



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Actualización del stock de repuestos para la máquina FL Tecnicos mediante la evaluación de la criticidad de sus componentes y su estandarización en la empresa *Nutrimenti S.A.S.*

Alejandro Guarín Echeverri

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecánico

Asesores

Interno

Sebastian López Gómez

MSc (C) en ingeniería

Externo

Diego Alejandro Quinchía Granados

Ingeniero Industrial

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Mecánica

Medellín, Colombia

2025

Cita	(Guarin Echeverri, 2025)
Referencia	Guarin Echeverri, A. (2025) <i>Actualización del stock de repuestos para la máquina FL Tecnic mediante la evaluación de la criticidad de sus componentes y su estandarización en la empresa Nutrimenti S.A.S.</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de documentación de ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano: Julio Cesar Saldarriaga

Jefe departamento: Pedro León Simanca.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Lista de tablas	4
Siglas, acrónimos y abreviaturas.....	6
1. Resumen	7
2. Abstract	9
3. Introducción.....	11
4. Objetivos.....	13
4.1.Objetivo General.....	13
4.2.Objetivos Específicos.....	13
5. Marco Teórico	14
5.1.Método implementado	14
5.2.Equipo	15
5.2.1. Desbobinadora	16
5.2.2. Formación del envase	16
5.2.3. Corte.....	17
5.2.4. Llenado	18
5.2.5. Incorporación de accesorios.....	19
5.2.6. Sellado.....	19
5.2.7. Transporte	20
5.2.8. Sistema de control y monitoreo	21
5.2.9. Sistema Mecánico	22
6. Metodología.....	22
6.1.Niveles Taxonómicos.....	22
6.2.Cantidades de las piezas.....	24
6.3.Matriz de criticidad	25

6.3.1. Definición de criterios de evaluación	25
6.3.2. Niveles de criticidad por criterio y consecuencia	26
6.3.3. Matriz de frecuencia	27
6.3.4. Matriz de riesgo	29
6.3.5. Evaluación de las piezas	29
6.4. Tiempos de cambio	35
6.5. Cantidad requería en stock.....	37
6.6. Estandarización en SAP.....	39
7. Conclusiones.....	42
8. Recomendaciones.....	44
9. Referencias	46
10. Anexo.....	46

Lista de tablas

Tabla 1. Definición criterios de evaluación	26
Tabla 2. Niveles de criticidad por criterio y consecuencia	27
Tabla 3. Valores de riesgo.....	28
Tabla 4. Rangos de frecuencia	28
Tabla 5. Matriz de frecuencia	28
Tabla 6. Matriz de riesgo	29
Tabla 7. Ajuste criterios de valor.....	29
Tabla 8. Número de intervenciones por zonas de la máquina	31
Tabla 9. Frecuencia de intervenciones de zonas	31
Tabla 10. Nivel de frecuencia por zona	32
Tabla 11. Frecuencia de intervenciones por pieza	32
Tabla 12. Nivel de frecuencia por pieza	33
Tabla 13. Criticidad por pieza.....	34
Tabla 14. Fecha de cambio de piezas.....	36
Tabla 15. Cantidad en stock por mes	38
Tabla 16. Formato de solicitud de creación de código	39
Tabla 17. Estandarización piezas	41

Lista de figuras

Figura 1. Desbobinadora.....	16
Figura 2. Entrada al formador.....	17
Figura 3. Salida del formador	17
Figura 4. Matrices de corte angular	18
Figura 5. Par de tijeras	18
Figura 6. Dosificadores.....	18
Figura 7. Puesta de válvula.....	19
Figura 8. Codificadora	19
Figura 9. Mordaza horizontal y verticales	20
Figura 10. Carro móvil.....	20
Figura 11. Banda transportadora.....	21
Figura 12. Sistema de control	21
Figura 13. HMI	21
Figura 15. Sistema mecanico 1	22
Figura 14. Sistema mecanico 2	22
Figura 16. Aplicación NUTRIUM.....	30

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AB	Ambiental
CA	Calidad
COP	Peso Colombiano
CO	Costos
FF	Frecuencia de falla
HMI	Interfaz Hombre-Máquina
OAL	Organización Ardila Lülle
PD	Producción
RPN	Prioridad de riesgo
SG	Seguridad
SST	Seguridad y salud en el trabajo
TL	Tiempo de llegada

1. Resumen

El presente proyecto se desarrolla en la empresa Nutrimenti S.A.S., con el fin de actualizar la información respecto a los repuestos de la máquina FL Tecnics, inicialmente con el uso de catálogos se dividirán los componentes y partes de la máquina según los últimos 2 niveles de la pirámide taxonómica con ayuda de la norma ISO 14224, para así obtener una visión detallada de cómo está compuesta la máquina. Luego se hará un listado de componentes que serán analizados bajo 5 de los 6 siguientes criterios (tiempo de llegada, impacto en la producción, seguridad, costos operativos, calidad y/o ambiental) en una matriz de criticidad; los criterios serán definidos luego de hacer una encuesta a personal de la empresa de diferentes áreas, eliminando el criterio que menor valor obtenga, estableciendo los de mayor importancia para la compañía, la matriz tendrá el propósito de establecer los tiempos que suelen tardar en fallar los componentes más críticos, definiendo así la cantidad de cada componente requerida en stock, para a futuro buscar disminuir el tiempo de los paros por falta de repuestos.

Actualmente, Nutrimenti S.A.S. emplea mantenimientos preventivos y correctivos para la máquina FL Tecnics, el primero basa sus actividades en información que se ha ido recolectando a lo largo de su tiempo de uso, una mala planeación de este puede provocar mantenimientos antes de que el componente cumpla su vida útil, lo cual implicaría un gasto innecesario de recursos económicos y de tiempo, o en el otro extremo se pasará de preventivo a correctivo, lo que implica mayores gastos por el paro imprevisto de la máquina o la necesidad de una mayor inversión debido a la avería de la máquina a causa de la falla de uno o más de sus componentes.

Con la actualización de la información del stock de repuestos, se busca reforzar los periodos para los mantenimientos, lo cual ayudará a mejorar o mantener la disponibilidad de la máquina, este enfoque permitirá una gestión más eficiente de los repuestos de la máquina FL

Tecnics en Nutrimenti S.A.S., garantizando que los esfuerzos se centren en los componentes que más lo requieren, alineados con las metas estratégicas de la organización.

***Palabras clave:* Matriz de criticidad, taxonomía, estandarización, repuestos, gestión de activos.**

2. Abstract

The present project is developed in the company Nutrimenti S.A.S., in order to update the information regarding the spare parts of the FL Tecnics machine, initially with the use of catalogs the components and parts of the machine will be divided according to the last 2 levels of the taxonomic pyramid with the help of the ISO 14224 standard, in order to obtain a detailed view of how the machine is composed. Then a list of components will be listed and analyzed under 5 of the 6 following criteria (arrival time, impact on production, safety, operating costs, quality and/or environmental) in a criticality matrix; The criteria will be defined after a survey of the company's personal from different areas, eliminating the criteria with the lowest value, establishing those of greater importance for the company. The matrix will have the purpose of establishing the times that the most critical components usually take to fail, thus defining the amount of each component required in stock, in order to reduce the time of stoppages due to lack of spare parts in the future.

At the moment, Nutrimenti S.A.S. uses preventive and corrective maintenance for the FL Tecnics machine, the first one bases its activities on information that has been collected throughout its time of use, a bad planning of this can cause maintenance before the component fulfills its useful life, This would imply an unnecessary expenditure of economic resources and time, or at the other extreme, it would go from preventive to corrective, which implies higher expenses due to the unexpected stoppage of the machine or the need for a greater investment due to the breakdown of the machine because of the failure of one or more of its components.

With the updating of the spare parts stock information, we seek to reinforce the periods for maintenance, which will help to improve or maintain the availability of the machine, this approach will allow a more efficient management of the spare parts of the FL Tecnics machine in Nutrimenti

S.A.S., ensuring that efforts are focused on the components that most require it, aligned with the strategic goals of the organization.

***Keywords:* Criticality matrix, taxonomy, standardization, spare parts, asset management.**

3. Introducción

Nutrium S.A.S. es una empresa colombiana de la OAL, uno de los principales conglomerados empresariales de Colombia y de América Latina. Se especializa en la producción y distribución a nivel nacional e internacional de café, salsas, snacks, atún, avena, salchichas enlatadas, compotas, bocadillos y pulpas de fruta. Entre las marcas que hacen parte de NUTRIUM S.A.S. se encuentran marcas como TOSTAO, BARY, Nature Baby, HATSU Foods, Doña Guayaba, Pompeya, y las pulpas de fruta Nutrium.

La planta localizada en la autopista norte km 16, vereda el Noral del municipio de Copacabana, está compuesta por la línea de snacks llamada DIPSA y la línea de salsas llamada NUTRIMENTI S.A.S., en esta última se encuentra localizada la máquina FL Tecnicos, máquina con la cual se desarrollará el presente proyecto.

En el entorno industrial de Nutrimenti S.A.S., la eficiencia operativa depende del balance entre la gestión de los activos y la gestión del mantenimiento. Actualmente, la empresa enfrenta un desafío relacionado con el manejo de su inventario de repuestos. A pesar de contar con un inventario que se ha ido complementado gracias al crecimiento de la compañía, muchos de los activos almacenados no son críticos para el funcionamiento de las máquinas o no están correctamente identificados. Esto genera una ocupación innecesaria en el almacén, dificultando la localización de repuestos, lo que incrementa los tiempos de búsqueda y puede derivar en retrasos operativos cuando los repuestos indispensables no se encuentran disponibles o no son encontrados. Esta situación afecta la eficiencia general y la capacidad de respuesta ante fallas o mantenimientos programados.

El problema central que se busca abordar con este proyecto es la priorización de los componentes críticos en la máquina FL Tecnic y su identificación. La sobreacumulación de

repuestos que no son esenciales no solo representa un uso ineficiente del espacio, sino que también contribuye a dificultades en la gestión del inventario, aumentando el riesgo de interrupciones en la producción debido a la falta o la demora en la reposición de repuestos clave.

El objetivo principal del proyecto es dividir la máquina en sus componentes y con una matriz de criticidad identificar los activos con los que debería tenerse una mayor precaución, llevando así a reducir los tiempos de paro por falta de repuestos y a futuro sirva para mejorar los tiempos de respuesta en los mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

- Actualización del stock de repuestos para la máquina FL Tecnicos mediante la evaluación de la criticidad de sus componentes y su estandarización en la empresa Nutrimenti S.A.S.

4.2. Objetivos Específicos

- Utilizar los dos últimos niveles de la pirámide taxonómica (componente o ítem mantenible y parte) de la norma ISO 14224, con el fin de lograr una visión más detallada de los sistemas y los elementos que componen la máquina FL Tecnicos.
- Elaborar un listado con los componentes y su cantidad presentes en la máquina FL Tecnicos.
- Diseñar una matriz de criticidad que permita priorizar los repuestos con 5 de los siguientes 6 criterios: flujo (tiempo de llegada), impacto en la producción, seguridad, costos operativos, calidad y/o ambiental.
- Recopilar información de los tiempos de cambio de las piezas encontradas por medio de bases de datos e información que proporcionen operarios, técnicos y el supervisor de mantenimiento acerca de la máquina FL Tecnicos, para así añadir al listado de componentes la cantidad mínima que se debería tener en stock de cada componente al año, para evitar paros por falta de estos.
- Estandarizar o crear códigos de las piezas establecidas como semi críticas y críticas con ayuda del software SAP.

5. Marco Teórico

5.1. Método implementado

Para lograr un análisis integral de la gestión de los diferentes componentes y partes de la máquina FL Tecnics, será bajo un enfoque mixto, este enfoque permitirá la recolección de datos técnicos precisos y la interpretación contextual de la información de la base de datos de la compañía. Además, se tendrá como guía el método implementado en el libro “Gestión del inventario de repuestos” de Daniel Ortiz Plata, libro en cual el enfoque principal es el de proporcionar herramientas y metodologías para llevar un control efectivo del inventario de activos, optimizando su uso y reduciendo costos operativos.

Una de las metodologías desarrolladas, es acerca de la evaluación de los repuestos utilizando una matriz de criticidad, permitiendo no solo priorizar los recursos de manera objetiva, sino que también mejorar la planificación estratégica al alinearse con los objetivos de la compañía. Para el desarrollo de la matriz se llevará a cabo una encuesta al personal perteneciente a diferentes áreas, buscando obtener los parámetros de mayor relevancia para la empresa Nutriument S.A.S. Posterior a esto, con el uso de una base de datos de la compañía, en la cual se llevan los reportes todas los ajustes y averías de la máquina FL Tecnics del año 2024, se evaluarán las piezas encontradas en dicha base de datos bajo los criterios establecidos en la matriz de criticidad, llegando así a dividir las piezas en No críticas, Semi-críticas o Críticas.

Por otra parte, con ayuda de los operarios, técnicos y el supervisor de mantenimiento, se agregará al listado de piezas encontradas en la base de datos, los tiempos de vida útil de cada una de estas piezas, además se pondrá su fecha de instalación con el propósito de hacer un semáforo en el cual, si la pieza tiene más de 30 días para cumplir su vida útil será clasificada

como “Funcional”, en caso de faltarle entre 30 y 7 días saldrá como “Próximo a cambiar” y si tiene menos de 7 días para llegar a su límite de vida útil estará en estado “Cambiar”.

Finalmente, tanto a las piezas críticas como a las semi-críticas, serán estandarizadas mediante la creación o remarcación de sus códigos con el software SAP.

5.2. Equipo

El modelo específico de la máquina FL Tecnics que posee Nutrimenti S.A.S es la 3.5 V STU CV2, este es un equipo automatizado de envasado diseñado para la industria alimentaria (salsas, mermeladas, snacks líquidos, sopas, purés) y otras aplicaciones como cosméticos (cremas, geles) o químico (detergentes, productos de limpieza). Forma los envases a partir de una bobina de film flexible, los llena con el producto deseado y sella los envases para su distribución.

Esta puede alcanzar una capacidad de producción de hasta 100-150 paquetes por minuto, dependiendo de las especificaciones el producto, se pueden producir empaques tipo doypack, sachet y/o almohadilla, los empaques comúnmente más usados son films flexibles multicapa (plástico, papel aluminio o laminados), está fabricada en acero inoxidable cumpliendo normativas sanitarias, tamaño compacto para optimización de espacio, posee unas dimensiones aproximadas de 13.4 m (largo) x 1.4 m (ancho) x 2.0 m (alto) y un peso entre 1200-1500 kg dependiendo de las adecuaciones que tenga.

La FL Tecnics 3.5 V STU CV2 está compuesta por diversos sistemas y componentes que trabajan de manera sincronizada para realizar las funciones de formado, llenado y sellado de envases flexibles. A continuación, se describen los sistemas y partes que conforman esta máquina.

5.2.1. Desbobinadora

Alimenta la máquina con la bobina de film, está compuesta por ejes porta-bobinas con freno para controlar la tensión del film, sensores de detección de fin de rollo, guías laterales para alinear el material, un par de malacates de correa y un par de troqueles (Figura 1).

Figura 1

Desbobinadora

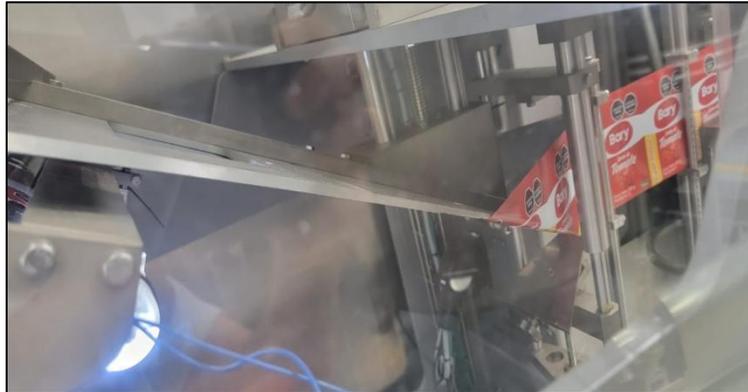


5.2.2. Formación del envase

Como se observa en la **Figura 2** y en la **Figura 3** la lámina viene de la desbobinadora y gracias al formador el material flexible toma la forma del envase deseado (doypack, sachet, entre otros.), posee placas de doblado, guía de formación, moldes según el formato a producir.

Figura 2

Entrada al formador.

**Figura 3**

Salida del formador.



5.2.3. Corte

Separa los envases formados en envases individuales y en caso de querer producir envases con válvula el corte angular. Compuesto por dos matrices de corte angular (**Figura 4**), un par de tijeras (**Figura 5**), las cuales son movidas con un par de servomotores y un par de levas, para proporcionar la energía necesaria para el movimiento preciso y controlar la sincronización.

Figura 4

Matrices de corte angular.

**Figura 5**

Par de tijeras.



5.2.4. Llenado

Dosifica el producto dentro de los envases (**Figura 4**), en el caso de Nutrimenti S.A.S el tipo de dosificador empleado es de pistón, el cual es ideal para productos viscosos como lo son las salsas, además posee válvulas antigoteo para evitar derrames y su volumen de dosificación es programable desde el HMI.

Figura 4

Dosificadores.



5.2.5. Incorporación de accesorios

Añade elementos adicionales al envase como lo son la puesta de válvula (**Figura 8**) y la codificadora (**Figura 7**) encargada de la impresión de detalles como la fecha de vencimiento, el lote y la hora de producción.

Figura 7

Puesta de válvula.

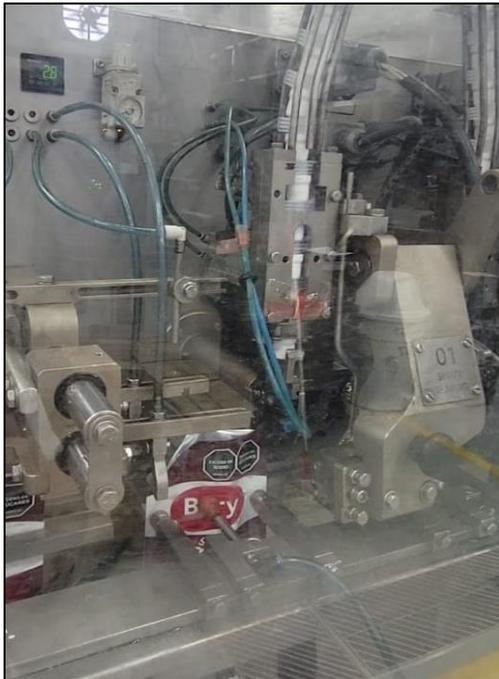


Figura 8

Codificadora.



5.2.6. Sellado

Garantiza un cierre hermético del envase, posee mordazas de sellado térmico tanto horizontales como verticales (**Figura 5**), control de temperatura preciso para asegurar la calidad del sellado y sistema de prensado para mantener la uniformidad, estas son movidas por servomotores, además de levas y rodamientos seguidores. Por otra parte, a las mordazas se les debe poner cinta teflón para evitar que el material del empaque se adhiera a la mordaza debido a la alta temperatura, cada mordaza posee 2 resistencias y 1 termocupla.

Figura 5

Mordaza horizontal y verticales.



5.2.7. Transporte

Mueve los envases a través de las diferentes etapas del proceso, el carro móvil el cual está compuesto básicamente por pinzas y ventosas aseguran la posición exacta de los envases en cada estación y se encargan de la apertura y estirado de los empaques (**Figura 6**), finalmente la banda transportadora (**Figura 7**) se encarga de sacar el producto listo para su empaque.

Figura 6

Carro móvil.



Figura 7

Banda transportadora.



5.2.8. Sistema de control y monitoreo

Administra y coordina todas las operaciones de la máquina, compuesto por un PLC (**Figura 9**) para la automatización, HMI mostrado en la **Figura 8**, sensores de posición, presión y temperatura, además de alarmas visuales y auditivas en caso de presentar algún fallo.

Figura 9

Sistema de control.

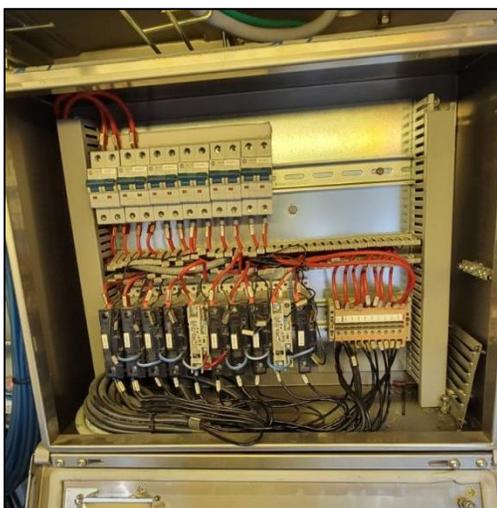


Figura 8

HMI.



5.2.9. Sistema Mecánico

Parte fundamental de todos los sistemas que componen la máquina, es el encargado de la transmisión del movimiento, permite que los diferentes procesos se lleven a cabo de manera sincronizada y precisa, además de dar soporte estructural, compuesto por levas, rodamientos, resortes, ejes, chumaceras, entre otros, tal y como se muestra en la **Figura 11** y **Figura 10**.

Figura 11

Sistema Mecánico 1.



Figura 105

Sistema Mecánico 2.



6. Metodología

6.1. Niveles Taxonómicos

La pirámide taxonómica de la norma ISO 14224, es un modelo jerárquico que organiza activos y sus componentes en niveles progresivamente más específicos. Para este proyecto únicamente se usarán los últimos 2 niveles “componente” y “pieza”. Con ayuda del catálogo se hace el **Anexo**, con el objetivo de detallar y organizar todos los elementos que constituyen

la FL Tecnicos. A continuación, se muestra una parte del **Anexo**, la tabla completa se encuentra al final del trabajo.

Anexo

Niveles Taxonómicos.

Componente (Nivel 8)	Pieza (Nivel 9)
Estructura desbobinadora	Tapa canal
	Canal tubos neumáticos
	Bancada desbobinadora
	Regle accesorios 1925
	Suplemento canal
	Turrión rdto. eje bobina
	Rodamiento rígido de bolas $\phi 15-\phi 35-114$
	Arandela $\phi 15.2-\phi 18.5-12$
	Pie $\phi 100$ 1192 "ngi"
Canales porta cables desbobinadora	Canal 60x60 1800
	Canal 100x60 1900
	Canal 60x60 11600
	Brida fijación rejilla soporte
	Canal 60x60 11700
	Canal 60x60 1900
	Canal 60x60 11900
Protecciones desbobinadora	Protección frontal
	Protección superior
	Puerta protecciones
	Maneta 1800 "elesa"
	Puerta delantera empalmador
	Bisagra izquierda
	Bisagra izquierda
	Soporte imanes
	Bisagra derecha
	Soporte imanes
	Soporte micro e imán
	Soporte bisagra simple
	Soporte micro e imán
	Tope cierre puertas magnético
	Maneta 11000 "elesa"
	Bisagra derecha
Soporte bisagra simple	
Puerta protecciones	

6.2. Cantidades de las piezas

En el **Anexo**, se detalla el código del catálogo, la descripción de cada una de las piezas y su cantidad presentes en la máquina. Esta servirá para junto con la matriz criticidad definir qué cantidad de cada pieza ya sea crítica o semi-crítica se deberá tener en stock para evitar paros por falta de repuestos. Una parte del **Anexo** es mostrada a continuación, el anexo completo se encuentra al final del trabajo.

Anexo

Cantidad de cada pieza presentes en la máquina.

<i>Descripción pieza</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Desbobinadora</i>	
Bancada desbobinadora (estructura desbobinadora)	1
Canales porta cables desbobinadora	1
Protecciones desbobinadora	1
Caja botonera empotrable	1
Portarrollos cinta empalme (+ regla 750)	1
Caja botonera empotrable (triángulo)	1
Esquema paso bobina	1
Casquillo guía gancho polipasto	4
Sistema de elevación bobinas - antipolvo	1
Conjunto fijación eje bobina	2
Eje bobina $\varnothing 75$	2
Pistola de aire (eje bobina)	1
Freno bobina	2
Protección freno bobina	2
Detección final bobina	1
Detección final bobina + diámetro bobina	1
Mesa de empalme automático	1
Barrera de seguridad	4
Conjunto protección bobinas	2
Balancín inferior (tensor film)	1
Balancín inferior (compensador)	2
Balancín inferior (acumulador) - antipolvo	1
Arrastre bobina empalmador	2
Arrastre bobina doble (presión cilindro)	1

6.3. Matriz de criticidad

Inicialmente para la elaboración de la matriz de criticidad se realizó una encuesta a 14 personas de la compañía, pertenecientes a las áreas de gerencia, mantenimiento, seguridad y salud en el trabajo, ambiental, calidad, técnicos y producción, buscando definir que 5 criterios de los 6 dados serían los empleados a la hora de evaluar las piezas en la matriz, los criterios presentados a los encuestados fueron.

- **TL:** Tiempo que tarda un repuesto en llegar a la compañía desde el momento en el que se hace el pedido al proveedor.
- **PD:** Cantidad de producción que se deja de sacar debido a un paro no contemplado.
- **SG:** Gravedad del accidente a la que puede estar expuesta cualquier persona que este cerca o manipule la máquina.
- **CO:** Implicación del aumento del costo de una reparación por el hecho de haber pasado de ser preventivo a ser correctivo.
- **CA:** La imagen que se le entrega a los clientes.
- **AB:** Gravedad en la afección al medio ambiente.

6.3.1. Definición de criterios de evaluación

Para definir los 5 criterios de mayor importancia, cada uno de los encuestado debía darle un puntaje de 1 a 6 a cada criterio, siendo 6 el de mayor relevancia y 1 el de menor, además de esto no podía repetir el mismo puntaje para diferentes criterios. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Definición criterios de evaluación.

Encuestado	Criterios de calificación					
	TL	PD	SG	CO	CA	AB
Gerente gral	3	6	5	4	2	1
Jefe mtto	5	6	2	4	3	1
Planeador mtto	2	5	6	3	4	1
Supervisor mtto	3	5	4	6	2	1
SST	5	4	6	2	3	1
SST	4	5	6	2	3	1
Ambiental	6	4	2	5	3	1
Ambiental	5	6	3	4	2	1
Calidad	5	6	2	3	4	1
Calidad	4	6	3	2	5	1
Técnico mtto	5	4	2	6	3	1
Técnico mtto	5	6	3	4	2	1
Producción	4	6	5	3	2	1
Producción	5	6	3	4	2	1
Total	61	75	52	52	40	14
Valor de peso (%)	20,7	25,5	18	17,4	13,6	4,8

Se observa que el criterio de menor peso para el personal encuestado entre los 6 criterios dados fue el AB, por lo cual este será descartado y los otros 5 serán los criterios con los que se evaluarán las piezas de la máquina. Dicho valor de peso (%) fue calculado dividiendo el total de cada criterio por la sumatoria de los totales de todos los criterios. Se decide darle mayor valor de peso a la seguridad que a los costos, sin importar de que obtuvieron el mismo total, esto debido a que alguno debe tener mayor relevancia, para esto los votos del gerente general fueron los determinantes.

6.3.2. Niveles de criticidad por criterio y consecuencia

Con la sumatoria de las puntuaciones por criterio se hacen los niveles de criticidad por factor y consecuencia como se ve en la **Tabla 2**, estableciendo 3 niveles de criticidad: crítico, semi-crítico y no crítico, por lo que el valor total obtenido por criterio será su valor

más crítico y este se dividirá en 3 para establecer un valor en cada nivel, además para cada criterio se establecen rangos los cuales definirán en qué nivel se encuentra cada pieza.

Tabla 2

Niveles de criticidad por criterio y consecuencia.

Nivel	Producción	Tiempo de llegada	Seguridad	Costos	Calidad	Severidad total
Crítico	Disminución del 30% o más de la producción esperada 75	Mayor a 3 semanas 61	Muerte de persona 52	Mayor a 6 millones de COP 50	Mas del 30% de la producción no supera las pruebas de calidad 40	278
Semi-Crítico	Disminución mayor al 10% y menor al 30% de la producción esperada 50	Entre 2 y 3 semanas 41	Lesión grave (Incapacidad mayor a 2 semanas) 35	Mayor a 3 millones y menor a 6 millones de COP 33	Entre el 30% y el 10% de la producción no supera pruebas de calidad 27	185
No crítico	Disminución menor al 10% de la producción esperada 25	Menor a una semana 20	Lesión leve (Incapacidad menor a 2 semanas) 17	Menor a 3 millones de COP 15	10% o menos de la producción no supera pruebas de calidad 13	91

Los rangos fueron definidos con ayuda del planeador de mantenimiento, ya que en la compañía es el encargado de evaluar costos de los materiales antes de realizar los pedidos, realizar dichos pedidos y definir fechas de mantenimientos.

6.3.3. Matriz de frecuencia

Para definir los valores de riesgo se establecen 3 niveles de ocurrencia (1, 2 y 3), siendo 3 el caso de mayor ocurrencia y 1 el de menor ocurrencia, para luego con la severidad total encontrada en la **Tabla 2** en cada nivel realizar el producto entre la ocurrencia y la severidad encontrando los valores de riesgo de cada nivel mostrados en la

Tabla 3.

Tabla 3*Valores de riesgo.*

Nivel	Alto	Medio	Bajo
Severidad	280	187	93
Ocurrencia	3	2	1
Riesgo	840	373	93

Los rangos de frecuencia se definen con el valor de riesgo más alto, este se divide entre 3 ya que se establecieron 3 niveles de criticidad y se quiere realizar una división uniforme, con esto se encuentra un límite inferior y uno superior para cada nivel como se muestra a continuación en la **Tabla 4**.

Tabla 4*Rangos de frecuencia.*

Nivel	Alto	Medio	Bajo
Límite superior	840	561	278
Límite inferior	562	279	0

Con estos límites encontrados se hará la distribución de valores en la matriz de frecuencia, evitando tener saltos bruscos de nivel; es decir, no hay salto de un nivel bajo a un nivel alto sin antes pasar por un nivel medio, la matriz de frecuencia se muestra en la

Tabla 5.**Tabla 5***Matriz de frecuencia.*

3	279	561	840
2	186	374	560
1	93	187	280
Rango de intervalos	93	187	280

6.3.4. *Matriz de riesgo*

Finalmente se une la matriz de consecuencia (**Tabla 2**) con la matriz de frecuencia (**Tabla 5**) obteniendo la matriz de riesgo (**Tabla 6**), con la cual se podrán evaluar las diferentes piezas de la FL Tecnicos, permitiendo concluir cuales son críticas, cuales son semi-críticas y cuales son no críticas.

Tabla 6

Matriz de riesgo.

Consecuencias						Frecuencia		
Nivel	PD	TL	SG	CO	CA	Matriz de criticidad		
3	75	61	52	52	40	279	561	840
2	50	41	35	35	27	186	374	560
1	25	20	17	17	13	93	187	280

En vista de que al evaluar las piezas ninguna queda en el nivel crítico, se decidió bajar un poco los valores de este rango, además de ampliarlo tal como se muestra en la

Tabla 7.

Tabla 7

Ajuste criterios de valor.

Matriz de criticidad		
279	461	740
186	374	460
93	187	280

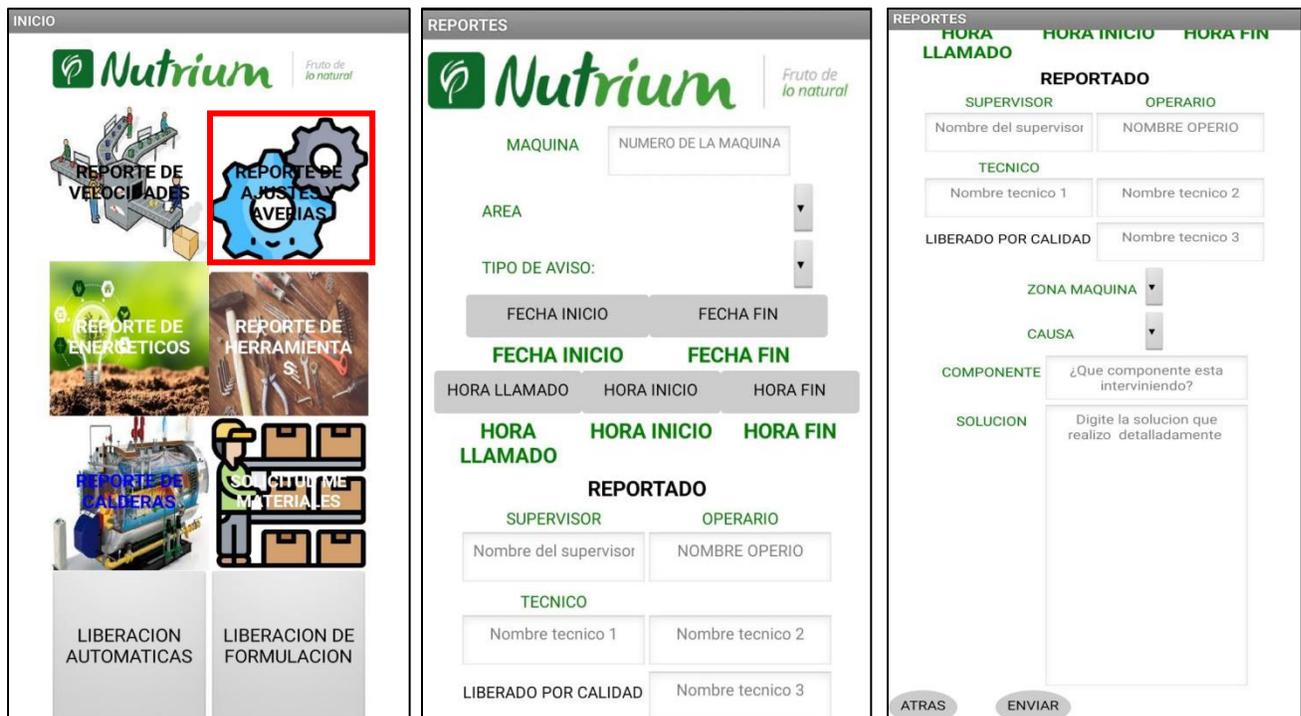
6.3.5. *Evaluación de las piezas*

Para la evaluación de las piezas en la matriz de criticidad se usa una base de datos en la cual los técnicos reportan cada vez que intervienen alguna máquina, este reporte se hace a través de una aplicación llamada “NUTRIUM”, en esta el técnico debe especificar que máquina fue intervenida, en que área se encuentra, el tipo de aviso que recibió, la fecha de inicio y de fin de la avería o ajuste, hora de llamado, hora de inicio, hora de fin,

supervisor encargado, operario, técnico o técnicos que atendieron, persona de calidad que libero la máquina, zona de la máquina que presento la avería, causa de la avería, componente que presento la avería y por ultimo que solución le dio, tal como se muestra en la **Figura 12**.

Figura 12

Aplicación NUTRIUM.



Esta información es recopilada en un documento de Excel, documento del cual se extrajo toda la información del año 2024 acerca de la máquina FL Tecnics, con el propósito de identificar todas las piezas que fallaron y cuantas veces fallaron en todo el año.

Inicialmente se identificará por zonas de la máquina, que cantidad de veces fue intervenida cada zona, obteniendo la **Tabla 8**.

Tabla 8

Número de intervenciones por zonas de la máquina.

Zona	Cantidad
Sellado	58
Carro	15
Corte	13
Arrastre	11
Puesta tapón	9
Vacío	7
Mecanismo	4
Codificadora	3
Bobinador	2
Sistema válvulas	2
Tapado	2
Banda transportadora	1
Bomba	1
Sistema eléctrico	1

Se observa que la zona que más intervenciones tuvo a lo largo del año fue la zona de Sellado con 58 intervenciones, motivo por el cual este será el nivel más crítico definido para todas las zonas, además este valor se divide por 3 para encontrar los otros dos niveles de frecuencia **Tabla 9**.

Tabla 9

Frecuencia de intervenciones de zonas

Frecuente	3	58
Común	2	39
Raro	1	19

Se definen 3 niveles de frecuencia siendo 3 el de mayor frecuencia y 1 el de menor, la mayor frecuencia fue extraída de la base de datos ya mencionada. Con estos niveles de frecuencia se evalúan las diferentes zonas, dando como resultado la **Tabla 10**.

Tabla 10*Nivel de frecuencia por zona.*

Zona	Cantidad	FF
Sellado	58	3
Carro	15	1
Corte	13	1
Arrastre	11	1
Puesta tapón	9	1
Vacío	7	1
Mecanismo	4	1
Codificadora	3	1
Bobinador	2	1
Sistema válvulas	2	1
Tapado	2	1
Banda transportadora	1	1
Bomba	1	1
Sistema eléctrico	1	1

Se puede concluir que la única zona que se encuentra en el nivel de frecuencia 3 (frecuente) es la zona de sellado, las demás zonas se encuentran en el nivel de frecuencia 1 (raro), ya que ninguna de las zonas que están en el nivel 1 superaron las 19 intervenciones a lo largo de todo el año 2024. Por último, ninguna zona entra en el nivel de frecuencia 2 (común).

Ahora se hace lo mismo, pero para definir los niveles de frecuencia por pieza, encontrando la **Tabla 11** y la **Tabla 12**.

Tabla 11*Frecuencia de intervenciones por piezas.*

Frecuente	3	33
Común	2	22
Raro	1	11

Tabla 12*Nivel de frecuencia por pieza.*

Pieza	Cantidad	FF
Termocupla	33	3
Resistencia	15	2
Tornillos carro	9	1
Pinzas puesta válvula	7	1
Matriz	5	1
Mordazas verticales	5	1
Pinzas de transporte	5	1
Rotulas	4	1
Ventosas	4	1
Codificadora	3	1
Cuchillas verticales	3	1
Mordaza válvula	3	1
Punzón	3	1
Tijeras	3	1
Tornillos puesta válvula	3	1
Cilindro SMC	2	1
Rodamientos del carro	2	1
Bujes carro	1	1
Canastilla	1	1
Conector	1	1
Conexión de bomba	1	1
Goma pisador	1	1
Modulo plc	1	1
Mordaza de frio	1	1
Mordazas horizontales	1	1
Motor reductor	1	1
Pin de soporte	1	1
Pin rescatador	1	1
Pinzas de agarre apertura	1	1
Racor	1	1
Rodamiento balancín	1	1
Seguidor	1	1
Servomotor	1	1
Tensores carro móvil	1	1
Tornillo de mordaza	1	1
Tornillo tope guía m6-Ø8-L15	1	1
Tornillos levas	1	1

En esta se puede ver que la pieza que más intervenciones necesito a lo largo de todo el año fueron las termocuplas con 33 intervenciones, debido a esto se encuentran en el nivel

3 (frecuente), las resistencias con 15 intervenciones se encuentran en el nivel 2 de frecuencia (común), las demás piezas intervenidas a lo largo del año no superan las 21 intervenciones por lo que se encuentran en el nivel 1 de frecuencia (raro).

Ahora con la matriz de consecuencias (**Tabla 2**), la **Tabla 11** de los niveles de frecuencia por piezas y con la **Tabla 12** que son las piezas que fueron intervenidas a lo largo de todo el año 2024, se hace la **Tabla 13**, en la que se evaluarán las piezas que fueron intervenidas bajo los rangos establecidos en la matriz de consecuencias de los 5 criterios.

Tabla 13

Criticidad por pieza.

Pieza	PD	TL	SG	CO	CA	RPN	Severidad	Jerarquización
Termocupla	50	20	35	17	40	162	486	Crítico
Resistencia	50	20	35	17	40	162	324	Semi-crítico
Seguidor	75	41	35	35	40	226	226	Semi-crítico
Modulo plc	75	41	17	52	40	225	225	Semi-crítico
Mordaza válvula	50	61	35	35	40	221	221	Semi-crítico
Matriz	50	41	35	52	40	218	218	Semi-crítico
Motor reductor	75	41	35	52	13	216	216	Semi-crítico
Tijeras	50	41	35	35	40	201	201	Semi-crítico
Servomotor	50	20	52	35	40	197	197	Semi-crítico
Pinzas de agarre apertura	75	41	17	17	40	190	190	Semi-crítico
Pinzas de transporte	75	41	17	17	40	190	190	Semi-crítico
Pinzas puesta válvula	75	41	17	17	40	190	190	Semi-crítico
Tensores carro móvil	75	20	17	35	40	187	187	No critico
Mordaza de frio	50	41	35	17	40	183	183	No critico
Mordazas horizontales	50	41	35	17	40	183	183	No critico
Mordazas verticales	50	41	35	17	40	183	183	No critico
Conexión de bomba	75	20	52	17	13	177	177	No critico
Rodamientos del carro	75	20	17	17	40	169	169	No critico
Rotulas	75	20	17	17	40	169	169	No critico
Cilindro SMC	50	41	17	17	40	165	165	No critico
Pin de soporte	25	41	17	35	40	158	158	No critico
Codificadora	25	20	17	52	40	154	154	No critico
Tornillos carro	50	20	17	17	40	144	144	No critico
Tornillos levas	50	20	17	17	40	144	144	No critico
Tornillos puesta válvula	50	20	17	17	40	144	144	No critico
Punzón	25	20	35	17	40	137	137	No critico
Bujes carro	50	20	17	17	27	131	131	No critico

Conector	25	20	52	17	13	127	127	No critico
Goma pisador	25	20	17	17	40	119	119	No critico
Rodamiento balancín	25	20	17	17	40	119	119	No critico
Tornillo de mordaza	25	20	17	17	40	119	119	No critico
Ventosas	25	20	17	17	40	119	119	No critico
Tornillo tope guía m6-Ø8-L15	25	20	17	17	27	106	106	No critico
Canastilla	25	20	17	17	13	92	92	No critico
Pin rescatador	25	20	17	17	13	92	92	No critico
Racor	25	20	17	17	13	92	92	No critico

Donde el RPN es la sumatoria de los valores en cada uno de los criterios, estos valores se dan según los niveles de consecuencia establecidos en la **Tabla 2** y la severidad es el producto entre el RPN y la FF, con este valor se entra a la matriz de criticidad (**Tabla 7**) y se da la jerarquización de cada una de las piezas en los niveles de criticidad establecidos en un principio (crítico, semi-crítico, no crítico).

Se encontró que las termocuplas son la única pieza crítica, ya que poseen una severidad de entre 740 y 460, por otra parte 11 piezas tienen severidad entre 279 y 561 encontrándose en el nivel semi-crítico, cabe resaltar que las resistencias poseen el segundo valor de severidad más alto (324), teniendo una severidad 98 veces mayor a la siguiente pieza el seguidor de la leva, por lo que sin importar que las resistencia quedaron en la jerarquización como semi-críticas son una pieza a tener en cuenta a la hora de definir el stock. Las demás piezas tuvieron una severidad menor a 187 lo que significa que se encuentran en el nivel no crítico.

6.4. Tiempos de cambio

Para identificar los tiempos de cambio que están teniendo las piezas críticas y semi-críticas se utiliza la base de datos ya mencionada y el conocimiento tanto del supervisor de mantenimiento como de los técnicos de mantenimiento, además con ayuda de un formato condicional de Excel se hará un semáforo con el que si a la pieza le quedan más de 30 días

para cumplir con su vida útil se clasificará como en estado “Funcional”, en caso de tener entre 30 días y 7 días para llegar a su límite de vida útil será clasificada como en estado “Próxima a cambiar” y finalmente si le quedan menos de 7 días para cumplir con su vida útil será clasificada como en estado “Cambiar”. Se dan 7 días para el cambio ya que lo ideal sería hacer primero una inspección para conocer en qué estado se encuentra la pieza y según lo que se observe realizar el cambio o alargar su fecha de cambio. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la **Tabla 14**.

Tabla 14

Fecha de cambio piezas.

Pieza	Vida útil en meses	Fecha de instalación	Fecha de cambio	Días restantes	Estado
Bujes carro	6	20/12/2024	20/06/2025	160	Funcional
Canastilla	12	3/01/2024	2/01/2025	-10	Cambiar
Cilindro SMC	12	11/03/2024	11/03/2025	58	Funcional
Codificadora	96	10/12/2023	8/12/2031	2521	Funcional
Conector	6	6/12/2024	6/06/2025	146	Funcional
Conexión de bomba	3	23/10/2024	22/01/2025	10	Próxima a cambiar
Goma pisador	12	28/09/2024	28/09/2025	259	Funcional
Matriz	24	12/07/2024	12/07/2026	546	Funcional
Modulo plc	180	23/09/2024	20/09/2039	5364	Funcional
Mordaza de frio	96	15/04/2021	13/04/2029	1552	Funcional
Mordaza válvula	60	15/04/2021	14/04/2026	457	Funcional
Mordazas horizontales	60	15/04/2021	14/04/2026	457	Funcional
Mordazas verticales	60	15/04/2021	14/04/2026	457	Funcional
Motor reductor	36	9/04/2024	9/04/2027	817	Funcional
Pin de soporte	6	10/07/2024	8/01/2025	-4	Cambiar
Pin rescatador	12	6/04/2024	6/04/2025	84	Funcional
Pinzas de agarre apertura	24	19/12/2024	19/12/2026	706	Funcional
Pinzas de transporte	3	28/09/2024	28/12/2024	-15	Cambiar
Pinzas puesta válvula	3	6/08/2024	5/11/2024	-68	Cambiar
Punzón	12	1/02/2024	31/01/2025	19	Próxima a cambiar
Racor	3	7/06/2024	6/09/2024	-128	Cambiar
Resistencia	3	28/12/2024	29/03/2025	76	Funcional
Rodamiento balancín	6	24/10/2024	24/04/2025	103	Funcional
Rodamientos del carro	6	20/12/2024	20/06/2025	160	Funcional
Rotulas	3	29/07/2024	28/10/2024	-76	Cambiar
Servomotor	120	9/04/2024	7/04/2034	3372	Funcional
Seguidor	6	4/08/2024	2/02/2025	22	Próxima a cambiar

Tensores carro móvil	24	16/12/2024	16/12/2026	703	Funcional
Termocupla	3	7/12/2024	8/03/2025	55	Funcional
Tijeras	2	24/10/2024	23/12/2024	-19	Cambiar
Tornillo de mordaza	6	7/11/2024	8/05/2025	117	Funcional
Tornillo tope guía m6-Ø8-L15	6	6/08/2024	4/02/2025	24	Próxima a cambiar
Tornillos carro	6	8/10/2024	8/04/2025	87	Funcional
Tornillos levas	6	19/08/2024	17/02/2025	37	Funcional
Tornillos puesta válvula	6	8/08/2024	6/02/2025	26	Próxima a cambiar
Ventosas	1	19/12/2024	18/01/2025	6	Cambiar

Tal como se mencionaba antes, ya hay algunas piezas que cumplieron su tiempo de vida útil esperado, pero luego de realizar inspecciones de su estado actual se concluyó que aún pueden seguir funcionando, esta información será de gran utilidad para ir actualizando el tiempo de vida útil esperado de cada una de las piezas, mejorando cada vez la precisión de la proyección de cambio. Se debe tener en cuenta que el tiempo de vida útil depende de que tanto se use la máquina, del buen manejo y del mantenimiento que se le haga, ya que de esto depende que la pieza dure menos o más del tiempo esperado.

Además, algunas piezas como la codificadora, el módulo plc, las mordazas y el servomotor, son piezas hechas para durar en funcionamiento 10 años o más, por lo que van a requerir cambio únicamente en casos extremos, como lo puede ser una manipulación sin estar capacitado, un corto circuito debido a que se moje la pieza, o en caso de un choque del carro móvil lo que puede provocar la fractura o deformación de las piezas.

6.5. Cantidad requería en stock

Para establecer la cantidad requerida en stock por mes mostrada en la **Tabla 15** de cada una de las piezas evaluadas en la **Tabla 13**, se hace uso del **Anexo** en cual se presenta la cantidad de cada pieza presente en la máquina y la **Tabla 14** en la que muestra la vida útil que tuvieron dichas piezas.

Tabla 15*Cantidad requerida en stock por mes.*

Pieza	Cantidad en stock recomendada (por mes)
Rotulas	20
Racor	17
Bujes carro	14
Tornillos carro	13
Conector	12
Rodamientos del carro	12
Resistencia	11
Tornillo de mordaza	8
Tornillos levas	8
Ventosas	8
Rodamiento balancín	7
Tornillos puesta válvula	7
Termocupla	6
Cilindro SMC	4
Goma pisador	4
Servomotor	3
Canastilla	2
Conexión de bomba	2
Seguidor	2
Tensores carro móvil	2
Tijeras	2
Pin de soporte	1
Pin rescatador	1
Pinzas de transporte	1
Pinzas de agarre apertura	1
Pinzas puesta válvula	1
Punzón	1
Tornillo tope guía m6-Ø8-L15	1
Codificadora	0
Matriz	0
Modulo plc	0
Mordaza de frio	0
Mordaza válvula	0
Mordazas horizontales	0
Mordazas verticales	0
Motor reductor	0

Para algunas piezas la cantidad recomendada por mes es de 0, esto es debido a que la pieza posee un tiempo de vida útil esperado de al menos 10 años, además de que por su costo no le es rentable a la empresa tener reserva de estas piezas, ya que van a representar una alta inversión sin movimiento y un aumento del espacio requerido para el stock. A pesar de que las resistencias y las termocuplas son las piezas mas críticas, no son las de mayor cantidad recomendada en stock, debido a la cantidad presentes en la máquina; es decir, las rotulas poseen un tiempo de vida útil de 3 meses al igual que las resistencias, pero en la máquina hay 60 rotulas y 32 resistencias.

6.6. Estandarización en SAP

Debido a que Nutrimenti S.A.S es una empresa que actualmente se encuentra en crecimiento, no es posible crear un código para todas las piezas de todas las máquinas, motivo por el cual se decidió realizar la estandarización de las piezas que según la **Tabla 13** quedaron en el nivel de criticidad como semi-críticas y críticas. Cabe resaltar que no para todas las piezas será necesario crear un código, esto debido a que hay algunas que ya poseen un código asignado con anterioridad, para estas solo se pondrá su código para facilitar su identificación.

Inicialmente para la creación de un código en el software SAP se debe llenar el siguiente formato.

Tabla 16

Formato de solicitud de creación de código.

Centro solicitante:		
Código SAP		
Presentación		Solicitud de creación de materiales indirectos (ERSA - MODE - WERB - FHMI - HAWA)
Referencia		
Marca		
Descripción final en SAP		

Caracteres		INDICACIONES: - Indicar el centro sobre el cual se debe realizar la creación del material. - La descripción final en SAP del material se concatenará entre los campos: Referencia, presentación y marca. Dicha descripción no debe superar los 40 caracteres . - El campo ' Grupo compras ' es obligatorio. - El campo ' Grupo artículos ' es obligatorio. - Por favor, indicar brevemente el uso del material.
Validación descripción		
Tipo de material		
Grupo compras		
Grupo artículos		
Uso del material		
Unidad de medida		
Precio (Cotización)		
Información adicional (y/o texto pedido de compras)		

Para el correcto diligenciamiento del formato, se debe tener presente la siguiente información.

- En el campo “Centro solicitante” se debe poner código 9005 en caso de ser solicitado por NUTRIMENTI o 9005 en caso de ser solicitado por DIPSA.
- El campo “Código SAP” no se diligencia por el solicitante, es el código retornado por el área de datos maestros, resultado de la creación del material.
- En el campo “Descripción final en SAP”, es la concatenación de los campos “Presentación”, “Referencia” y “Marca”.
- El campo “Validación de la descripción”, se pondrá en verde en caso de que el campo “Descripción final en SAP” no supere los 40 caracteres que permite el software SAP, o se pondrá en rojo en caso de superar dicha cantidad de caracteres.
- Para el campo “Tipo de material”, se ponen unas siglas según el propósito de la pieza a crear, estas pueden ser: repuestos (ERSA), dotación (MODE), material publicitario (WERB), medios auxiliares de fabricación (FHMI) o papelería (HAWA).

- En campo “Grupo artículos”, van los números según el área al que pertenezca la pieza, como puede ser ferretería (320), papelería (550), herramientas (340), tornillería (310), lubricantes (390), entre otros.
- El campo “Unidad de medida” se refiere a la unidad base en la que el proveedor vende el material, puede ser pieza, caja, metro o galón.

Luego de diligenciar el formato, el planeador de mantenimiento se encarga de ingresar a la página de Postobón con su cuenta y enviar la petición, en esta debe especificar qué tan urgente se requiere la respuesta. Finalmente, en el apartado en el cual se subió la petición y luego de ser evaluada, aparecerá como aprobada con el código creado o negada con sus motivos.

La estandarización obtenida se muestra en la **Tabla 17**, en esta se especifica el código de SAP que tienen las piezas que ya estaban creados y a que piezas fue necesario enviar petición de creación. La única pieza que no aplica su código de estandarización es la codificadora, esto debido que no es una pieza sino una máquina aparte a la FL Tecnics, se tomó como pieza debido a que es parte fundamental de la cadena de producción de la máquina.

Tabla 17

Estandarización piezas.

Pieza	Código
Bujes carro	1714800
Canastilla	1622757
Cilindro SMC	1685851
Codificadora	N.A
Conector	1330457
Conexión de bomba	1500519
Goma pisador	1648753
Matriz	1636044
Modulo plc	En creación

Mordaza de frio	1704144
Mordaza válvula	En creación
Mordazas horizontales	1708826
Mordazas verticales	1708833
Motor reductor	En creación
Pin de soporte	En creación
Pin rescatador	En creación
Pinzas de agarre apertura	1648780
Pinzas de transporte	1668197
Pinzas puesta válvula	1648790
Punzón	1714813
Racor	1715704
Resistencia	1665783
Rodamiento balancín	1529553
Rodamientos del carro	1714814
Rotulas	1500811
Servomotor	1705976
Seguidor	1648792
Tensores carro móvil	1670630
Termocupla	1720156
Tijeras	1744768
Tornillo de mordaza	1500372
Tornillo tope guía m6-Ø8-L15	1714785
Tornillos carro	1611986
Tornillos levas	1504878
Tornillos puesta válvula	1486474
Ventosas	1636033

7. Conclusiones

El análisis permitió la identificación de a cuáles piezas de las que presentaron avería en el año 2024 en la máquina FL Tecnicos se les debe prestar mayor atención debido a su criticidad, se encontró que el paro más amplio que tuvo la máquina fue de alrededor de 1 semana, en el sistema eléctrico, debido a que se quemó 1 servomotor, lo que representó una pérdida de alrededor de 3.094.761.600 \$ COP, debido a que se dejaron de producir 736.848 piezas más el costo del servomotor.

Las piezas encontradas como las más críticas fueron las resistencias y las termocuplas, debido a que son las piezas que mayor frecuencia de avería tuvieron a lo largo de todo el año 2024, siendo 15 las averías de las resistencias y 33 las averías de las termocuplas. La media de tiempo necesaria para realizar su cambio y puesta a punto es de 1 hora, lo que representa dejar de producir 6.120 unidades, las cuales son vendidas en 4.200 \$ COP cada una, representando una pérdida de 25'704.000 \$ COP por hora que la máquina no está produciendo, sin contar que como mínimo un técnico debe atender la avería, por lo que no estará disponible para atender otras máquinas y el papel del empaque que se gasta haciendo las pruebas para que el producto cumpla con los estándares de calidad, los cuales son pruebas de vacío para encontrar la presencia de fugas, que el empaque no este quemado y que los sellos no queden con deformaciones.

Luego de hablar con los técnicos, el supervisor y el jefe de mantenimiento se llegó a la conclusión de que esta frecuencia se debe a la constante exposición a altas temperaturas de estas piezas, además de que los repuestos originales son traídos desde España, por lo que la compañía FL Tecnics tiene un tiempo de entrega mínimo de 3 semanas el cual puede extenderse según la cantidad de repuestos que tengan, la temporada del año, aduanas y procesos regulatorios, entre otros. El costo neto de cada resistencia original es de 1'400.000 \$ COP y de las termocuplas es de 135.000 \$ COP cada una, costo que aumenta a casi el doble debido a los impuestos y el costo del envío, por esto se decidió ensayar con repuestos homologados de un proveedor local, el cual vende cada resistencia a 700.000 \$ COP y cada termocupla a 80.000 \$ COP, al finalizar el año 2024 se optó mejor por volver al uso de los repuestos originales ya que estos tienen un tiempo estimado de vida útil de mínimo 1 año, a diferencia de los homologados que estaban durando 3 meses, representando un gasto de 2'100.00 \$ COP por cada resistencia y 320.000 \$ COP por cada termocupla al año.

Uno de los principales problemas que está enfrentando la empresa actualmente, son los tiempos de paro debido a lo que se demoran los técnicos en primero en identificar en el catálogo de la máquina que pieza fallo, luego en saber cuál es su código en el software SAP y finalmente que si haya existencia de esta pieza en stock, la estandarización será de gran ayuda para la disminución de estos tiempos de paro, ya que para actualmente el tiempo promedio en realizar la identificación ya mencionada es de 30 minutos, lo que significa dejar de producir 3.060 productos, dejando de ganar 12'852.000 \$ COP, se espera pasar de 30 minutos a máximo 15 minutos, pasando de dejar de ganar 12'852.000 \$ COP a 6'426.000 \$ COP.

8. Recomendaciones

Por otra parte para la identificación de la cantidad mínima en stock de las piezas, el ideal para todas las empresas sería el tener como mínimo 1 pieza de repuesto de todas las piezas de la máquina, pero esto solo es posible para empresas con demasiada capacidad de inversión, para empresas como Nutrimenti S.A.S que actualmente se encuentra en crecimiento no le es posible esto, por lo que no solo basta con decir que una pieza es crítica o semi-crítica para que se deba tener repuestos de esta pieza en stock, piezas como mordazas, módulos plc, y reductores son piezas que con la matriz se encontraron como semi-críticas pero debido a su alto costo, actualmente no le es posible a la empresa tener un repuesto de cada una, además de que son piezas que son hechas para durar como mínimo 10 años, lo que hace que el tener estos repuestos no sea rentable. A pesar de esto se recomienda tener 3 servomotores en stock ya que como se mencionó, el paro más largo fue debido a esta pieza, que con envió desde España cuesta 9'000.000 \$ COP cada uno, un valor que no es representativo al compararlo con lo que se perdió en el paro que se tuvo.

Piezas como bujes, rodamientos, conexiones, punzones y tornillos, a pesar de no ser críticos ni semi-críticos, se recomienda tener en stock, ya que son piezas de recambio y que no representan

una inversión alta, esto ayudará a tener equilibrio entre los costos de almacenamiento y de operación. Cabe resaltar que como se observó, las piezas no necesariamente deben ser cambiadas tan pronto cumplan su tiempo de vida útil, por esto se dejó una ventana de 1 semana antes del cumplimiento del tiempo esperado, con el fin de realizar inspección de su estado y definir qué acción tomar, el estado va a depender del manejo que reciban, por lo que es recomendable tener personal capacitado para su manipulación.

Este análisis puede ser llevado a los otros equipos de la empresa, lo que puede ayudar a inculcar una cultura de mejora continua, ya que no solo es hacer el análisis y aplicarlo, sino que es algo que se debe retroalimentar día a día.

9. Referencias

Aguilar, C. G. (2023). *Levantamiento de matriz de criticidad para el área de metálicos de la empresa Prodevases S.A.S.* Medellin.

Palacio, J. J. (2022). *Levantamiento de Stock de repuestos de equipos asociados a la Cooperativa Colanta.* Medellin.

Plata, D. O. (2016). *Gestión del inventario de respuestos.* Ortiz Ruiz Consultores.

RODRIGUEZ, C. A. (2019). *ANÁLISIS DE CRITICIDAD A ACTIVOS PRINCIPALES ASOCIADOS AL PROCESO DE REENCAUCHE DE LLANTAS Y CONSTRUCCIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ACTIVO MAS CRÍTICO.* Medellin.

10. Anexo

- Últimos 2 niveles de la pirámide taxonómica.
- Cantidad de cada pieza en toda la máquina.