3	55%	55%
3	1	2	33%	88%
3	2	1	10%	98%
3	3	0	2%	100%

Anexo 2.25. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP020927.

RP020927				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	88%	88%
1	1	0	11%	99%

Anexo 2.26. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030542.

RP030542				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
6	0	6	5%	5%
6	1	5	15%	20%
6	2	4	22%	42%
6	3	3	22%	65%
6	4	2	17%	82%
6	5	1	10%	92%
6	6	0	5%	97%

Anexo 2.27. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP028950.

RP028950				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	14%	14%
4	1	3	27%	41%
4	2	2	27%	68%
4	3	1	18%	86%
4	4	0	9%	95%

Anexo 2.28. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030079.

RP030079				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	82%	82%
1	1	0	16%	98%

Anexo 2.29. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033173.

RP033173				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.30. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030018.

RP030018				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	67%	67%
2	1	1	27%	94%
2	2	0	5%	99%

Anexo 2.31. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030029.

RP030029				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
3	0	3	5%	5%
3	1	2	15%	20%
3	2	1	22%	42%
3	3	0	22%	65%

Anexo 2.32. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP020384.

RP020384				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	37%	37%
2	1	1	37%	74%
2	2	0	18%	92%

Anexo 2.33. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030380.

RP030380				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	37%	37%
2	1	1	37%	74%
2	2	0	18%	92%

Anexo 2.34. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP024200.

RP024200				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	2%	2%
8	1	7	7%	9%
8	2	6	15%	24%
8	3	5	20%	43%
8	4	4	20%	63%
8	5	3	16%	79%
8	6	2	10%	89%
8	7	1	6%	95%
8	8	0	3%	98%

Anexo 2.35. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP027157.

RP027157				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	0%	0%
8	1	7	0%	0%
8	2	6	1%	1%
8	3	5	3%	4%
8	4	4	6%	10%
8	5	3	9%	19%
8	6	2	12%	31%
8	7	1	14%	45%
8	8	0	14%	59%

Anexo 2.36. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033162.

RP033162				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.37. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP024199.

RP024199				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	0%	0%
8	1	7	0%	0%
8	2	6	1%	1%
8	3	5	3%	4%
8	4	4	6%	10%
8	5	3	9%	19%
8	6	2	12%	31%
8	7	1	14%	45%
8	8	0	14%	59%

Anexo 2.38. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033163.

RP033163				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.39. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033170.

RP033170				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	26%	26%
4	1	3	35%	62%
4	2	2	23%	85%
4	3	1	10%	95%
4	4	0	3%	99%

Anexo 2.40. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030389.

RP030389				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	78%	78%
2	1	1	19%	97%
2	2	0	2%	100%

Anexo 2.41. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033164.

RP033164				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	78%	78%
4	1	3	19%	97%
4	2	2	2%	100%
4	3	1	0%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.42. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP020731.

RP020731				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	88%	88%
1	1	0	11%	99%

Anexo 2.43. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030497.

RP030497				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	67%	67%
2	1	1	27%	94%
2	2	0	5%	99%

Anexo 2.44. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP027158.

RP027158				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	0%	0%
8	1	7	0%	0%
8	2	6	1%	1%
8	3	5	3%	4%
8	4	4	6%	10%
8	5	3	9%	19%
8	6	2	12%	31%
8	7	1	14%	45%
8	8	0	14%	59%

Anexo 2.45. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP028951.

RP028951				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	51%	51%
2	1	1	34%	86%
2	2	0	11%	97%

Anexo 2.46. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP032982.

RP032982				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	37%	37%
8	1	7	37%	74%
8	2	6	18%	92%
8	3	5	6%	98%
8	4	4	2%	100%
8	5	3	0%	100%
8	6	2	0%	100%
8	7	1	0%	100%
8	8	0	0%	100%

Anexo 2.47. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP027163.

RP027163				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	78%	78%
2	1	1	19%	97%
2	2	0	2%	100%

Anexo 2.48. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030393.

RP030393				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	45%	45%
4	1	3	36%	81%
4	2	2	14%	95%
4	3	1	4%	99%
4	4	0	1%	100%

Anexo 2.49. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP008819.

RP008819				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
48	0	48	0%	0%
48	1	47	0%	0%
48	2	46	0%	0%
48	3	45	0%	0%
48	4	44	0%	0%
48	5	43	0%	0%
48	6	42	0%	0%
48	7	41	1%	1%
48	8	40	1%	2%
48	9	39	2%	4%
48	10	38	3%	8%
48	11	37	5%	13%
48	12	36	7%	19%
48	13	35	8%	27%
48	14	34	9%	37%
48	15	33	10%	47%
48	16	32	10%	57%
48	17	31	9%	66%
48	18	30	8%	74%
48	19	29	7%	81%
48	20	28	6%	87%
48	21	27	4%	91%
48	22	26	3%	94%
48	23	25	2%	96%
48	24	24	1%	98%
48	25	23	1%	99%
48	26	22	1%	99%
48	27	21	0%	100%
48	28	20	0%	100%
48	29	19	0%	100%
48	30	18	0%	100%
48	31	17	0%	100%
48	32	16	0%	100%
48	33	15	0%	100%
48	34	14	0%	100%
48	35	13	0%	100%
48	36	12	0%	100%
48	37	11	0%	100%
48	38	10	0%	100%
48	39	9	0%	100%
48	40	8	0%	100%
48	41	7	0%	100%
48	42	6	0%	100%
48	43	5	0%	100%
48	44	4	0%	100%
48	45	3	0%	100%
48	46	2	0%	100%
48	47	1	0%	100%
48	48	0	0%	100%

Anexo 2.50. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP015860.

RP015860				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
8	0	8	37%	37%
8	1	7	37%	74%
8	2	6	18%	92%
8	3	5	6%	98%
8	4	4	2%	100%
8	5	3	0%	100%
8	6	2	0%	100%
8	7	1	0%	100%
8	8	0	0%	100%

Anexo 2.51. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030390.

RP030390				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	45%	45%
4	1	3	36%	81%
4	2	2	14%	95%
4	3	1	4%	99%
4	4	0	1%	100%

Anexo 2.52. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030394.

RP030394				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	45%	45%
4	1	3	36%	81%
4	2	2	14%	95%
4	3	1	4%	99%
4	4	0	1%	100%

Anexo 2.53. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030046.

RP030046				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
24	0	24	1%	1%
24	1	23	4%	5%
24	2	22	9%	14%
24	3	21	15%	29%
24	4	20	18%	48%
24	5	19	17%	65%
24	6	18	14%	79%
24	7	17	10%	89%
24	8	16	6%	94%
24	9	15	3%	97%
24	10	14	1%	99%
24	11	13	1%	100%
24	12	12	0%	100%
24	13	11	0%	100%
24	14	10	0%	100%
24	15	9	0%	100%
24	16	8	0%	100%
24	17	7	0%	100%
24	18	6	0%	100%
24	19	5	0%	100%
24	20	4	0%	100%
24	21	3	0%	100%
24	22	2	0%	100%
24	23	1	0%	100%
24	24	0	0%	100%

Anexo 2.54. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP032215.

RP032215				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	2%	2%
4	1	3	7%	9%
4	2	2	15%	24%
4	3	1	20%	43%
4	4	0	20%	63%

Anexo 2.55. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030044.

RP030044				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
24	0	24	3%	3%
24	1	23	11%	14%
24	2	22	19%	33%
24	3	21	22%	55%
24	4	20	19%	74%
24	5	19	13%	87%
24	6	18	7%	94%
24	7	17	4%	98%
24	8	16	2%	99%
24	9	15	1%	100%
24	10	14	0%	100%
24	11	13	0%	100%
24	12	12	0%	100%
24	13	11	0%	100%
24	14	10	0%	100%
24	15	9	0%	100%
24	16	8	0%	100%
24	17	7	0%	100%
24	18	6	0%	100%
24	19	5	0%	100%
24	20	4	0%	100%
24	21	3	0%	100%
24	22	2	0%	100%
24	23	1	0%	100%
24	24	0	0%	100%

Anexo 2.56. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP029983.

RP029983				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	14%	14%
2	1	1	27%	41%
2	2	0	27%	68%

Anexo 2.57. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033168.

RP033168				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
12	0	12	2%	2%
12	1	11	7%	9%
12	2	10	15%	24%
12	3	9	20%	43%
12	4	8	20%	63%
12	5	7	16%	79%
12	6	6	10%	89%
12	7	5	6%	95%
12	8	4	3%	98%
12	9	3	1%	99%
12	10	2	1%	100%
12	11	1	0%	100%
12	12	0	0%	100%

Anexo 2.58. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP028291.

RP028291				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
5	0	5	1%	1%
5	1	4	3%	4%
5	2	3	8%	12%
5	3	2	14%	27%
5	4	1	18%	44%
5	5	0	18%	62%

Anexo 2.59. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP027160.

RP027160				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	51%	51%
2	1	1	34%	86%
2	2	0	11%	97%

Anexo 2.60. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP028947.

RP028947				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	14%	14%
2	1	1	27%	41%
2	2	0	27%	68%

Anexo 2.61. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030084.

RP030084				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
2	0	2	51%	51%
2	1	1	34%	86%
2	2	0	11%	97%

Anexo 2.62. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030396.

RP030396				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 2.63. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030854.

RP030854				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
1	0	1	82%	82%
1	1	0	16%	98%

Anexo 2.64. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP032781.

RP032781				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
5	0	5	54%	54%
5	1	4	33%	87%
5	2	3	10%	97%
5	3	2	2%	100%
5	4	1	0%	100%
5	5	0	0%	100%

Anexo 2.65. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP030101.

RP030101				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
20	0	20	0%	0%
20	1	19	0%	0%
20	2	18	0%	0%
20	3	17	0%	0%
20	4	16	0%	0%
20	5	15	0%	0%
20	6	14	0%	0%
20	7	13	0%	0%
20	8	12	0%	0%
20	9	11	0%	0%
20	10	10	1%	1%
20	11	9	1%	2%
20	12	8	2%	4%
20	13	7	3%	7%
20	14	6	4%	10%
20	15	5	5%	16%
20	16	4	6%	22%
20	17	3	8%	30%
20	18	2	8%	38%
20	19	1	9%	47%
20	20	0	9%	56%

Anexo 2.66. Resultados de los Diferentes Porcentajes de Confiabilidad de la Distribución de Poisson para el artículo RP033166.

RP033166				
NÚMERO DE ARTÍCULOS EN FUNCIONAMIENTO	NÚMERO DE COMPONENTES QUE FALLAN	NÚMERO DE COMPONENTES QUE NO FALLAN	PROBABILIDAD INDIVIDUAL DE POISSON	PROBABILIDAD ACUMULADA DE POISSON
4	0	4	61%	61%
4	1	3	30%	91%
4	2	2	8%	99%
4	3	1	1%	100%
4	4	0	0%	100%

Anexo 3. Resultados de máximos y mínimos de las existencias que presentan un historial de consumo.

Anexo 3.1. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo.

CONFIDENCIAL

Anexo 3.2. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.3. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.4. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.5. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.6. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.7. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.8. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.9. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.10. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.11. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 3.12. Resultados de máximos y mínimos de artículos con historial de consumo (continuación).

CONFIDENCIAL

Anexo 4. Artículos de alta criticidad que no se encuentran almacenados en bodega.

Anexo 4.1. Artículos que son de ALTA CRITICIDAD que deben analizarse para ser almacenados.

CONFIDENCIAL

Anexo 4.2. Artículos que son de ALTA CRITICIDAD que deben analizarse para ser almacenados
(Continuación).

CONFIDENCIAL