

TEC | Tecnológico  
de Costa Rica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



**GUTIS LTDA.**

*“Propuesta de un método basado en Lean Six Sigma enfocado en la cuantificación y mejora para la aplicación del mantenimiento de las blisteras Uhlmann B1330 de Gutis Ltda.”*

**Informe del proyecto de la práctica profesional para optar por la licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial**

**REALIZADO POR:**

Fabián Andrés Núñez Blanco, 2013012191

**San José, Costa Rica, I Semestre 2018**

Carrera evaluada y acreditada por:  
Canadian Engineering Accreditation Board  
Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes d'Ingénierie



CARTA DE ENTENDIMIENTO

Fecha: 2018-06-04

Señores  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

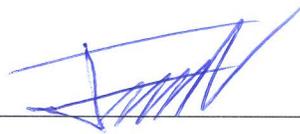
Yo Fabián Andrés Núñez Blanco

carné No. 2013012191,  si autorizo  no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de Licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, presentado en la fecha 2018-06-06, con el título

Propuesta de un método basado en Lean Six Sigma enfocado en la cuantificación y mejora para la aplicación del mantenimiento de las blisteras Uhlmann B1330 de Gutis Ltda.

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante:



Correo electrónico:

fabiannb26@gmail.com

Cédula No.:

1-1580-0701

**Profesor Asesor:**

Ing. Juan Pablo Arias Cartín, M.Eng.

**Asesores Industriales:**

Ing. Greivin Granados Alpízar

Ing. Vicente Mathieu Martínez

**Tribunal Examinador:**

Ing. Manuel Centeno

Ing. Rodolfo Elizondo

## **Información del estudiante**

*Nombre completo: Fabián Andrés Núñez Blanco*

*Número de cédula: 115800701*

*Número de carné: 2013012191*

*Números de teléfono: 83091354 / 22323652*

*Correos electrónicos: fabiannb26@gmail.com*

*Dirección exacta de domicilio: 100 metros oeste de la esquina noroeste del canal 23, Pavas Centro.*

## **Información del proyecto**

*Nombre del proyecto: Propuesta de un método basado en Lean Six Sigma enfocado en la cuantificación y mejora para la aplicación del mantenimiento de las blísteras Uhlmann B1330 de Gutis Ltda.*

*Profesor asesor: Ing. Juan Pablo Arias Cartín, M.Eng.*

*Asesores industriales: Ing. Greivin Granados Alpízar*

*Ing. Vicente Mathieu Martínez*

*Horario de trabajo: de martes a viernes de las 8:00 a las 18:00*

## **Información de la Empresa**

*Nombre: Gutis Ltda.*

*Actividad Principal: Manufactura de productos farmacéuticos*

*Dirección: 200 m este de las oficinas de Pizza Hut en la zona industrial de Pavas, San José.*

*Teléfono: 25498300*

*A mis papás Carlos y Diany, mi hermana Mónica, y mis abuelos Carlos, Rosa, Luis y Nelly, por ser el pilar fundamental en mi formación como una persona de bien y por apoyarme incondicionalmente. ¡Los amo!*

## **Agradecimientos**

A los profesores del TEC, por el conocimiento que me transmitieron para poder aplicarlo en mi vida como profesional.

A Greivin y a Vicente, por su asesoría durante el desarrollo del proyecto y por contribuir con las ideas que ayudaron a formarlo.

A Estrella, Kemplely, Migjames, Miguel, Walter, los técnicos de mantenimiento y los demás compañeros de Gutis Ltda., por ayudarme con este proyecto, por contribuir con mi proceso educativo y por tomarme como parte del grupo de trabajo.

A mis amigos, por ser un apoyo muy importante dentro y fuera del ámbito académico. Por cada consejo, abrazo o muestra de cariño que me han dado.

Y a Vero, por enseñarme lo que es el verdadero amor. Mi vida, gracias por todo el apoyo, el cariño y por estar siempre a mi lado, en las buenas y en las malas. Te amo.

## Contenido

1. Introducción.....	3
1.1 Descripción de la empresa .....	3
1.1.1 Departamento de mantenimiento .....	4
1.1.2 Descripción del proceso productivo general de la empresa .....	5
1.1.3 Blisteras Uhlmann B1330.....	7
1.2 Objetivo general.....	9
1.3 Objetivos específicos.....	9
1.4 Cuadro metodológico.....	10
1.5 Alcance.....	11
1.6 Limitaciones.....	12
1.7 Viabilidad.....	13
1.8 Justificación .....	14
2. Marco teórico .....	15
2.1 Mantenimiento Industrial.....	15
2.1.1 Mantenimiento correctivo .....	15
2.1.2 Mantenimiento preventivo .....	15
2.1.3 Mantenimiento predictivo .....	15
2.2 Gestión de mantenimiento.....	15
2.3 Indicadores de rendimiento .....	16
2.4 Indicadores de mantenimiento propuestos .....	16
2.4.1 Órdenes de trabajo ejecutadas .....	16
2.4.2 Distribución del tiempo de trabajo de mantenimiento.....	17
2.4.3 Tiempo promedio de respuesta a los avisos .....	17
2.4.4 Disponibilidad.....	18
2.4.5 Tiempo medio entre fallas (mean time between failures, MTBF) .....	18
2.4.6 Tiempo medio para reparar (mean time to repair, MTTR).....	18
2.5 Lean manufacturing.....	18
2.6 Six Sigma .....	19
2.6.1 Estructura directiva y técnica de Six Sigma .....	20
2.6.2 Metodología DMAIC.....	21
2.7 Lean Six Sigma.....	23

2.8	Diagrama de causa-efecto (diagrama de Ishikawa).....	24
2.8.1	Método de las 6 M.....	24
2.9	Análisis CNX.....	25
2.10	Diagrama de Pareto.....	26
2.11	Cuadro de mando de indicadores.....	26
3.	Desarrollo del proyecto .....	28
3.1	Definir .....	28
3.1.1	Problema.....	28
3.1.2	Cuadro resumen del proyecto (Project Charter).....	31
3.1.3	Propuesta de equipo Six Sigma .....	32
3.2	Medir.....	33
3.2.1	Indicadores de rendimiento de mantenimiento (KPI) .....	33
3.2.2	Muestra de cálculos .....	37
3.2.3	Incoherencia entre departamentos.....	44
3.2.4	Otros indicadores .....	45
3.2.5	Six Sigma .....	45
3.3	Analizar.....	49
3.3.1	Diagrama funcional del proceso productivo .....	49
3.3.2	Diagrama operativo del proceso productivo .....	51
3.3.3	Diagramas de causa-efecto (Diagramas de Ishikawa) .....	53
3.3.4	Análisis CNX .....	53
3.3.5	Aprobaciones de equipo.....	56
3.3.6	Relación correctivo-preventivo .....	61
3.3.7	Registro de fallas generado por medio de las órdenes de trabajo correctivas de SAP .....	62
3.3.8	Diagramas de Pareto .....	64
3.3.9	Confiabilidad y repetitividad de las mediciones.....	66
3.4	Mejorar .....	68
3.4.1	Aprobaciones de equipo.....	68
3.4.2	Gestión de mantenimiento en las blisteras.....	69
3.4.3	Planes preventivos en SAP .....	70
3.4.4	Sistema ANDON .....	71
3.5	Reporte de indicadores en SAP .....	74

3.5.1	SAP en Gutis.....	74
3.5.2	ZRECT .....	74
3.5.3	Clasificación actual en SAP .....	74
3.5.4	Estructura de avisos y órdenes en SAP .....	74
3.5.5	Capacitaciones sobre el uso de SAP .....	75
3.5.6	Indicadores en SAP.....	75
3.5.7	Desarrollo de un reporte para calcular indicadores de mantenimiento automáticamente.....	76
3.6	Análisis económico .....	77
3.6.1	Costo de implementación.....	77
3.6.2	Costo de oportunidad, VAN y TIR .....	77
3.6.3	Rentabilidad .....	78
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	79
4.1	Conclusiones .....	79
4.2	Recomendaciones .....	80
5.	Bibliografía .....	81
6.	Apéndices .....	83
6.1	Solicitud de cambio para desarrollar el reporte de indicadores de mantenimiento.....	83
6.2	Bases de datos extraídas de SAP .....	91
7.	Anexos .....	115
7.1	Documentación de la empresa .....	115
7.2	Guía para ajustar los sensores de las blisteras Uhlmann B1330 (no oficial) 117	
7.3	Oferta de la empresa Cnergy para un sistema ANDON .....	120
7.4	Procedimiento operacional estándar (POE) del plan de mantenimiento preventivo de las blisteras Uhlmann B13330 .....	122

## Índice de figuras

Figura 1. Organigrama del departamento de mantenimiento de Gutis.....	4
Figura 2. Diagrama del proceso productivo general de Gutis.....	5
Figura 3. Representación gráfica de la blistera Uhlmann B1330.....	8
Figura 4. Cuadro metodológico. ....	10
Figura 5. Definición de los roles de un proyecto Six Sigma .....	21
Figura 6. Metodología DMAIC.....	22
Figura 7. Gráfico circular con los tiempos promedio de la blistera Uhlmann #1 entre setiembre y diciembre del 2017.....	30
Figura 8. Gráfico circular con los tiempos promedio de la blistera Uhlmann #2 entre setiembre y diciembre del 2017.....	30
Figura 9. Cuadro resumen del proyecto. ....	32
Figura 10. Gráfica del comportamiento del Sigma en la blistera Uhlmann #1. ....	47
Figura 11. Gráfica del comportamiento del Sigma en la blistera Uhlmann #2. ....	47
Figura 12. Gráfica del comportamiento del Sigma del proyecto. ....	48
Figura 13. Diagrama funcional del proceso productivo de las blisteras Uhlmann B1330.....	50
Figura 14. Diagrama del proceso realizado por los operarios en las blisteras Uhlmann B1330.....	52
Figura 15. Diagrama de causa-efecto o de Ishikawa generado en base al método de las 6M con las causas identificadas para el problema planteado.....	54
Figura 16. Distribución del tiempo de trabajo de mantenimiento.....	61
Figura 17. Gráfico de la clasificación de las órdenes correctivas de la blistera Uhlmann B1330 #1.....	63
Figura 18. Gráfico de la clasificación de las órdenes correctivas de la blistera Uhlmann B1330 #2.....	63
Figura 19. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por estación de la blistera Uhlmann B1330 #1.....	64
Figura 20. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por tipo de elemento de la blistera Uhlmann B1330 #1. ....	65
Figura 21. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por estación de la blistera Uhlmann B1330 #2.....	65
Figura 22. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por tipo de elemento de la blistera Uhlmann B1330 #2. ....	66
Figura 23. Significado de los estados que muestra la columna luminosa de las Uhlmann B1330.....	72

Figura 24. Formato utilizado por los operarios de las blisteras Uhlmann B1330 para reportar los datos de control de tiempos del proceso respectivo al departamento de auditoría y costos. .... 115

Figura 25. Checklist para la aprobación de las blisteras Uhlmann B1330..... 116

Figura 26. Oferta del sistema WIN de WERMA Signaltechnik por parte de la empresa Cnergy..... 121

## Índice de tablas

Tabla 1. Relación entre niveles Sigma con sus respectivos rendimientos, defectos por millón de oportunidades y costos de calidad respecto a las ventas. ....	20
Tabla 2. Resumen de tiempos de la blistera Uhlmann #1 entre setiembre y diciembre del 2017. ....	29
Tabla 3. Resumen de tiempos de la blistera Uhlmann #2 entre setiembre y diciembre del 2017. ....	29
Tabla 4. Estructura de roles Six Sigma propuesta. ....	32
Tabla 5. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #1 (primera parte). ....	34
Tabla 6. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #1 (segunda parte). ....	35
Tabla 7. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #2 (primera parte). ....	36
Tabla 8. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #2 (segunda parte). ....	37
Tabla 9. Ejemplo de los cálculos realizados en cada orden para obtener los datos necesarios para generar los indicadores. ....	38
Tabla 10. Segmento de muestra de la base de datos extraída de SAP para la muestra de cálculos de los indicadores. ....	40
Tabla 11. Conteo de ordenes generadas para la muestra de cálculos. ....	42
Tabla 12. Conteo de ordenes solicitadas por para la muestra de cálculos. ....	43
Tabla 13. Comparación de los tiempos de paro por mantenimiento de la blistera Uhlmann #1 entre los datos del departamento de costos y los calculados desde el registro de órdenes de trabajo de SAP. ....	44
Tabla 14. Comparación de los tiempos de paro por mantenimiento de la blistera Uhlmann #2 entre los datos del departamento de costos y los calculados desde el registro de órdenes de trabajo de SAP. ....	45
Tabla 15. Cálculo del Sigma para la blistera Uhlmann B1330 #1. ....	46
Tabla 16. Cálculo del Sigma para la blistera Uhlmann B1330 #2. ....	46
Tabla 17. Cálculo del Sigma del proyecto. ....	48
Tabla 18. Análisis CNX de las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa. ....	55

Tabla 19. Operaciones para la aprobación de las blisteras Uhlmann B1330 en las órdenes OMI1 de SAP. ....	57
Tabla 20. Análisis del contenido del checklist para aprobar las blisteras Uhlmann B1330.....	58
Tabla 21. Resumen global de las fallas registradas para ambas blisteras Uhlmann B1330.....	66
Tabla 22. Propuesta de nueva lista de actividades para aprobar las blisteras Uhlmann B1330.....	69
Tabla 23. Medidas propuestas para solucionar las partes con mayor frecuencia de falla de las blisteras Uhlmann B1330. ....	70
Tabla 24. Nueva estructura empleada en las órdenes de trabajo de mantenimiento en SAP. ....	75
Tabla 25. Relaciones costo-resultado de las propuestas del proyecto.....	78
Tabla 26. Bases de datos de órdenes de trabajo correctivas generadas entre julio del 2016 y febrero del 2018, analizada para desarrollar el registro de fallas de la blistera Uhlmann B1330 #1 .....	91
Tabla 27. Bases de datos de órdenes de trabajo correctivas generadas entre julio del 2016 y febrero del 2018, analizada para desarrollar el registro de fallas de la blistera Uhlmann B1330 #1 .....	103

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Órdenes de trabajo ejecutadas.....	17
Ecuación 2. Tiempo promedio de respuesta a los avisos .....	17
Ecuación 3. Disponibilidad. ....	18
Ecuación 4. Tiempo medio entre fallas. ....	18
Ecuación 5. Tiempo medio entre fallas. ....	18

## **Resumen**

El objetivo principal de un departamento de mantenimiento es que su organización logre alcanzar sus metas. Pero una buena gestión de mantenimiento no sólo busca garantizar la mayor vida útil posible de los activos, sino, que también necesita de la retroalimentación requerida para alcanzar y mantener la mejora continua que optimice el rendimiento productivo.

Lean Six Sigma es una metodología de mejora continua de procesos. Su base es la estrategia DMAIC, donde se define el problema, se miden las variables que cuantifican el desempeño actual, se analizan las causas del problema, se mejoran los aspectos que las disminuirían, y se controlan las mejoras con respecto a los índices numéricos medidos anteriormente.

Este modelo puede ser utilizado para obtener una herramienta que genere valor desde los indicadores de rendimiento (KPI). Estos valores numéricos no brindan soluciones por sí mismos, son los insumos para que una metodología logre obtener resultados.

Este proyecto pretende mostrar que un análisis cuantitativo es el primer paso para obtener mejoras en la gestión de un departamento de mantenimiento y de los procesos productivos que están a cargo de este. Para fines de esta investigación, se desarrollará una propuesta de metodología Lean Six Sigma en las blisteras Uhlmann B1330 de Gutis Ltda.

El desarrollo del proyecto muestra cómo es que los indicadores respaldan que las causas aparentes no siempre son las reales. Pero también, se expone que es el análisis lo que realmente logra obtener resultados. Por esto, las propuestas pasan de ser para los planes de mantenimiento, y en cambio, el proyecto se enfoca en intervenir la gestión de mantenimiento en la plataforma de SAP.

Este programa informático, es el medio donde se administra toda la logística de la compañía. El software usado tiene problemas en su implementación para el departamento de mantenimiento. Este proyecto busca solucionarlos y brindar un instrumento para poder medir el rendimiento del mantenimiento en Gutis.

### **Palabras clave:**

Manufactura esbelta, Six Sigma, DMAIC, indicadores, mantenimiento, SAP.

## **Abstract**

Every maintenance department's main objective is to guarantee achieving the organization's goals. A good maintenance management not only offers the assets' longest life possible, but also needs the required feedback to achieve and maintain the continuous improvement for the productive performance.

Lean Six Sigma is a method for continuous process improvement and is based in the DMAIC strategy. It defines the problem, measures the variables that quantify the current performance, analyzes the causes of the problem, improves the aspects that can lessen the problem, and controls the improvements with the performance indicators previously measured.

This model can be used to obtain a tool that generates value from the performance indicators (KPI). These numerical values do not provide solutions for themselves, they are the inputs for a methodology that achieves the results.

This project tries to show that a quantitative analysis can be the first step to obtain improvements in a maintenance department management. For this research's purposes, a Lean Six Sigma methodology is presented and developed in the Uhlmann B1330 blister for the Gutis company.

The development of the project proves how the indicators support that apparent causes are not always the real causes. This evidences that an analysis is also needed to obtain the results. Therefore, this project's solutions change from being focused on maintenance plans, and instead, now they focus on improving the maintenance management in SAP.

This software is the environment where all the company's logistics are managed. SAP has some problems with its implementation for the maintenance department. This project tries to solve them and provide an instrument to measure the performance of corporation's maintenance.

### **Key words:**

Lean manufacturing, Six Sigma, DMAIC, KPI, maintenance, SAP.

# 1. Introducción

## 1.1 Descripción de la empresa

Gutis Ltda., es una empresa que manufactura productos farmacéuticos. Entre inyectables, líquidos, cremas, ungüentos, supositorios, tabletas y gotas oftálmicas, destacan más de 30 marcas diferentes de medicamentos. Entre sus marcas más conocidas destacan: Adelex, Bicorpan, Clavupen, Conrelax, Hormofen, Emma, Femgyl, Katafenac, Mupiral, Primabela, Renovart, Reumafen, Talerdin y Ventilar.

La compañía es propiedad de una sociedad de responsabilidad limitada, a cargo de la familia Gutiérrez Israel, de donde surge el nombre de la organización. Está ubicada en la zona industrial de Pavas, San José. Fue fundada en el año 1962, y a partir de 1994 comienza a incursionar en el mercado internacional. Es una organización de capital nacional dedicada al diseño, desarrollo, producción y comercialización de medicamentos.

La empresa cuenta con operaciones en Costa Rica, Ecuador, España y República Dominicana, y además ofrece una amplia gama de productos de la industria farmacéutica en los mercados de otros países latinoamericanos como: Nicaragua, Panamá, El Salvador, Honduras y Guatemala.

El objetivo de la empresa consiste en brindar salud y bienestar a la población, mediante sus productos desarrollados bajo normas internacionales, investigación científica especializada, con insumos de calidad y tecnología de punta. Su misión es comprometerse con la salud de sus clientes, y su visión, es ser una compañía farmacéutica en permanente superación, reconocida por su compromiso social en el área de la salud, con liderazgo en tecnología, diseño, investigación, fabricación y comercialización de medicamentos de alta calidad, para lograr de la satisfacción de nuestros clientes.

Su cultura organizacional se basa en cinco pilares: su gente, ambiente laboral, servicio al cliente, calidad y mejora continua. Esto se refleja en las costumbres, valores y creencias que tienen como organización.

Tomando en cuenta estos antecedentes, este proyecto se desarrollará en medio de la cultura de la empresa. Por la misma razón, los resultados que se esperan obtener tienen como objetivo apoyar los cinco pilares anteriores, especialmente, el de mejora continua que es vital para una buena gestión de mantenimiento.

Actualmente, cuentan con un fuerte compromiso con respecto a la temática ambiental, que se puede observar en las iniciativas de eficiencia energética y el manejo de residuos sólidos dentro de las instalaciones con su campaña de reciclaje. Cuentan con el certificado de Carbono Neutral desde el 2016, y con dos estrellas en el premio de Bandera Azul Ecológica. Además, están en los primeros pasos para lograr la certificación ISO 14001 en los próximos años.

### 1.1.1 Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento de Gutis debe de delimitar las funciones de sus miembros entre dos enfoques diferentes, producción y facilidades. Esto se debe a las implicaciones que representan una industria farmacéutica, y sus altos estándares de calidad. Aun así, la jefatura del departamento administra todas las responsabilidades de mantenimiento con los roles mostrados en los dos niveles superiores de la Figura 1. Tanto el supervisor de facilidades como los técnicos son los niveles inferiores, y representan la mano de obra que lleva a cabo las tareas planificadas por jefatura.

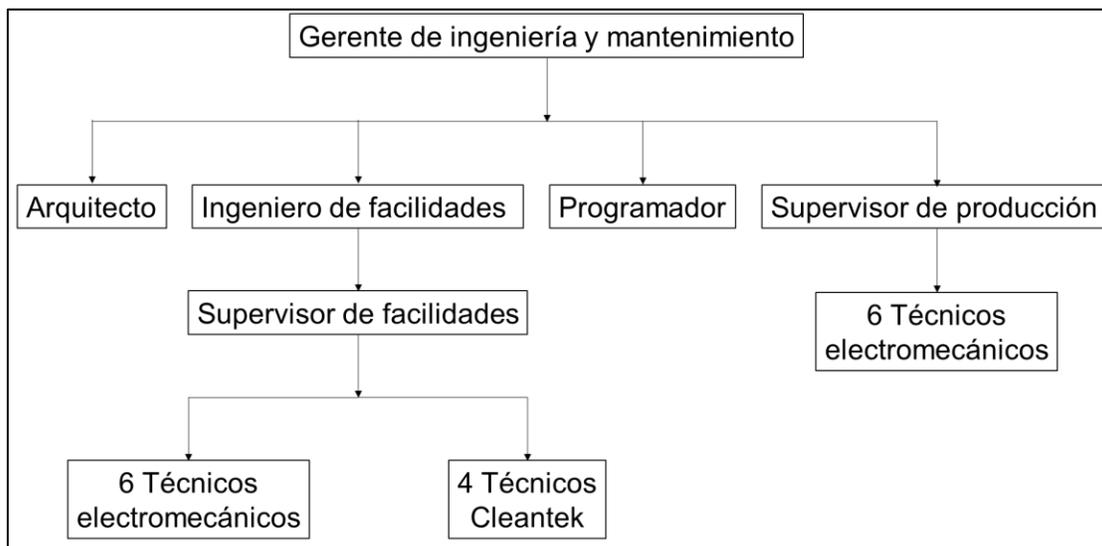


Figura 1. Organigrama del departamento de mantenimiento de Gutis.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft PowerPoint 2016.*

Cleantek es una marca que fabrica un tipo de inmueble especial para cuartos limpios. Toda la planta productiva de Gutis está formada por esta clase de instalación. Por esta razón, estos técnicos se encargan del mantenimiento de estas y todas las construcciones de la empresa.

En cuanto a los técnicos electromecánicos, hay seis para abarcar producción, y otros 6 para facilidades. Se dividen en grupos de tres para cubrir los

dos turnos: el turno de la mañana (de lunes a sábado, de 6:00 a.m. a 2:00 p.m.) y el turno de la tarde (de lunes a viernes, de 1:30 p.m. a 10:00 p.m.), y alternan de horario de semana por medio.

El mantenimiento de las máquinas de los departamentos de producción está a cargo del supervisor de producción y sus técnicos. Por logística de los cuartos limpios, estos colaboradores se mantienen en estos recintos para tratar las emergencias que se puedan presentar en planta, realizar las tareas preventivas programadas y aprobar los equipos antes de la fabricación de cada lote.

Para todos los demás activos que no intervienen directamente en la fabricación de los medicamentos, el ingeniero, el supervisor y los técnicos de facilidades (electromecánicos y Cleantek), son los responsables de su mantenimiento.

### **1.1.2 Descripción del proceso productivo general de la empresa**

Al producir más de 30 marcas diferentes, todos los productos de Gutis se manufacturan de manera diferente a los demás. Sin embargo, de una manera u otra, todos ellos tienen que seguir los pasos que muestra la Figura 2.

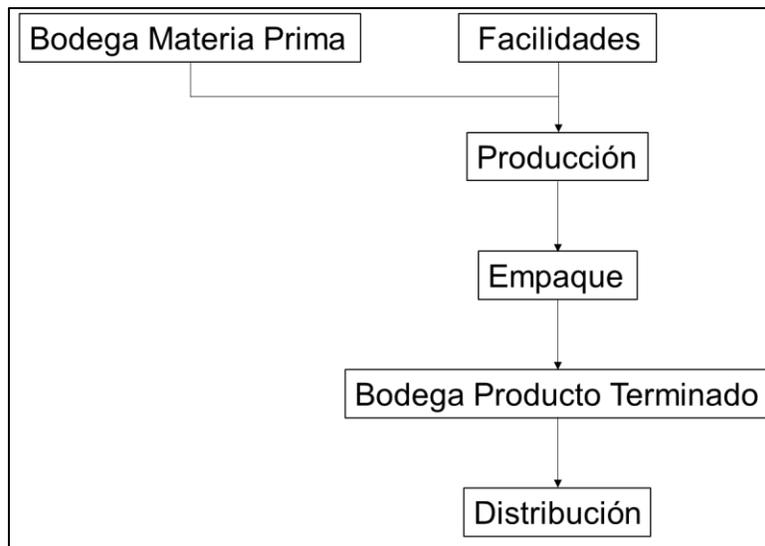


Figura 2. Diagrama del proceso productivo general de Gutis.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft PowerPoint 2016.*

El departamento de bodegas se divide en dos: materias primas y producto terminado. La primera envía los ingredientes necesarios para el medicamento que se necesita producir. La materia prima se envía por lotes, y estos se determinan según el peso necesario para lograr producir un lote de producto terminado.

Los equipos de facilidades brindan los insumos que toda la empresa necesita para poder desarrollar su función. Entre estos equipos se encuentran las manejadoras de aire acondicionado y ambiente controlado, los compresores de aire comprimido, el sistema de bombas de agua potable, la torre de enfriamiento de agua (water chiller), las calderas de vapor, los equipos de purificación de agua limpia y ultra limpia, el sistema contra incendios, los equipos de generación de vapor limpio, la planta de generación eléctrica de emergencia, la sub estación eléctrica, y los distintos medios de distribución del flujo respectivo de cada elemento anterior.

Al llegar los lotes de la bodega al departamento de producción, los ingredientes son dosificados según esté estipulado en la receta del medicamento en producción. Las maquinas se encargan de llevar a cabo el proceso donde la materia prima y los insumos brindados por los equipos de facilidades, se convierten en un medicamento de calidad para ayudar a la salud de los clientes.

Los medicamentos líquidos pueden ser embotellados en ampollas para inyecciones, en envases para venta individual, en goteros, y en muchas presentaciones más, según sea el método de aplicación del medicamento. Por otro lado, las cremas y ungüentos son empacados en frascos, o para una aplicación más fácil, en tubos con tapa de rosca. Con las mezclas en polvo producidas se forman las tabletas y se depositan en los blísteres. Además, se forman también los supositorios con una máquina que llena las tiras de encapsulados individuales con el medicamento.

Después de preservar la integridad del medicamento al recubrirlos de manera que no se expongan al ambiente, el lote en producción pasa al departamento de empaque. Todos los productos empacados deben quedar herméticos en su recipiente individual, y estos deben ir almacenados en cajas para la venta a los distribuidores, y los lotes de producto terminado son formados por conjuntos de estas cajas paletizadas sobre una tarima para poder ser guardados en las bodegas. Las cajas para la venta final van debidamente rotuladas y contienen uno o varios de estos blísteres.

Una vez listos para ser despachados los productos vendidos, el departamento de distribución recoge los lotes de las bodegas, los carga en los vehículos para que puedan ser entregados y recibidos de manera fácil y segura, y son enviados al establecimiento final.

Los puestos de trabajo de producción y empaque tienen ambientes controlados por medio de manejadoras de aire acondicionado. En estos cuartos se busca mantener estándares de temperatura, humedad y cantidad de partículas en

el aire según lo requiera el medicamento específico en producción. Esto permite evitar problemas de degradación de los ingredientes, o de contaminación de los productos, y así brindar la calidad que consumidor demanda en sus productos farmacéuticos.

### **1.1.3 Blisteras Uhlmann B1330**

Este proyecto busca brindar una metodología de mejora continua al proceso productivo de las blisteras Uhlmann B1330. Estos equipos fueron escogidos por su criticidad, reflejada en su alta demanda e importancia para la producción general de la planta.

Exceptuando los medicamentos hormonales, que se producen separadas del resto de la planta; todas las tabletas producidas en la empresa tienen que pasar por alguna de estas dos máquinas antes de llegar a los cuartos de empaque. Esto significa, que, sin estos dos equipos, la producción del departamento de tabletas se ve detenida. Cualquier problema que genere un paro de estas máquinas significa un retraso en la producción de todo un departamento.

Ambos activos son modelo B1330, pero tienen una diferencia de fabricación de dos años y tres meses aproximadamente. Esto hace que, aunque tengan pequeñas diferencias que se enumeran en el análisis, se puede tomar en cuenta que las dos blisteras tienen la misma composición, el mismo comportamiento, y el mismo proceso productivo.

Cada uno de estos equipos tiene integrada una impresora flexo-gráfica de marca HAPA, modelo 230, de un solo color, y con montaje para la parte superior de la máquina. Estos dispositivos hacen del proceso más completo, pues la película de cubierta de los blísteres queda impresa y logra que producto final tenga los requerimientos necesarios

Para poder producir, estos equipos necesitan de un rollo de película de moldeo (aluminio o PVC), el rollo de película de cubierta (aluminio), la tinta UV de color negro para la impresora, y las tabletas o capsulas que se van a procesar.

Además, para que las blisteras funcionen, se necesita de las conexiones a los sistemas de distribución de los insumos energéticos como:

- 1) Alimentación eléctrica trifásica a 400 V, 60 Hz, con conductor neutro y de puesta a tierra. Con protección por fusible a 50 A.
- 2) Aire comprimido a 6 Bar de presión.

- 3) Agua (preferiblemente descalcificada) entre 16 y 18 °C de temperatura, y 2,5 y 4 Bar de presión.

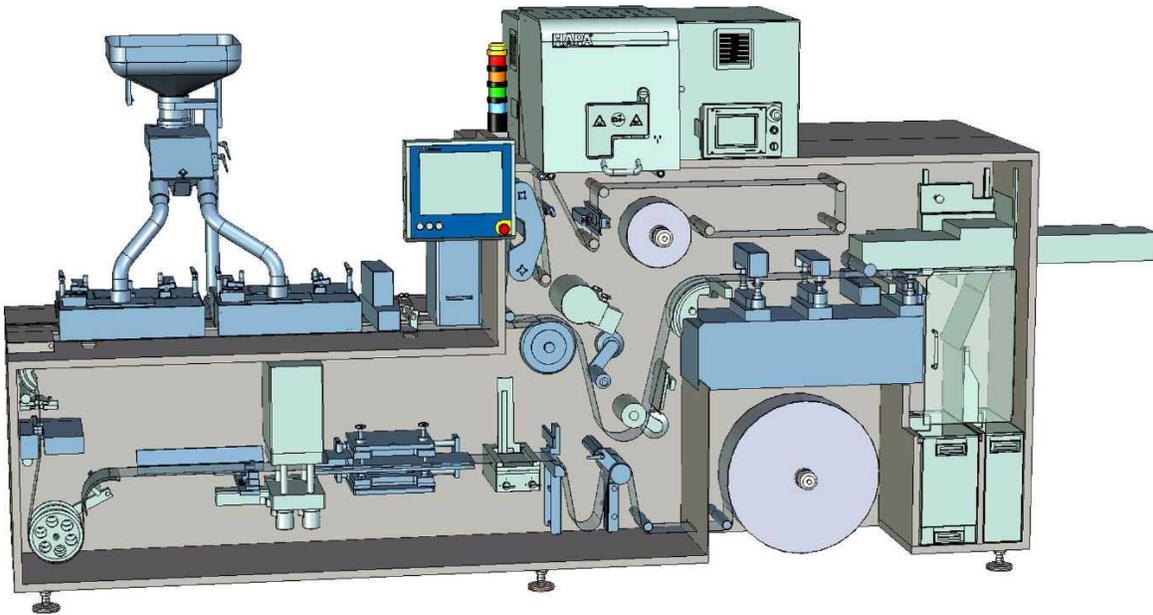


Figura 3. Representación gráfica de la blistera Uhlmann B1330.

Fuente: *Manual de instrucciones para el manejo B1330/1440137 (Uhlmann, 2011).*

## **1.2 Objetivo general**

Proponer las bases de una metodología de mejora continua para la aplicación del mantenimiento en las blisteras Uhlmann B1330 de Gutis con el desarrollo de las primeras cuatro etapas de la estrategia DMAIC de la metodología Lean Six Sigma.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Definir el grado de responsabilidad del departamento de mantenimiento sobre las causas que generan la baja eficiencia de este proceso productivo.
- Cuantificar el efecto de las tareas de mantenimiento en el comportamiento productivo de las blisteras.
- Determinar por medio de un análisis cuáles son las causas que producen los tiempos de paro en la producción de las blisteras, y cuáles pueden ser mitigadas en el alcance del proyecto.
- Plantear al menos una propuesta para mitigar el efecto de las causas analizadas y reducir los tiempos de paro.
- Establecer una herramienta para medir el rendimiento de la gestión de mantenimiento de la manera más factible, con datos numéricos que reflejen una tendencia a través del tiempo.

## 1.4 Cuadro metodológico

Etapa DMAIC	Objetivo Especifico	Actividad	Herramientas
D	Definir el grado de responsabilidad del departamento de mantenimiento sobre el problema que genera la baja eficiencia de este proceso productivo.	Definir el problema	Datos del departamento de costos
		Objetivos	DMAIC Project Charter
		Metodología	Cuadro Metodológico
M	Cuantificar el comportamiento de los efectos de las tareas de mantenimiento en las blisteras.	Calcular indicadores	Registro de ordenes de trabajo de SAP Excel
		Determinar la Y del proyecto	Six Sigma
A	Determinar por medio de un análisis cuáles son las causas que producen los tiempos de paro en la producción de las blisteras, y cuáles pueden ser mitigadas en el alcance del proyecto.	Analizar los tiempos de paro	Diagramas del proceso productivo
		Determinar causas	Diagramas de causa efecto (Ishikawa)
		Clasificar causas	Análisis CNX
		Clasificación de la información para generar un registro de fallas	Registro de ordenes de trabajos correctivos de SAP
		Análisis del registro de falla	Diagramas de Pareto
		Identificar carencias, inconsistencias o problemas	Manuales y POE de la maquina
I	Plantear propuestas para mitigar el efecto de las causas analizadas y reducir los tiempos de paro.	Proponer medidas para mejorar el valor del Sigma del proyecto	Reestructuración de los planes preventivos en SAP
			Mantenimiento autónomo
			Eliminar o cambiar las aprobaciones de mantenimiento
			Instalar un sistema Andon para registrar de manera automática los tiempos de paro y producción
-	Establecer una herramienta para medir el rendimiento de la gestión de mantenimiento de la manera más factible, con datos numéricos que reflejen una tendencia a través del tiempo.	Formación de la nueva herramienta	Nuevo reporte de KPI en SAP
			Capacitación para estandarizar el uso de las ordenes de trabajo de SAP
			Reestructuración de las clases de movimientos de mantenimiento en SAP
		Proponer medidas a futuro para mejorar el sistema de administración de mantenimiento en SAP.	Sustituir el ZRECT por un desarrollo exclusivo para las características de mantenimiento
			Utilizar los reportes de MTTR y MTBF en SAP

Figura 4. Cuadro metodológico.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

## 1.5 Alcance

Al tratarse de un proyecto de graduación y de una práctica profesional, el alcance se plantea a corto plazo. El tiempo que se dispone para desarrollar este proyecto, son los cuatro meses de la práctica profesional, donde se espera desarrollar las cuatro primeras etapas de la estrategia DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar) para proponer un modelo de mejora continua en el proceso productivo de las dos blisteras Uhlmann B1330 de Gutis Ltda.

Cada una de estas máquinas, son la mitad de una línea de empaque completa, donde no solo se forman los blísteres con el producto adentro, sino que también se forman, se llenan, se sellan y se etiquetan las cajas de cartón que forman los lotes. Sin embargo, para fines de la investigación se limitará a la solo la primera parte de ambas líneas, por cuestiones de tiempo.

Para la etapa de mejoras en este proyecto, no se contempla que las medidas sean implementadas en el transcurso del proyecto para no comprometer a la empresa a tener que implementar medidas que generen más carga de trabajo, en especial si en este momento no son prioridad. Aún si hay otros departamentos involucrados por sus efectos, las propuestas presentadas son solo las que tienen al departamento de mantenimiento de Gutis como el responsable de su implementación.

Por razones de tiempo, se determina no desarrollar la etapa de control, ya que no se puede verificar o validar las medidas propuestas sin implementarlas. Por lo que la viabilidad de las propuestas se proyecta con ayuda de las tendencias numéricas de los indicadores.

Gran parte de las propuestas no son cambios que representen una ganancia tangible, ya que se enfocan en el instrumento para cuantificar el rendimiento del departamento de mantenimiento. Todos estos cambios son meramente administrativos y corresponden a la plataforma de SAP.

## 1.6 Limitaciones

Los técnicos son el personal de mano de obra del departamento de mantenimiento. Su falta de capacitación y su oposición al cambio para llenar los datos de las órdenes de trabajo en SAP es una limitación para cualquier investigación que involucre la información de este software, porque hay problemas con la información que recibe y almacena. Por falta de instrucciones, ellos dejan la información incompleta, e ingresan los datos de maneras distintas y sin estándar alguno. Esto hace que algunas características, como algunos indicadores que ya están presentes en el programa, no funcionen. Aunque esto sea una limitación, se puede solucionar, y como parte del proyecto, se deben realizar capacitaciones para garantizar la confiabilidad de los datos que brinde el personal, y brindar el apoyo necesario para vencer la resistencia al cambio.

Los períodos de demanda de los equipos también son una restricción para los objetivos. Los rangos de tiempo en los que se requiere producir son muy variantes. Puede haber campañas de fabricación de un mismo tipo de tableta hasta por varias semanas seguidas sin ventanas para poder hacer mantenimiento. Planificar es el verdadero reto del mantenimiento en esos equipos y se busca proponer soluciones para simplificar y redistribuir de mejor manera las labores preventivas.

Como se expresó anteriormente en el alcance del proyecto, las mejoras se plantean como propuestas, porque, se entiende que no son cambios que se puedan realizar en periodos de uno o dos meses. Esto implica no poder lograr resultados en el transcurso de la práctica profesional.

## 1.7 Viabilidad

Se espera que este proyecto sea el inicio para una solución integral en un proceso tan crítico para la empresa como lo es el blisteo de las tabletas producidas. Si bien los resultados esperados no logran directamente una ganancia económica tangible, el proyecto tampoco representa una inversión para la empresa, y sin embargo, les otorga nuevas herramientas administrativas como los indicadores de mantenimiento, una propuesta para el desarrollo de la metodología DMAIC en las blisteras Uhlmann B1330, propuestas para disminuir los tiempos de paro en estos equipos, y las modificaciones en el sistema informático SAP para poder utilizar herramientas que actualmente no están utilizando de la mejor forma. Estas nuevas disposiciones, ya son incluso necesidades para el departamento, por lo que se cuenta con el apoyo de la Gerencia de Mantenimiento.

El aspecto que mejor refleja la viabilidad del proyecto es poder implementar algunos de los indicadores en SAP. Esto disminuiría el tiempo que se requiere para procesar la información de las órdenes de trabajo con sólo generar un reporte con los indicadores que se desean analizar. Esta disminución en los plazos de análisis de gestión hace viable el análisis de las órdenes de trabajo, pues en la actualidad no existe algún tipo de estudio de estos registros.

Finalmente, en cuanto a viabilidad económica, en el desarrollo del proyecto, específicamente en el apartado de propuestas de mejora, para cada una de ellas se establece una proyección de lo que representarían financieramente si son implementadas. Este análisis se hace con un enfoque a futuro pues según el alcance de este proyecto, no se planea implementar las propuestas por razones de tiempo, por lo que al finalizar el proyecto no habría evidencias de que generara alguna ganancia tangible. Sin embargo, el implementar las ideas sugeridas en corto o mediano plazo tendría un impacto directo en el costo de oportunidad de la producción por la reducción de los tiempos de paro.

## **1.8 Justificación**

La realización de este proyecto busca beneficiar a Gutis con las herramientas para adquirir valores numéricos que permitan evaluar las labores de mantenimiento en el futuro. Sin esta retroalimentación, no existirá una verdadera evolución en el departamento de mantenimiento donde se pueda aprender de las evidencias del pasado para optimizar procesos pensando en el futuro (García, 2003).

Sin este proyecto, la empresa no tiene la posibilidad de comparar los resultados que brinda el departamento. El diseño, la implementación y la recolección de datos de los indicadores, son solo la etapa inicial de un nuevo horizonte en las metas del mantenimiento de Gutis.

La función de un registro de indicadores es convertirse en un grupo control para los cambios en gestión y procedimientos en búsqueda de una verdadera mejora continua. Sin este historial, no hay un argumento para fundamentar una comparación (García, 2003).

## **2. Marco teórico**

### **2.1 Mantenimiento Industrial**

La función del mantenimiento industrial consiste en lograr que la organización a la que pertenece logre su objetivo esto por medio de la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los activos (Tavares, 1999).

El mantenimiento tiene muchos tipos, formas y maneras de ser llevado a cabo. Entre los tipos más comunes que existen podemos denotar como los tipos más grandes el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

#### ***2.1.1 Mantenimiento correctivo***

Es el conjunto de operaciones que corrigen los defectos o averías para restaurar las condiciones para que el equipo pueda cumplir con el propósito para el que fue construido.

#### ***2.1.2 Mantenimiento preventivo***

Prácticas que garantizan la confiabilidad de los equipos cuando están en funcionamiento sin que se produzcan accidentes o averías imprevistos. Busca evitar el mantenimiento correctivo no programado.

#### ***2.1.3 Mantenimiento predictivo***

Se basa en analizar la situación de la máquina evaluando la tendencia en las mediciones de variables físicas mientras el equipo está en funcionamiento. Según el registro historial se puede determinar cuándo es necesario reparar antes de una avería si hay un cambio respecto a valores de control en las mediciones (Duffuaa, Dixon, & Raouf, 2000).

### **2.2 Gestión de mantenimiento**

Según Prando (1996), una buena gestión de mantenimiento es la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.

La importancia de una buena gestión de mantenimiento es poder mantener todos los activos en el mejor estado de funcionamiento de la mejor manera, para garantizar una producción de la más alta calidad, con la mayor posibilidad posible,

las mejores condiciones laborales, alta confiabilidad, bajos costos y sin desperdicios de energía (Duffuaa, Dixon, & Raouf, 2000).

## **2.3 Indicadores de rendimiento**

Los indicadores o KPI (por sus siglas en inglés, Key Performance Indicator) representan o definen la situación actual del mantenimiento. Son una herramienta para medir el cumplimiento de objetivos y para mantener un registro del avance del rendimiento en el tiempo (Niven, 2006).

Un sistema de indicadores tiene como función transformar datos de un activo en información que al ser interpretada genera resultados. “A partir de una serie de datos, nuestro sistema de procesamiento debe devolvernos una información, una serie de indicadores en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento” (García, 2003, p. 255).

Para una organización, y en especial su departamento de mantenimiento, es muy importante que sus indicadores sean inalterables, confiables y que sean de fácil acceso. Los indicadores deben de ser seleccionado según el tipo de equipo, tipo de dato por recoger y para que nos sirve este índice. Una mala elección generara números sin valor e inútiles. Sin embargo; aun cuando se seleccionen bien los indicadores una mala implementación arrojará valores erróneos, lo que generaría un registro corrupto y no confiable (Ortíz, Pinzón, & Mesa, 2006).

Para la valoración de los indicadores se recomiendan los siguientes criterios:

- 1) El cumplimiento de objetivos y acciones asignadas.
- 2) Evolución de los objetivos y las acciones asignadas.
- 3) Evolución de los procesos con problemas o mejores potenciales.
- 4) Coherencia de los números o valores emitidos (Piedra, 2016).

## **2.4 Indicadores de mantenimiento propuestos**

### ***2.4.1 Órdenes de trabajo ejecutadas***

La cantidad de órdenes de trabajo es una evidencia directa de la demanda de mantenimiento exigida. Por esto, clasificar y contar la cantidad de estos documentos, determinaría el balance de la carga requerida por la organización (García, 2003).

Entre todos los indicadores que se pueden generar con esta información, se destaca como el más vital, el porcentaje de órdenes solicitadas que fueron realizadas. Este valor compara la demanda y la oferta registradas, y se puede calcular por medio de la siguiente fórmula matemática:

$$(\text{Órdenes ejecutadas}) = \frac{(\text{Órdenes de trabajo realizadas})}{(\text{Órdenes de trabajo solicitadas})} * 100\%$$

Ecuación 1. Órdenes de trabajo ejecutadas

### **2.4.2 Distribución del tiempo de trabajo de mantenimiento**

La duración de las operaciones es otra característica para lograr medir la demanda de trabajo de un departamento de mantenimiento. Esta no solo reflejaría la cantidad de tiempo invertido en un equipo específico, sino que también puede mostrar en qué tipo de tareas fueron ejecutadas en ese tiempo (García, 2003).

Esta información se puede expresar de muchas maneras, lo más común es que se presente en promedios mensuales o semanales, pero también es muy utilizado en porcentajes de un cierto tipo de operación específica respecto al tiempo total invertido en mantenimiento. Los tipos de tareas se debe ajustar a la clasificación existente entre la información de las órdenes de trabajo.

### **2.4.3 Tiempo promedio de respuesta a los avisos**

Los avisos de mantenimiento son informes que se emiten para solicitar la ayuda del departamento de mantenimiento para resolver algún problema por el surgimiento de una descompostura que afecte el desempeño de la actividad de la organización o porque se requiere corregir el estado de algún activo de esta.

Según Gómez, (2016), estos avisos se ponen en lista para ser tratados con una orden de trabajo como respuesta. El tiempo que duran en espera mientras reciben una respuesta, es parte fundamental del MTTR. Sin embargo, este indicador no incluye el tiempo de la duración de la orden de trabajo respectiva. La ecuación que se utiliza para determinar este tiempo es la siguiente:

$$= \frac{(\text{Tiempo promedio de respuesta a los avisos})}{(\text{Total de tiempos entre la creación de un aviso y su orden respectiva})} \\ (\text{Numero de ordenes de trabajo asociadas a un aviso})$$

Ecuación 2. Tiempo promedio de respuesta a los avisos

#### **2.4.4 Disponibilidad**

Según García (2003), este índice muestra el porcentaje del tiempo en que el equipo está disponible para trabajar de forma efectiva. Intervenir una máquina con actividades que no le permitan producir, como mantenimiento, ajustes o reabastecimiento de insumos; disminuye el valor de este índice. Para calcular este indicador la ecuación está dada de la siguiente manera:

$$(\text{Disponibilidad}) = \frac{(\text{Horas productivas}) - (\text{Horas parada por mantenimiento})}{(\text{Horas productivas})}$$

Ecuación 3. Disponibilidad.

#### **2.4.5 Tiempo medio entre fallas (mean time between failures, MTBF)**

Según García (2003), es la medida de tiempo entre una falla y otra presentadas en el mismo equipo. La idea es que este índice sea lo mayor posible, ya sea con largos plazos sin fallas o muy pocas fallas en un solo lapso. Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$(\text{MTBF}) = \frac{(\text{Total de horas del periodo de análisis})}{(\text{Cantidad de averías})}$$

Ecuación 4. Tiempo medio entre fallas.

#### **2.4.6 Tiempo medio para reparar (mean time to repair, MTTR)**

Según García (2003), este valor muestra una media del tiempo de reparación entre todas las averías del periodo de análisis. Este permite ver aproximadamente cuando tiempo productivo se pierde por una avería inesperada. El cálculo de este indicador se realiza por medio de la siguiente ecuación:

$$(\text{MTTR}) = \frac{(\text{Total de horas de paro por avería})}{(\text{Cantidad de averías})}$$

Ecuación 5. Tiempo medio entre fallas.

### **2.5 Lean manufacturing**

La meta de la manufactura esbelta es eliminar los “desperdicios” productivos para aumentar eficiencia de los procesos y disminuir el costo de oportunidad. El concepto fundamental de este modelo de gestión es identificar los

aspectos del proceso donde se pierde tiempo (Babb, Marsh, Meisel, & Schlichting, 2007).

Según Babb et al.,(2007, p. 2), los desperdicios se definen como “cualquier cosa que no agregue valor desde la perspectiva del cliente”. Estas pérdidas se clasifican de la siguiente manera:

- Corrección: es la necesidad de invertir tiempo en reparar equipos o productos por fallas.
- Movimientos: todo movimiento innecesario de un trabajado que podría ser evitado, por pequeño que sea, implica un desperdicio.
- Sobreproducción: aumentar la cantidad no es sinónimo de aumentar las ganancias. todo exceso de producción conlleva a pérdidas de tiempo y dinero.
- Transporte: los traslados innecesarios de un trabajado que podría ser evitado, por pequeño que sea, implica un desperdicio.
- Inventario: Almacenar cantidades excesivas de materia prima, repuestos y producto terminado es un desperdicio de espacio y dinero.
- Procedimientos: muchos procedimientos pueden ser innecesarios para realizar una tarea, y representan un desperdicio de tiempo pues se pudo alcanzar un mismo resultado con menos operaciones.
- Tiempo de espera: desperdicio de tiempo por no poder realizar una etapa del proceso por tener que esperar a que se realice una anterior.

## **2.6 Six Sigma**

Según Gutiérrez y de la Vara (2009), es una estrategia para determinar metodologías de mejora continua. Busca eliminar las causas, errores, defectos y retrasos en los procesos productivos. Su característica principal se basa en mejorar la desviación estándar poblacional como el valor que cuantifica la variación en el comportamiento del proceso. Su nombre proviene del valor meta ideal en la calidad del proceso, 6 Sigma por su nombre en inglés. Este objetivo significa un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades, cantidad que representa el 99.9997% de rendimiento. Estos valores provienen de la siguiente tabla.

Tabla 1. Relación entre niveles Sigma con sus respectivos rendimientos, defectos por millón de oportunidades y costos de calidad respecto a las ventas.

NIVEL DE SIGMAS (CORTO PLAZO)	RENDIMIENTO DEL PROCESO (LARGO PLAZO)	PPM	COSTOS DE CALIDAD COMO % DE LAS VENTAS
1	30.90%	690 000	NA
2	69.20%	308 000	NA
3	93.30%	66 800	25-40 %
4	99.40%	6 210	15-25 %
5	99.98%	320	5-15 %
6	99.9997	3.4	< 5 %

*Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma (Gutiérrez & de la Vara, 2009, p.426).*

Los antecedentes de Six Sigma, inician cuando fue implementada por primera vez en Motorola por Bob Galvin como presidente de la compañía, en 1987. Desde ese momento hasta la actualidad, grandes empresas como General Electric y Allied Signal, en Estados Unidos de América, y hasta empresas latinoamericanas como Mabe han adoptado esta estrategia y han logrado aumentar sus ingresos significativamente. Por ejemplo, Motorola ahorró durante tres años un aproximado de 1000 millones de dólares logrando el premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988 (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

### **2.6.1 Estructura directiva y técnica de Six Sigma**

Según Gutiérrez y de la Vara (2009), un principio de este modelo es liderar con un compromiso desde los niveles más altos hacia los más bajos. Esto se logra apoyándose en una estructura de roles con características, capacitaciones y acreditaciones específicas como se muestra en la siguiente figura.

NOMBRE	ROL	CARACTERÍSTICAS	CAPACITACIÓN A RECIBIR	ACREDITACIÓN
Líder de implementación	Dirección del comité directivo para 6 $\sigma$ . Suele tener una jerarquía sólo por abajo del máximo líder ejecutivo de la organización.	Profesional con experiencia en la mejora empresarial en calidad, es muy respetado en la estructura directiva.	Liderazgo, calidad, conocimiento estadístico básico (pensamiento estadístico); entendimiento del programa 6 $\sigma$ y de su metodología (DMAMC).	
Champions y/o patrocinadores	Gerentes de planta y gerentes de área, son los dueños de los problemas; establecen problemas y prioridades. Responsables de garantizar el éxito de la implementación de 6 $\sigma$ en sus áreas de influencia.	Dedicación, entusiasmo, fe en sus proyectos, capacidad para administrar.	Liderazgo, calidad, conocimiento estadístico básico, y un buen entendimiento del programa Seis Sigma, así como de su metodología de desarrollo de proyecto (DMAMC).	Aprobar examen teórico-práctico acerca de las generalidades de 6 $\sigma$ y el proceso DMAMC.
Master black belt (MBB)	Dedicados 100% a 6 $\sigma$ , brindan asesoría y tienen la responsabilidad de mantener una cultura de calidad dentro de la empresa. Dirigen o asesoran proyectos clave. Son mentores de los BB.	Habilidades y conocimientos técnicos, estadísticos y en liderazgo de proyectos.	Requieren amplia formación en estadística y en los métodos de 6 $\sigma$ (de preferencia Maestría en estadística o calidad), y recibir el entrenamiento BB.	Haber dirigido cuando menos un proyecto exitoso y asesorado 20 proyectos exitosos. Aprobar examen teórico-práctico acerca de currículo BB y aspectos críticos de 6 $\sigma$ .
Black belt (BB)	Gente dedicada de tiempo completo a Seis Sigma, realizan y asesoran proyectos.	Capacidad de comunicación. Reconocido por el personal por su experiencia y conocimientos. Gente con futuro en la empresa.	Recibir el entrenamiento BB con una base estadística sólida.	Haber dirigido dos proyectos exitosos y asesorado cuatro. Aprobar examen teórico-práctico acerca del currículo BB y aspectos críticos de 6 $\sigma$ .
Green belt	Ingenieros, analistas financieros, expertos técnicos en el negocio; atacan problemas de sus áreas y están dedicados de tiempo parcial a 6 $\sigma$ . Participan y lideran equipos Seis Sigma.	Trabajo en equipo, motivación, aplicación de métodos (DMAMC), capacidad para dar seguimiento.	Recibir el entrenamiento BB.	Haber sido el líder de dos proyectos exitosos. Aprobar examen teórico-práctico acerca de currículo BB.
Yellow belt	Personal de piso que tiene problemas en su área.	Conocimiento de los problemas, motivación y voluntad de cambio.	Cultura básica de calidad y entrenamiento en herramientas estadísticas básicas, DMAMC y en solución de problemas.	Haber participado en un proyecto. Aprobar examen teórico-práctico acerca del entrenamiento básico que recibe.

Figura 5. Definición de los roles de un proyecto Six Sigma

Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma (Gutiérrez & de la Vara, 2009, p.423).

## 2.6.2 Metodología DMAIC

Según Gutiérrez y de la Vara (2009), este acrónimo representa las etapas que determina Six Sigma para realizar un proyecto de mejora continua. La descripción de cada una y la relación entre ellas se muestran en la siguiente figura.

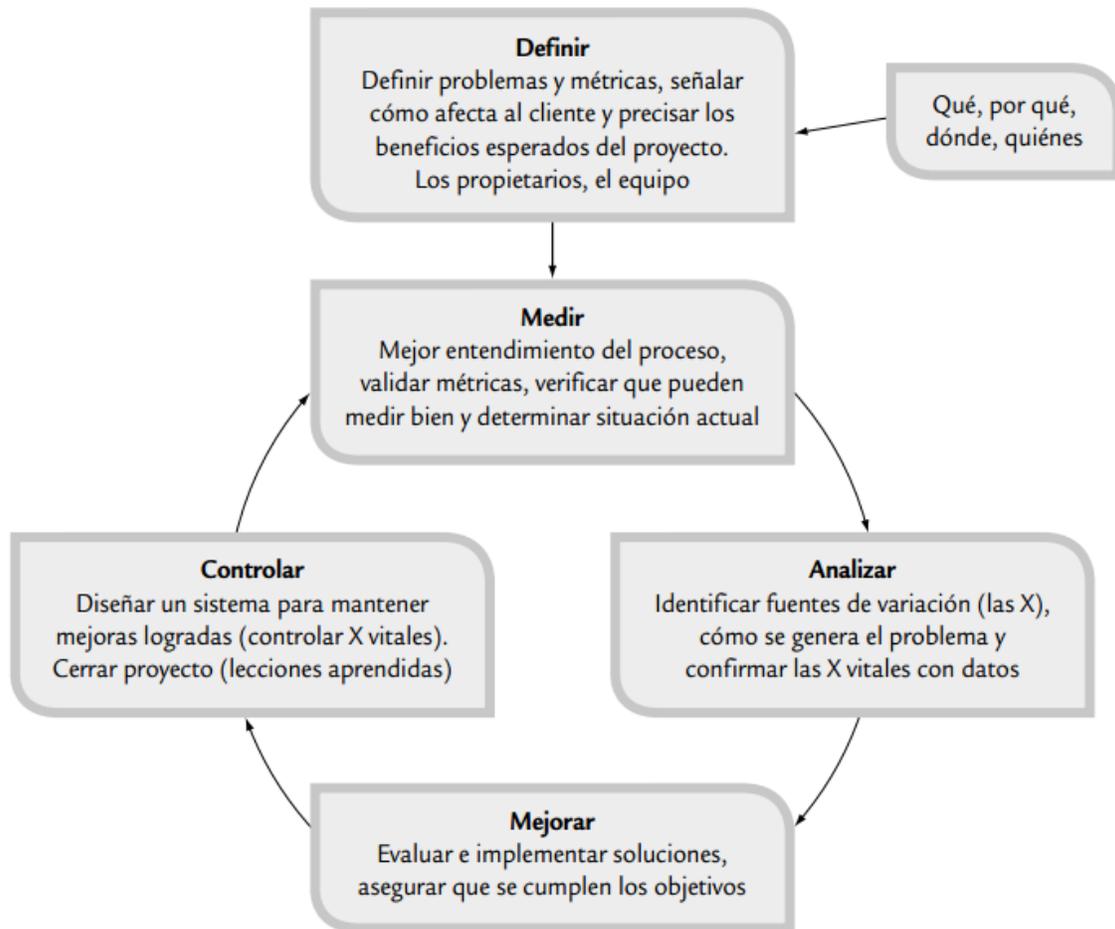


Figura 6. Metodología DMAIC.

*Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma (Gutiérrez & de la Vara, 2009, p.425).*

### 2.6.2.1 Definir

En esta primera etapa se debe definir en un marco de proyecto (Project Charter) el problema, los objetivos, las métricas de éxito, el alcance y los beneficios del proyecto. Además, se deben designar los roles a los responsables de trabajar para alcanzar la meta (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

### 2.6.2.2 Medir

En esta segunda fase el objetivo es cuantificar la magnitud del problema. Por lo que se establecen las métricas para evaluar el éxito del proyecto (las Y), y con ellas realizar una evaluación inicial de la situación. Estas métricas pueden ser estudios numéricos repetibles y reproducibles, técnicas estadísticas, análisis modal de fallos y efectos o estudios de los procesos (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

### 2.6.2.3 Analizar

Esta etapa identifica las causas raíz del problema (las X) para analizar cómo afecta el proceso en el problema definido. En esta fase se pueden utilizar todas las herramientas que sean útiles para definir las causas de los efectos que generan el problema. Entre estas se recomiendan algunas como: lluvia de ideas, diagramas de causa-efecto, diagramas de Pareto, análisis de los procesos, y pruebas de hipótesis (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

### 2.6.2.4 Mejorar

En esta fase se deben de comparar las diferentes soluciones aparentes. El objetivo es implementar las medidas que cumplan con criterios o prioridades que requieren las causas identificadas anteriormente (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

### 2.6.2.5 Controlar

Ya con las disposiciones implementadas y funcionando, se debe montar un método de control que verifique que el comportamiento de las X (causas raíz) se mantengan evidenciando que las mejoras lograron soportar la prueba del tiempo.

Este sistema de comprobación debe, entre otras cosas; evitar que el proceso pierda el rendimiento ganando, impedir que las causas que se buscan disminuir no vuelvan a surgir, y que las mejoras no se estanquen y se sigan aplicando. Esta necesidad se logra con cuatro acciones de control: estandarización del proceso, documentación del plan, monitoreo constante del proceso y la difusión de los resultados que arroja el proyecto (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

## **2.7 Lean Six Sigma**

Según Babb, Marsh, Meisel, y Schlichting (2007), la unión de estas dos metodologías comparte las ventajas de ambas, acelerando las mejoras en los procesos. El Lean Management y Six Sigma son estrategias con orígenes, enfoques y herramientas diferentes. Sin embargo, las herramientas Six Sigma abordan los problemas de variación, mientras que las herramientas Lean tratan los problemas de desperdicios en el proceso; haciendo que ambas ideologías puedan desarrollarse en conjunto sin perjudicarse entre ellas. Los procesos son afectados por la variación, y la calidad se ve perjudicada por la complejidad innecesaria del proceso. La estructura de responsabilidades y roles se hereda de Six Sigma, y esto provoca que las herramientas Lean también distribuyan las responsabilidades entre los involucrados.

Para lograr implementar programas, hay varios factores que influyen en el éxito de un proyecto Lean Six Sigma. La necesidad de un compromiso a nivel ejecutivo es el primero. Las gerencias de todos los departamentos deben adoptar las responsabilidades y colaborar. Esto implica que se requiere un cambio cultural desde la gerencia general garantizando que los métodos de implementación de metas y de control del desempeño de Lean Six Sigma invadan las estrategias corporativas (Babb, Marsh, Meisel, & Schlichting, 2007).

El proyecto debe estar vinculado a las necesidades críticas de los negocios y los clientes. Los factores que definen el alcance del proyecto son los ahorros significativos y alcanzables. Aunque la magnitud de los beneficios financieros depende del tamaño de la organización, la estrategia es adaptable a cualquier negocio sin importar su tamaño (Babb, Marsh, Meisel, & Schlichting, 2007).

## **2.8 Diagrama de causa-efecto (diagrama de Ishikawa)**

Esta herramienta es un gráfico donde se muestra una estructura de causas que conllevan a un efecto común. La función de este diagrama es clasificar los orígenes identificados de un problema que se busca resolver. Al atacar las causas se puede amortiguar o eliminar los efectos y así obtener una posible solución al problema.

Este tipo de representación gráfica lleva el nombre en honor al Dr. Kaoru Ishikawa, una de las principales figuras del movimiento que impulsó la calidad en Japón y en todo el mundo al utilizar esta herramienta para mejorar la calidad productiva (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

### **2.8.1 Método de las 6 M**

Este es un tipo de diagrama de causa-efecto que engloba seis elementos que definen en forma global todo proceso productivo. Cada uno de estos seis aspectos, se compone de los factores directos del comportamiento del rendimiento del tal proceso en su ámbito específico. Los seis grupos de causas potenciales son: métodos de trabajo, mano de obra o personal, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

Según Priyo (2010), para determinar las causas de estos conjuntos, se debe identificar las características que se ven reflejadas en el problema analizado. Por esa razón el método de las 6 M define los aspectos a tomar en cuenta para cada grupo. De esta forma se plantea la siguiente clasificación.

1. Mano de obra o personal: conocimiento, entrenamiento, habilidad capacidad y motivación.
2. Métodos: estandarización, excepciones, alternativas y operaciones definidas.
3. Equipos: capacidad, condiciones de operación, diferencias, herramientas, ajustes y mantenimiento.
4. Material: variabilidad, cambios, proveedores y tipos.
5. Mediciones: disponibilidad, definiciones, alcance, repetitividad, reproducibilidad y sesgo. Los argumentos para tomar decisiones se basan en los datos de las mediciones en el proceso.
6. Medio ambiente: ciclos y variables ambientales.

Este método tiene pros y contras. Entre las ventajas considera una gran cantidad de elementos que pueden asociarse al problema, es útil en procesos que no se conocen a detalle, y en los que se concentra un análisis sobre el proceso sin tomar en cuenta el producto. Sin embargo, entre las desventajas podemos identificar que en una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales y no hay equilibrio entre la cantidad de éstas y, aun así, pequeños detalles del proceso pueden quedar por fuera. También es una limitante que el método gráfico no sea ilustrativo para quien es ajeno al proceso (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

## **2.9 Análisis CNX**

Una herramienta utilizada a menudo para analizar los resultados de un diagrama de Ishikawa es el análisis CNX. Este instrumento clasifica las causas determinadas en tres tipos diferentes, donde cada uno se denota por la inicial de su nombre en inglés. El grupo asignado plantea que tipo de cambio se espera de las causas que lo integran al intentar tratar de disminuir sus efectos o de eliminarlas. La clasificación es la siguiente:

7. Constante (C): factores que se catalogan con cambios despreciables o no significativos con respecto a las medidas de mejora.
8. Ruido (N): factores con comportamiento impredecible o con efectos que no pueden ser controlados con las soluciones planeadas.
9. Experimental (X): Son las causas atacadas directamente. La idea es probar si alguna disposición de mejora continua puede mermar sus efectos y comprobarlo experimentalmente.

Realizar este estudio permite determinar a qué causas se apunta directamente a mejorar con las propuestas de mejora, y al mismo tiempo determinar qué aspectos se muestran como parte del proceso productivo y si

pueden controlarse o no. Este análisis debe realizarse con el alcance y los objetivos del proyecto como límites para definir las 3 clases y ubicar cada causa en uno de ellos.

## **2.10 Diagrama de Pareto**

Este gráfico de barras muestra un orden de prioridades para las causas de un problema. Esta función se basa en el principio de Pareto. Este enunciado conocido como “ley 80-20”, declara que pocos elementos vitales generan la mayoría de los efectos, mientras que muchos triviales generan pocos efectos.

Es así como se determinan las pocas causas de muchos de los efectos que propician un problema. Este es un argumento para priorizar el inicio de una solución con medidas que traten esta población y por ende la mayoría de las consecuencias (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

## **2.11 Cuadro de mando de indicadores**

Un cuadro de mando de indicadores es una herramienta para administración donde se puede relacionar un sistema logístico con sus activos y sus aspectos intangibles. Este sistema integra la gestión, con la valoración de sus objetivos, y es así como se pueden plantear metas en un futuro lejano, pero realizando acciones a corto plazo (Gómez, 2016).

Al aplicar esta herramienta en un departamento de mantenimiento, se convierte en una herramienta para la gestión de mantenimiento, que permite la búsqueda de la mejora continua. Al determinar rangos de valores buenos, regulares y malos para los indicadores, este sistema obliga a un departamento a evolucionar para mantener los buenos índices y mejorar en los que exista la posibilidad.

Según Gómez (2016), un cuadro de mando puede plantearse con cuatro perspectivas diferentes: financiera, cliente, procesos internos, y aprendizaje y crecimiento. En el caso de un departamento de mantenimiento, estas se pueden convertir en los aspectos económico, productivo, de mejora continua y de capacitación del personal, y de esta manera determinar los indicadores necesarios según sea el fenómeno que cuantifica cada uno.

Al desarrollar un cuadro de mando, se deben determinar todos los objetivos que busca alcanzar el departamento, para cada perspectiva. Por cada perspectiva, puede haber varios objetivos; y por cada objetivo puede haber varios indicadores. Sin embargo, por cada indicador se determina en forma individual para todos, una

descripción clara de lo que medirá, la fuente de donde se obtendrán los datos para el cálculo, un código distintivo, la fórmula matemática para obtenerlo, las unidades en las que está expresado cada uno, la frecuencia de muestreo, los rangos numéricos; y el responsable de tomar los datos, de evaluar su valor, y de tomar cartas en el asunto si el dato cuantitativo refleja un comportamiento anormal y debe ser corregido.

Un beneficio fundamental de un cuadro de mando es que no es indispensable su desarrollo completo e integral como modelo de gestión, sino que se puede utilizar como una herramienta para controlar los indicadores clave de rendimiento. Esta forma de desarrollo de un cuadro de mando es común en la etapa de control de una metodología DMAIC de un proyecto Six Sigma (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

## **3. Desarrollo del proyecto**

### **3.1 Definir**

#### **3.1.1 Problema**

La planta productiva de Gutis tiene una particularidad muy específica de su industria. Cada lote de materia prima tiene en su receta no sólo las dosis de cada fármaco que formaría el medicamento final, sino que también establece por cuales procesos debe pasar para ser preparado. Esto lleva a que la demanda de cada máquina se determine según la necesidad de producir lo que el mercado solicita.

La mayor parte de las medicinas fabricadas en la empresa son en forma de tabletas. Para producir esta forma farmacéutica, el proceso principal es realizado por equipos llamados tableteadoras. El procedimiento toma los ingredientes del lote en fabricación que están separados como ingredientes en diferentes en contenedores individuales, y luego de ser formadas por la máquina, las tabletas pasan a los tambos (barriles formados por cilindros de acero inoxidable en lámina, con cierre hermético). Aun estando en estos envases, los medicamentos no pueden salir de los cuartos limpios de la planta de producción sin ser protegidos individualmente en las burbujas selladas de un blíster.

Este tipo de empaque asegura la integridad y la calidad del producto. Para todos los medicamentos fabricados por el departamento de producción de tabletas, existen solo dos máquinas que realizan el proceso de blisteo. Estos equipos son las blisteras Uhlmann B1330. Sin alguno de estos equipos falla, la producción de tabletas se ve interrumpida, pues este es un subproceso por el que todas las tabletas fabricadas en la planta deben pasar. Tomando en cuenta que esta forma farmacéutica representa la mayor parte de las ventas de la compañía, el rendimiento productivo de estas máquinas afecta directamente la percepción económica de la empresa.

El problema planteado surge al determinar las características de los equipos más críticos para la producción de la compañía, y notar la gran demanda que tienen estas dos máquinas. Al buscar información sobre estos equipos, el departamento de auditoría y costos facilitó parte del registro de tiempos de paro de las dos blisteras. Entre estos datos se distingue que la disponibilidad promedio de esta máquina es menor al 50%. Un valor poco alentador pues significa que de todo el tiempo en que se necesita de una de estas blisteras para producir, menos de la mitad es de producción efectiva.

### 3.1.1.1 Datos del departamento de auditoría y costos

En la Tabla 1 y la Tabla 2, se presenta la información compartida por parte del jefe del departamento de auditoría y costos. Estos datos representan el registro de tiempos de paro de ambas blisteras Uhlmann B1330 entre setiembre y diciembre del 2017. Esta información es procesada de manera manual y proviene de los reportes llenados a manos por los operarios que se pueden ver en el anexo 7.1.

Tabla 2. Resumen de tiempos de la blistera Uhlmann #1 entre setiembre y diciembre del 2017.

Mes	Disponibilidad	Tiempo productivo	Tiempo producción efectiva	Tiempo ajustes	Tiempo aprobación	Paros por mantenimiento	Otros paros	Paros por mantenimiento
	(%)	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	(%)
Setiembre	55,83%	240,00	134,00	74,83	13,17	3,25	14,75	1,35%
Octubre	28,36%	367,50	104,23	148,40	10,83	31,50	72,53	8,57%
Noviembre	57,34%	442,50	253,75	77,88	16,83	8,73	85,30	1,97%
Diciembre	57,38%	150,00	86,07	27,60	3,42	3,53	29,38	2,36%
Promedio	48,17%	300,00	144,51	82,18	11,06	11,75	50,49	3,92%

Fuente: Departamento de auditoría y costos de Gutis Ltda.

Tabla 3. Resumen de tiempos de la blistera Uhlmann #2 entre setiembre y diciembre del 2017.

Mes	Disponibilidad	Tiempo productivo	Tiempo producción efectiva	Tiempo ajustes	Tiempo aprobación	Paros por mantenimiento	Otros paros	Paros por mantenimiento
	(%)	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	(%)
Setiembre	65,99%	240,00	158,37	64,83	3,68	2,30	10,82	0,96%
Octubre	52,63%	360,00	189,48	111,80	15,30	6,00	37,42	1,67%
Noviembre	33,58%	337,50	113,33	78,02	26,37	3,50	116,28	1,04%
Diciembre	49,29%	165,00	81,33	33,08	0,75	0,00	49,83	0,00%
Promedio	49,21%	275,63	135,63	71,93	11,53	2,95	53,59	1,07%

Fuente: Departamento de auditoría y costos de Gutis Ltda.

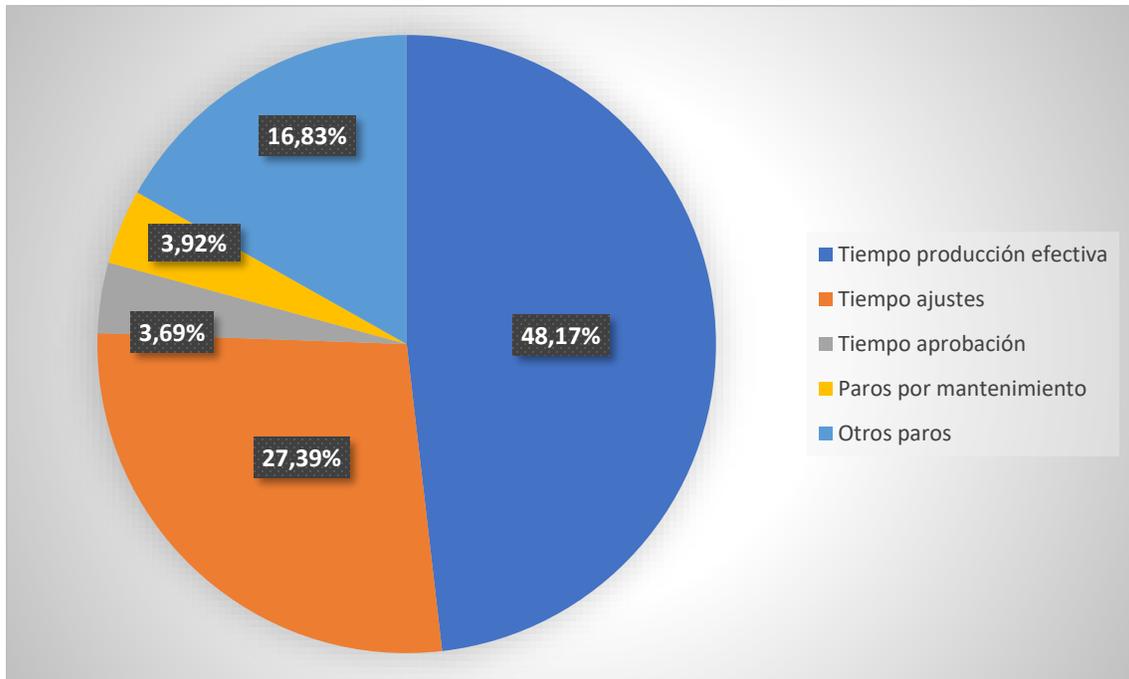


Figura 7. Gráfico circular con los tiempos promedio de la blistera Uhlmann #1 entre setiembre y diciembre del 2017.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

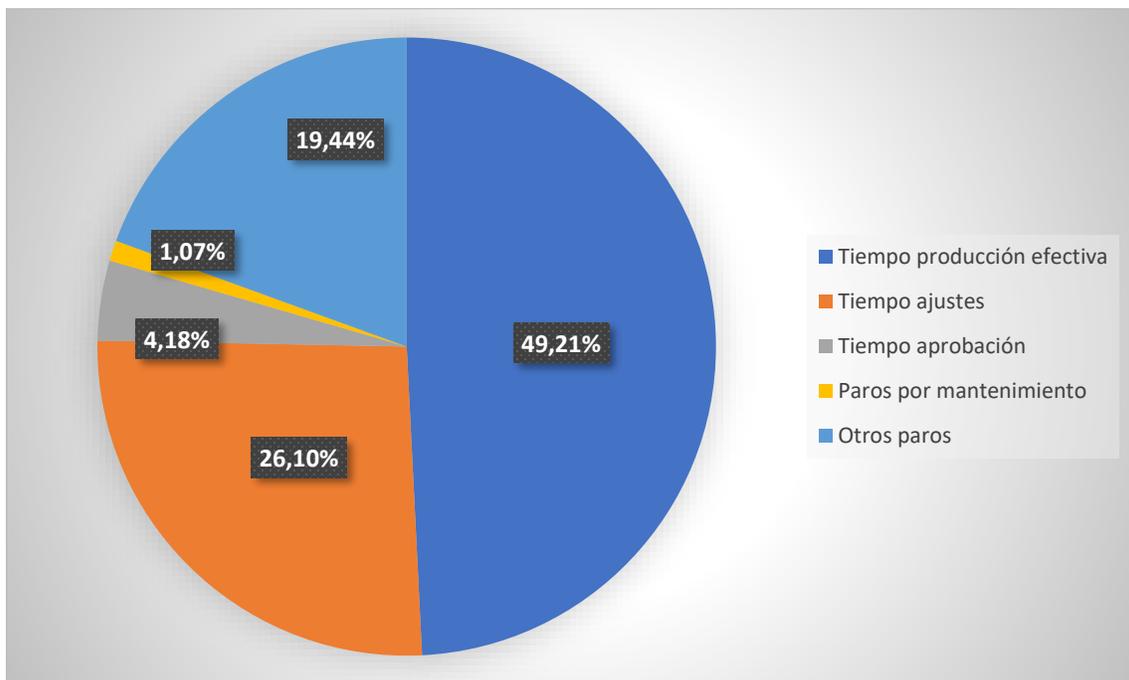


Figura 8. Gráfico circular con los tiempos promedio de la blistera Uhlmann #2 entre setiembre y diciembre del 2017.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

En la Figura 7 y la Figura 8, se muestra que el valor de la disponibilidad mensual promedio de ambas máquinas es menor al 50%, como se establece en el enunciado del problema a resolver. Además, hay que señalar que mensualmente, a excepción de la Uhlmann 1 en el mes de octubre (8,57%), los paros por mantenimiento no han representado más del 2,36% del tiempo productivo total. Dejando como los responsables mayoritarios del tiempo por paradas de producción a los ajustes y a las aprobaciones. Esto sin contar la brecha de otros paros sin clasificar, que es de magnitud considerable y no hay certeza de que los provoca.

### **3.1.2 Cuadro resumen del proyecto (*Project Charter*)**

Como respuesta al problema determinado, se plantea este proyecto como el inicio para una solución integral y completa. La meta principal de este proyecto es proponer las bases de un proceso de mejora continua para el empaque de tabletas con las blisteras Uhlmann B1330.

Con el desarrollo de las primeras cuatro etapas de la metodología DMAIC de la estrategia Lean Six Sigma, se busca marcar el camino con las herramientas necesarias para identificar y explotar las posibilidades de mejora que presenta el proceso productivo de estas blisteras. Los objetivos de estas cuatro fases son: definir el problema, medir las variables que cuantifiquen el rendimiento actual, analizar cuáles son las causas raíz, y proponer mejoras en los aspectos que pueden ser tratados para disminuir la magnitud del problema.

En el cuadro resumen de la Figura 9 se forma el marco en el que se desarrollaría el proyecto, de manera que plantea la definición formal del problema a tratar, el objetivo general, los aspectos críticos que se busca controlar, los beneficios que se buscan alcanzar y la definición del Sigma del proyecto.

<b>Resumen de Proyecto</b>	
Nombre del Proyecto:	Propuesta de un método basado en Lean Six Sigma enfocado en la cuantificación y mejora para la aplicación del mantenimiento de las blisteras Uhlmann B1330 de Gutis Ltda.
Empresa:	Gutis Ltda.
Realizado por:	Fabián Núñez Blanco
<b>Definición del Problema</b>	<b>Objetivo del Proyecto</b>
Baja disponibilidad de las blisteras Uhlmann B1330. Según los datos del departamento de costos, entre setiembre y diciembre del 2017, la disponibilidad promedio de ambas máquinas es del 48,7%.	Proponer las bases de una metodología de mejora continua para el proceso productivo de las blisteras Uhlmann B1330 de Gutis con el desarrollo de las primeras cuatro etapas de la estrategia DMAIC de la metodología Lean Six Sigma.
<b>Crítico para la Calidad (CTQ's)</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Pérdidas:</b> Se pierde la oportunidad de producir mas por la ocurrencia de fallas.	Reducción de pérdidas por fallas. Disminución del costo de oportunidad.
<b>Tiempo:</b> Se tiene que invertir mas tiempo al reparar que al prevenir fallas.	Mejora en el desempeño operativo de los equipos. Mejora en la eficiencia de las labores de mantenimiento.
<b>Calidad:</b> Hay tiempos de paro que son necesarios para asegurar la calidad	
<b>Definición del Defecto y su Oportunidad</b>	<b>Sigma del proyecto</b>
<b>Oportunidad:</b> Una hora potencialmente productiva.	<b>DPMO actual:</b> 59022
<b>Defecto:</b> Paro por mantenimiento.	<b>Sigma actual:</b> 3,06
	<b>DPMO meta (90% del actual):</b> 53120
	<b>Sigma meta:</b> 3,12

Figura 9. Cuadro resumen del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

### 3.1.3 Propuesta de equipo Six Sigma

Establecer la estructura de los miembros del equipo y sus responsables es parte vital para que de la estrategia Lean Six Sigma funcione de la mejor manera. Por esta razón, si se deseara realizar un proyecto integral que englobe todo el proceso productivo de las líneas de blisteo, se presenta en la Tabla 4 la propuesta de una organización para llevar a cabo esta metodología donde se asignan los roles y sus responsabilidades. Los detalles del rol de cada miembro del grupo se denotan en la Figura 5.

Tabla 4. Estructura de roles Six Sigma propuesta.

Miembro del equipo	Puesto en la empresa
Champion	Gerente de producción
Black belt	Jefe o supervisor de producción de tabletas
Green belt	Ingeniero o supervisor de mantenimiento
Yellow belts	Técnicos de mantenimiento y operarios de la máquina

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

## **3.2 Medir**

El departamento de mantenimiento de Gutis no cuenta con ningún tipo de indicador. Esto quiere decir, que respaldan su rendimiento de manera cualitativa con el argumento de no retrasar y cumplir con la producción exigida. Este es un impedimento al querer medir cuál es realmente la situación inicial o actual de su administración. Una valoración cualitativa no es suficiente para una verdadera evaluación. Es necesario cuantificar y obtener datos numéricos para respaldar por qué se hacen las cosas, como se hacen, porque no se hacen otras alternativas, por qué se realiza algún cambio, y cualquier otra decisión que requiera un argumento para mejorar la forma en que se trabaja para dar mantenimiento en la compañía.

### ***3.2.1 Indicadores de rendimiento de mantenimiento (KPI)***

Los datos del departamento de costos que se utilizaron para definir el proyecto son ajenos al departamento de mantenimiento, por lo que el siguiente paso en la investigación fue realizar mediciones para evaluar con datos numéricos el estado de la gestión de mantenimiento para estos equipos. Para este fin se analizó la información registrada en las bases de datos de SAP, y se obtuvieron valores mensuales, totales y promedio. Los datos de interés que fueron calculados son:

- La cantidad de órdenes de trabajo generadas y el porcentaje que fue realizado efectivamente
- La cantidad de órdenes que fueron solicitadas por medio de avisos y cuál fue el tiempo promedio para responder con una solución
- Los tiempos invertidos en tareas de mantenimiento correctivo, preventivo y aprobaciones.

Los indicadores fueron calculados por medio de tablas generadas en Excel para ambos equipos y para cada mes desde julio del 2016 hasta abril del 2018 (22 meses o periodos). Los valores obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8.

Tabla 5. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #1 (primera parte).

Mes	Año	Periodo	Paro por mantenimiento (horas)	Aprobaciones		Correctivo		Preventivo	
				(horas)	(%)	(horas)	(%)	(horas)	(%)
Julio	2016	1	8,36	1,66	19,83	2,91	34,83	3,79	45,33
Agosto	2016	2	7,26	3,93	54,08	3,33	45,84	0,01	0,08
Septiembre	2016	3	12,40	2,09	16,84	6,61	53,27	3,71	29,89
Octubre	2016	4	8,04	1,08	13,45	6,96	86,55	0,00	0,00
Noviembre	2016	5	12,09	2,18	18,06	1,84	15,18	8,07	66,76
Diciembre	2016	6	21,45	2,19	10,23	0,53	2,49	18,72	87,28
Enero	2017	7	23,36	2,60	11,12	17,82	76,29	2,94	12,59
Febrero	2017	8	5,67	2,10	36,93	1,65	29,12	1,93	33,95
Marzo	2017	9	33,50	3,73	11,15	21,98	65,62	7,78	23,24
Abril	2017	10	10,75	0,61	5,68	10,14	94,32	0,00	0,00
Mayo	2017	11	10,25	2,21	21,56	8,04	78,44	0,00	0,00
Junio	2017	12	11,72	3,65	31,10	3,65	31,14	4,43	37,76
Julio	2017	13	17,99	1,86	10,34	13,27	73,75	2,86	15,91
Agosto	2017	14	17,90	2,09	11,65	9,95	55,59	5,86	32,76
Septiembre	2017	15	19,62	2,67	13,63	16,58	84,48	0,37	1,89
Octubre	2017	16	25,10	1,89	7,52	21,47	85,52	1,75	6,96
Noviembre	2017	17	25,82	3,99	15,47	15,26	59,09	6,57	25,44
Diciembre	2017	18	13,81	2,64	19,09	5,96	43,17	5,21	37,74
Enero	2018	19	19,92	3,27	16,43	5,87	29,45	10,78	54,12
Febrero	2018	20	8,35	3,63	43,46	4,72	56,54	0,00	0,00
Marzo	2018	21	37,98	2,78	7,33	14,85	39,10	20,35	53,57
Abril	2018	22	8,12	2,12	26,05	4,71	57,99	1,30	15,95
<b>Promedio</b>			<b>16,34</b>	<b>2,50</b>	<b>19,14</b>	<b>9,00</b>	<b>54,44</b>	<b>4,84</b>	<b>26,42</b>
<b>Total</b>			<b>359,46</b>	<b>54,96</b>	<b>-</b>	<b>198,09</b>	<b>-</b>	<b>106,41</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

Tabla 6. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #1 (segunda parte).

Mes	Año	Periodo	Ordenes generadas	Ordenes ejecutadas (%)	Ordenes solicitadas por avisos	Tiempo promedio de respuesta (horas)
Julio	2016	1	5	100,00	4	55,25
Agosto	2016	2	4	100,00	3	0,23
Septiembre	2016	3	30	100,00	2	0,41
Octubre	2016	4	6	100,00	3	0,52
Noviembre	2016	5	7	100,00	1	2,85
Diciembre	2016	6	10	100,00	1	0,67
Enero	2017	7	17	100,00	9	0,49
Febrero	2017	8	16	100,00	5	2,69
Marzo	2017	9	19	100,00	10	1,07
Abril	2017	10	9	100,00	7	0,34
Mayo	2017	11	1	100,00	1	0,48
Junio	2017	12	23	100,00	9	51,76
Julio	2017	13	28	100,00	9	10,40
Agosto	2017	14	27	100,00	18	3,58
Septiembre	2017	15	18	94,74	16	0,88
Octubre	2017	16	28	100,00	15	2,81
Noviembre	2017	17	17	94,44	9	1,64
Diciembre	2017	18	27	100,00	7	35,46
Enero	2018	19	13	100,00	8	1,07
Febrero	2018	20	6	100,00	6	0,26
Marzo	2018	21	32	100,00	9	0,78
Abril	2018	22	11	100,00	5	8,18
<b>Promedio</b>			<b>16,09</b>	<b>99,51</b>	<b>7,14</b>	<b>8,26</b>
<b>Total</b>			<b>354,00</b>	<b>-</b>	<b>157,00</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

Tabla 7. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #2 (primera parte).

Mes	Año	Periodo	Paro por mantenimiento (horas)	Aprobaciones		Correctivo		Preventivo	
				(horas)	(%)	(horas)	(%)	(horas)	(%)
Julio	2016	1	4,12	1,70	41,27	2,42	58,73	0,00	0,00
Agosto	2016	2	8,32	4,25	51,04	4,08	48,96	0,00	0,00
Septiembre	2016	3	19,19	1,97	10,28	4,18	21,77	13,04	67,95
Octubre	2016	4	23,79	2,65	11,15	21,14	88,85	0,00	0,00
Noviembre	2016	5	9,15	2,72	29,73	2,05	22,41	4,38	47,85
Diciembre	2016	6	9,27	1,09	11,75	5,47	58,97	2,71	29,28
Enero	2017	7	8,99	1,82	20,21	7,17	79,79	0,00	0,00
Febrero	2017	8	10,67	1,59	14,86	7,59	71,11	1,50	14,03
Marzo	2017	9	22,47	3,86	17,18	7,38	32,84	11,23	49,98
Abril	2017	10	6,80	0,49	7,23	6,30	92,77	0,00	0,00
Mayo	2017	11	7,41	1,66	22,37	5,76	77,63	0,00	0,00
Junio	2017	12	15,40	2,85	18,52	6,95	45,10	5,61	36,39
Julio	2017	13	9,91	2,31	23,35	5,98	60,36	1,61	16,29
Agosto	2017	14	8,96	1,51	16,87	7,45	83,13	0,00	0,00
Septiembre	2017	15	16,43	3,66	22,28	10,30	62,71	2,47	15,02
Octubre	2017	16	22,43	2,19	9,77	20,24	90,23	0,00	0,00
Noviembre	2017	17	16,71	3,52	21,05	4,98	29,78	8,22	49,17
Diciembre	2017	18	4,99	2,57	51,57	2,42	48,43	0,00	0,00
Enero	2018	19	8,42	1,30	15,39	2,65	31,49	4,48	53,13
Febrero	2018	20	9,32	1,81	19,42	7,51	80,58	0,00	0,00
Marzo	2018	21	25,63	3,18	12,43	16,66	65,01	5,78	22,56
Abril	2018	22	28,48	2,91	10,23	19,38	68,03	6,19	21,74
<b>Promedio</b>			<b>13,49</b>	<b>2,35</b>	<b>20,82</b>	<b>8,09</b>	<b>59,94</b>	<b>3,06</b>	<b>19,25</b>
<b>Total</b>			<b>296,87</b>	<b>51,62</b>	<b>-</b>	<b>178,04</b>	<b>-</b>	<b>67,21</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

Tabla 8. Indicadores calculados manualmente con la información de la base de datos de las ordenes de trabajo de mantenimiento para la blistera Uhlmann #2 (segunda parte).

Mes	Año	Periodo	Ordenes generadas	Ordenes ejecutadas (%)	Ordenes solicitadas por avisos	Tiempo promedio de respuesta (horas)
Julio	2016	1	1	100,00	1	0,28
Agosto	2016	2	2	100,00	1	0,75
Septiembre	2016	3	30	100,00	2	0,28
Octubre	2016	4	5	100,00	4	18,15
Noviembre	2016	5	8	100,00	1	0,65
Diciembre	2016	6	13	100,00	1	0,19
Enero	2017	7	5	100,00	5	0,78
Febrero	2017	8	13	100,00	8	2,37
Marzo	2017	9	18	100,00	6	23,82
Abril	2017	10	3	100,00	1	1,48
Mayo	2017	11	6	100,00	6	15,11
Junio	2017	12	8	100,00	1	0,29
Julio	2017	13	19	100,00	3	0,57
Agosto	2017	14	10	100,00	8	0,51
Septiembre	2017	15	17	100,00	11	19,27
Octubre	2017	16	9	100,00	6	56,53
Noviembre	2017	17	21	100,00	4	0,30
Diciembre	2017	18	4	100,00	3	0,66
Enero	2018	19	14	100,00	3	0,30
Febrero	2018	20	15	100,00	12	0,53
Marzo	2018	21	16	100,00	10	65,85
Abril	2018	22	13	100,00	8	1,59
<b>Promedio</b>			<b>11,364</b>	<b>100,000</b>	<b>4,773</b>	<b>9,557</b>
<b>Total</b>			<b>250</b>	<b>-</b>	<b>105</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

### 3.2.2 Muestra de cálculos

Para calcular estos datos, se utilizó la transacción IW49 en SAP, y para todas las órdenes de trabajo se tomó el número de cada operación registrada y la duración del trabajo real realizado en cada una, además de las unidades en las que esta expresados estos tiempos. Entre los cálculos que podemos apreciar en la Tabla 9, para cada orden se hace una suma entre los valores del tiempo real de trabajo de cada operación. Así es como podemos ver en cada fila amarilla los datos que se necesitan para generar los indicadores.

Tabla 9. Ejemplo de los cálculos realizados en cada orden para obtener los datos necesarios para generar los indicadores.

Orden	Clase de orden	Operación	Trabajo real	Unidad de trabajo	Status de usuario	Fecha inicio real	Hora inicio real	Aviso	Fecha de aviso	Hora del aviso	Tiempo de respuesta (minutos)	Clasificación	Tiempo real (minutos)	Tiempo real por orden (minutos)	Año	Mes	Semana
10028033	OMI1	0010	37	S													
10028033	OMI1	0020	25	S													
10028033	OMI1	0030	33	S													
10028033	OMI1	0040	42	S													
10028033	OMI1	0050	17	S													
10028033	OMI1	0060	47	S													
10028033	OMI1	0070	31	S													
10028033	OMI1	0080	22	S													
10028033	OMI1	0090	39	S													
10028033	OMI1	0100	53	S													
10028033	OMI1	0110	28	S													
10028033	OMI1	0120	57	S													
10028033	OMI1		431	S	NOTI CTEC	22/03/2018	20:39:34	10019865	22/03/2018	20:18:45	20,82	APROB	7,18	7,18	2018	3	12
10028034	OMC1	0010	0,322	H													
10028034	OMC1		0,322	H	NOTI CTEC	22/03/2018	21:04:48	10019866	22/03/2018	20:55:49	8,98	OT	19,32	19,32	2018	3	12

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

De esta manera, y como se muestra en la Tabla 9, se analizaron 1150 órdenes de trabajo para la blistera Uhlmann #1, y 851 para la blistera #2. Desde el registro de SAP, y por medio de las transacciones IW29 (visualizar avisos en lista) e IW39 (visualizar órdenes en lista), para cada una de estas órdenes se extrajo:

- El número de orden: número de serie que identifica una orden de trabajo de mantenimiento.
- La clase de orden: código de cuatro caracteres que clasifica la orden entre: correctiva, preventiva o aprobación
- El estatus de usuario: determina la etapa en el que se encuentra el desarrollo de la orden. Pueden estar: pendientes (liberada), o concluidas (notificada o con cierre técnico).
- La fecha de inicio real: fecha en que se notificó que se empezaron las labores designadas en esa orden.
- La hora de inicio real: hora en que se notificó que se empezaron las labores designadas en esa orden.
- El número de aviso: número de serie del aviso de donde se generó la orden. Solo aparece si existe un de aviso vinculado.
- La fecha de creación del aviso: fecha en que se creó el aviso. Solo aparece si existe un de aviso vinculado.
- La hora de creación del aviso: hora en que se creó el aviso. Solo aparece si existe un de aviso vinculado.

Además, con los datos anteriores, para cada orden también se calcularon por medio de funciones de Excel, los siguientes valores:

- El tiempo de respuesta (en minutos): tiempo entre la creación del aviso vinculado y el inicio de la orden respectiva. Se calculó con la formula “=([fecha inicio real]-[fecha de creación del aviso]+[hora inicio real]-[hora de creación del aviso])\*24\*60”
- Clasificación: campo para diferenciar entre las aprobaciones, ordenes de trabajo pendientes y órdenes de trabajo realizadas.
- Tiempo real (en minutos): suma del tiempo total que se requirió para desarrollar la orden de trabajo. Incluye la duración de cada una de las operaciones designadas.
- Numero de año: identificador para calcular los indicadores por mes. Se calculó con la formula “=AÑO([fecha de inicio real])”
- Numero de mes: identificador para calcular los indicadores por mes. Se calculó con la formula “=MES([fecha de inicio real])”

- Tabla 10. Segmento de muestra de la base de datos extraída de SAP para la muestra de cálculos de los indicadores.

Texto breve	Orden	Clase de orden	Status de usuario	Fecha inicio extrema	Fecha inicio real	Hora inicio real	Aviso	Fecha Creación	Hora Creación	Tiempo de respuesta (minutos)	Tiempo real por orden (minutos)	Año	Mes
sensor junta de pegado uhlmann1	10001366	OMC1	CTEC	13/07/2016	13/07/2016	14:04:27	10000280	04/07/2016	09:45:40	13218,78	0,08	2016	7
fallo uhlmann1	10001491	OMC1	CTEC	20/07/2016	20/07/2016	10:12:06	10000540	20/07/2016	10:05:53	6,22	2,73	2016	7
no funciona vibrador dosif ulhmann1	10001617	OMC1	CTEC	26/07/2016	26/07/2016	08:57:41	10000587	26/07/2016	08:51:51	5,83	62,45	2016	7
problemas impresión	10001648	OMC1	CTEC	27/07/2016	27/07/2016	11:56:17	10000610	27/07/2016	11:27:48	28,48	109,43	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001135	OMI1	CTEC	04/07/2016	04/07/2016	06:56:23					0,32	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001186	OMI1	CTEC	05/07/2016	05/07/2016	12:13:51					0,80	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001196	OMI1	CTEC	07/07/2016	06/07/2016	07:16:52					0,52	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001227	OMI1	CTEC	06/07/2016	06/07/2016	14:47:52					2,63	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001301	OMI1	CTEC	11/07/2016	11/07/2016	08:02:10					13,43	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001486	OMI1	CTEC	20/07/2016	20/07/2016	08:31:31					5,43	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001505	OMI1	CTEC	21/07/2016	21/07/2016	06:42:24					11,20	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001587	OMI1	CTEC	22/07/2016	22/07/2016	06:18:42					11,45	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001614	OMI1	CTEC	26/07/2016	26/07/2016	07:48:31					21,87	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001663	OMI1	CTEC	28/07/2016	28/07/2016	07:03:27					23,45	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001704	OMI1	CTEC	29/07/2016	29/07/2016	06:46:15					8,18	2016	7
aprobación equipo uhlmann1	10001736	OMI1	CTEC	29/07/2016	29/07/2016	17:36:13					0,18	2016	7
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL	10001322	OMP1	CTEC	11/07/2016	11/07/2016	17:24:56					227,35	2016	7

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

Luego de procesar esta información, se calcularon los indicadores de las tablas Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8. Como muestra de cálculo se presenta el siguiente ejemplo. Los datos utilizados provienen de la Tabla 10. Estos datos son solo de la blistersa Uhlmann B1330 #1 y del mes de julio del 2016. Se presenta solo una pequeña población por tratarse de un ejemplo, ya que lo deseado es mostrar cómo se desarrolló el análisis realizado, y para no es necesario presentar cantidades tan grandes como la base de datos original completa.

Para calcular el tiempo mensual invertido en aprobaciones, se toman todos los tiempos reales por orden y se suman solo los de clase de orden OMI1 (orden de aprobación), de manera que:

$$\begin{aligned} \text{Aprobaciones} &= (0,32 + 0,80 + 0,52 + 2,63 + 13,43 + 5,43 + 11,20 + 11,45 + 21,87 \\ &\quad + 23,45 + 8,18 + 0,18) \text{ minutos} = 99,46 \text{ minutos} = 1,66 \text{ horas} \end{aligned}$$

El tiempo mensual invertido en labores correctivas se calculó tomando todos los tiempos reales por orden y sumando sólo los de clase de orden OMC1 (orden correctiva), y es así como se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Correctivo} &= (0,08 + 2,73 + 62,45 + 109,43) \text{ minutos} = 174,70 \text{ minutos} \\ &= 2,91 \text{ horas} \end{aligned}$$

Para calcular el tiempo mensual invertido en tareas preventivas, se toman todos los tiempos reales por orden y se suman solo los de clase de orden OMP1 (orden preventiva), obteniendo:

$$\text{Preventivo} = 227,35 \text{ minutos} = 3,79 \text{ horas}$$

En cuanto al valor de los paros por mantenimiento, se suman los tres datos expuestos anteriormente y se suman, así como se puede ver a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Paro por mantenimiento} &= \text{Aprobaciones} + \text{Correctivo} + \text{Preventivo} \\ &= (1,66 + 2,91 + 3,79) \text{ horas} = 8,36 \text{ horas} \end{aligned}$$

Una vez determinado el tiempo de paros por mantenimiento, se calculan los porcentajes que representan cada tipo de orden de mantenimiento en este total. Como ejemplo, el porcentaje que aportan las aprobaciones de ese mes sobre la cantidad de tiempo de paros por mantenimiento del mismo período se calculó así:

$$\% \text{ Aprobaciones} = \frac{\text{Tiempo de paro por aprobaciones de mantenimiento}}{\text{Tiempo total de paro por mantenimiento}} * 100\%$$

$$= \frac{1,66 \text{ horas}}{8,36 \text{ horas}} * 100\% = 19,83\%$$

Con los cálculos anteriores, se demuestra cómo se obtuvieron los datos de la primera fila de la Tabla 5. Ahora, para realizar la comprobación con la Tabla 6 para la muestra de cálculos, se utilizan nuevamente los valores de la Tabla 10.

Para determinar la cantidad de órdenes de trabajo generadas en ese periodo se contaron cuantas órdenes de trabajo hay en el periodo en estudio y se le restan las ordenes por aprobación. Se exceptúan estas últimas por su naturaleza, pues estas solo se generan en el momento que se van a ejecutar, no pueden ser asignadas con anticipación o quedar pendientes por algún inconveniente de repuestos o para no interrumpir la producción, por ejemplo. Entonces, siguiendo estas pautas, podemos determinar que la cantidad de órdenes generadas en el mes de julio de 2016 se calcula de la siguiente manera:

Tabla 11. Conteo de ordenes generadas para la muestra de cálculos.

Conteo	Orden	Clase de orden	Status de usuario	Fecha inicio real
X	10001135	OMI1	CTEC	04/07/2016
X	10001186	OMI1	CTEC	05/07/2016
X	10001196	OMI1	CTEC	06/07/2016
X	10001227	OMI1	CTEC	06/07/2016
X	10001301	OMI1	CTEC	11/07/2016
1	10001322	OMP1	CTEC	11/07/2016
2	10001366	OMC1	CTEC	13/07/2016
X	10001486	OMI1	CTEC	20/07/2016
3	10001491	OMC1	CTEC	20/07/2016
X	10001505	OMI1	CTEC	21/07/2016
X	10001587	OMI1	CTEC	22/07/2016
X	10001614	OMI1	CTEC	26/07/2016
4	10001617	OMC1	CTEC	26/07/2016
5	10001648	OMC1	CTEC	27/07/2016
X	10001663	OMI1	CTEC	28/07/2016
X	10001704	OMI1	CTEC	29/07/2016
X	10001736	OMI1	CTEC	29/07/2016

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

Según se puede ver en la primera columna de la Tabla 11, la cantidad de órdenes de trabajo generadas para la blistera Uhlmann B1330 #1 en el mes de julio del 2016, es 5. Sin embargo, también hay 12 órdenes de aprobaciones, las cuales se excluyen porque no general valor agregado ya que estas son solicitadas

cada vez que se necesita inspeccionar el estado del equipo antes de inicial a producir un lote. La idea de contar las ordenes de trabajo generadas es determinar el número de veces que se tiene que intervenir la máquina y compararlo con el tiempo que se invierte en esa cantidad de órdenes.

Por otro lado, de la misma Tabla 11, se puede demostrar cómo se obtuvo otro indicador, la cantidad de órdenes generadas que se ejecutaron efectivamente. Para calcular el porcentaje de las órdenes ejecutadas, se toma la cantidad de las ordenes generadas y se le resta las que tengan un estatus de usuario igual a "LIBE". Este valor significa que la orden está aún liberada para realizarse por lo que sigue pendiente. Si el estatus presenta el código "NOTI" o "CTEC", la orden ya fue notificada o se le designo un cierre técnico. En el caso de este ejemplo de muestra de cálculos todas las órdenes generadas ya tienen un cierre técnico que significa que ya un supervisor revisó la orden notificada. Finalmente, el cálculo se realizó así:

$$\begin{aligned} \% \text{ Ordenes ejecutadas} &= \frac{\text{Ordenes ejecutadas}}{\text{Ordenes generadas}} * 100\% \\ &= \frac{\text{Ordenes generadas} - \text{Ordenes pendientes}}{\text{Ordenes generadas}} * 100\% = \frac{5 - 0}{5} * 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

En cuanto a la cantidad de ordenes solicitadas por avisos, este número se cuenta solamente de las ordenes correctivas, o sea con clase de orden OMC1. Entre ellas se deben de contar cuales tienen un numero de aviso vinculado. Como se puede ver en la Tabla 12, son las 4 órdenes correctivas presentes en la Tabla 10 y la Tabla 11, ya que se omiten las órdenes de aprobación y las preventivas. De estos valores podemos rescatar que todas esas órdenes fueron generadas por la solicitud de un aviso, por lo que la cantidad de órdenes solicitadas por avisos es 4.

Tabla 12. Conteo de ordenes solicitadas por para la muestra de cálculos.

Orden	Clase de orden	Aviso	Conteo
10001366	OMC1	10000280	1
10001491	OMC1	10000540	2
10001617	OMC1	10000587	3
10001648	OMC1	10000610	4

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

Finalmente, en cuanto al último indicador por demostrar, se tienen el tiempo promedio de respuesta. Este se define como el promedio entre los tiempos para responder un aviso con el inicio de una orden de trabajo. De esta manera, para

determinar este dato se debe de desarrollar el promedio o media aritmética del tiempo de respuesta de cada orden solicitada por aviso. Entonces, en la Tabla 10 se pueden ver los tiempos de respuesta de cada una de las órdenes con aviso vinculado. Si calculamos el indicador de esta manera, tenemos que:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo promedio de respuesta} &= \frac{\sum(\text{tiempo de respuesta de cada orden})}{\text{Cantidad de ordenes solicitadas por aviso}} \\ &= \frac{(13218,78 + 6,22 + 5,83 + 28,48) \text{ minutos}}{4} = 3314,83 \text{ minutos} \\ &= 55,25 \text{ horas} \end{aligned}$$

Los últimos cálculos, demuestran la manera de calcular los datos de la primera fila de la Tabla 6, y en general como se calcularon los indicadores utilizados en este proyecto.

### 3.2.3 Incoherencia entre departamentos

Al comparar los datos del departamento de costos y los generados desde el registro de órdenes de trabajo en SAP en la Tabla 13 y la Tabla 14, se refleja que no concuerdan, y al existir una tal diferencia, no se puede verificar cuál información es válida. El hecho de tener fuentes diferentes no debería de impedir la medición de la misma magnitud, por lo que hay un problema para estandarizar la misma información que les compete a varios departamentos. De esta premisa surge un último objetivo para el proyecto, establecer una herramienta para medir el rendimiento de la gestión de mantenimiento basándose en la información registrada en los avisos y las órdenes de trabajo de SAP.

Tabla 13. Comparación de los tiempos de paro por mantenimiento de la blistera Uhlmann #1 entre los datos del departamento de costos y los calculados desde el registro de órdenes de trabajo de SAP.

Mes	Año	Paros por mantenimiento (horas)	
		SAP	Costos
Septiembre	2017	16,95	3,25
Octubre	2017	23,22	31,50
Noviembre	2017	21,83	8,73
Diciembre	2017	11,18	3,53
Febrero	2018	4,72	0,75
Marzo	2018	35,19	1,42
Abril	2018	6,01	9,33
Promedio		17,01	8,36

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

Tabla 14. Comparación de los tiempos de paro por mantenimiento de la blistera Uhlmann #2 entre los datos del departamento de costos y los calculados desde el registro de órdenes de trabajo de SAP.

Mes	Año	Paros por mantenimiento (horas)	
		SAP	Costos
Septiembre	2017	12,77	2,30
Octubre	2017	20,24	6,00
Noviembre	2017	13,19	3,50
Diciembre	2017	2,42	0,00
Febrero	2018	7,51	3,83
Marzo	2018	22,44	10,00
Abril	2018	25,57	11,83
Promedio		14,88	5,35

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

### **3.2.4 Otros indicadores**

Cabe resaltar que indicadores de clase mundial como los tiempos promedio entre fallas y para reparar, fueron planteados, pero no calculados porque la información de donde se obtendrían no es totalmente confiable, debido a que no existe la supervisión adecuada necesaria en el registro de tiempos de la plataforma informática.

Además, la disponibilidad de las máquinas no puede ser medida por el departamento de mantenimiento pues no registran la información necesaria para calcularla, pero el departamento de costos si realiza este cálculo.

### **3.2.5 Six Sigma**

Como el indicador de disponibilidad no puede ser calculado por el departamento de mantenimiento por falta de datos necesarios, se plantea medir el rendimiento de cómo se aplica el mantenimiento en las máquinas con la herramienta del nivel Sigma. De esta manera se puede cuantificar esta magnitud por medio de la cantidad de defectos por millón de oportunidades, donde cada oportunidad es una hora potencialmente productiva y cada defecto es una hora donde no se produce debido a un paro por mantenimiento. De esta manera se puede medir no solo el rendimiento del mantenimiento en las blisteras, sino que también cuanta oportunidad de mejora existe para disminuir los paros de mantenimiento hasta donde sea posible. Los paros por mantenimientos corresponden a la suma de paros por tareas correctivas, preventivas y las aprobaciones.

Para generar estos datos se toman como las unidades mensuales las horas que reporta el departamento de costos como potencialmente productivas, y el tiempo total de paros por mantenimiento del periodo respectivo como defectos. Con estos valores se elaboran la Tabla 15 y la Tabla 16, donde podemos ver el detalle de los DPMO que representa el nivel Sigma y el porcentaje que representan los paros de mantenimiento sobre el tiempo laboral disponible o potencialmente productivo.

Tabla 15. Cálculo del Sigma para la blistera Uhlmann B1330 #1.

Periodo	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Febrero	Marzo	Abril
<b>Oportunidades</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Defectos</b>	19,62	25,10	25,82	13,81	8,35	37,98	8,12
<b>Unidades</b>	240,00	367,50	442,50	150,00	360,00	315,00	400,00
<b>Paro por Mto.</b>	8,17%	6,83%	5,84%	9,21%	2,32%	12,06%	2,03%
<b>DPMO</b>	81749,07	68305,22	58352,54	92087,41	23202,47	120567,20	20302,78
<b>Sigma</b>	2,89	2,99	3,07	2,83	3,49	2,67	3,55

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

Tabla 16. Cálculo del Sigma para la blistera Uhlmann B1330 #2.

Periodo	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Febrero	Marzo	Abril
<b>Oportunidades</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Defectos</b>	16,43	22,43	16,71	4,99	9,32	25,63	28,48
<b>Unidades</b>	240,00	360,00	337,50	165,00	360,00	315,00	400,00
<b>Paro por Mto</b>	6,85%	6,23%	4,95%	3,02%	2,59%	8,14%	7,12%
<b>DPMO</b>	68467,82	62297,99	49512,92	30225,25	25887,65	81355,38	71205,00
<b>Sigma</b>	2,99	3,04	3,15	3,38	3,44	2,90	2,97

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

Los cálculos anteriores empiezan en setiembre del 2017 porque en ese mes fue cuando el departamento de costos y auditoría empezó a llevar un registro de los tiempos de paro de los equipos productivos en general. En ambas tablas se omite el mes de enero de 2018 porque se presentaron problemas con el sistema de registro de datos con el que se le daba seguimiento a esta información. Sin embargo, a mediados de enero se desarrolló otra herramienta que este departamento sigue utilizando hasta hoy donde se almacena la información que recaudan por medio del formato que se muestra en el anexo 7.1.

Para estas blisteras, el nivel Sigma promedio entre setiembre del 2017 y abril del 2018 es de 3,07 para la blistera #1, y de 3,12 para la #2. Este valor presentó poca variación respecto al tiempo en ambos casos, como se puede ver en la Figura 10 y la Figura 16. Según el valor del nivel promedio, se establece que el proceso se encuentra en un nivel de rendimiento mayor al 93% (García, 2003).

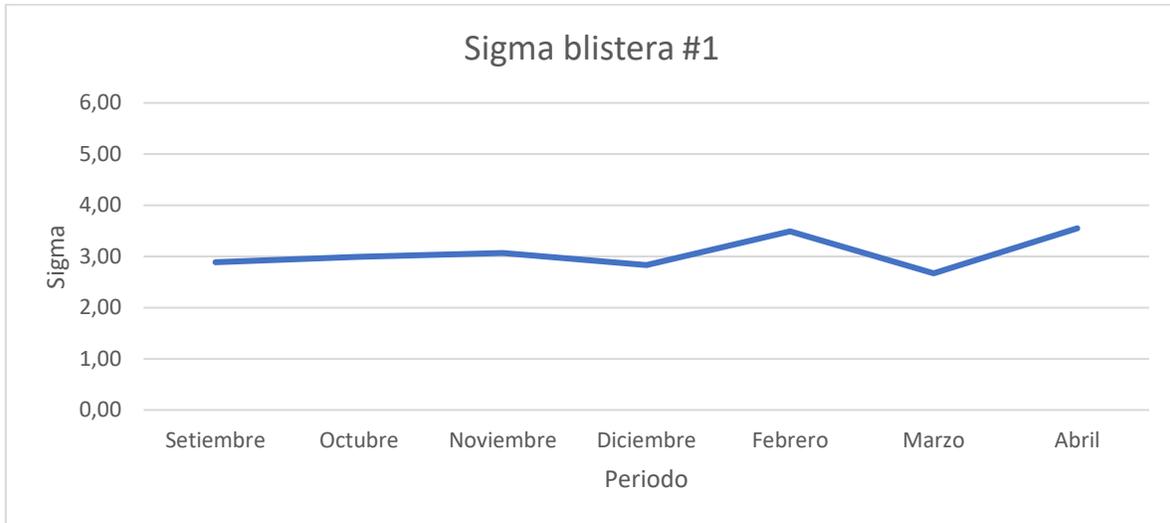


Figura 10. Gráfica del comportamiento del Sigma en la blistera Uhlmann #1.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

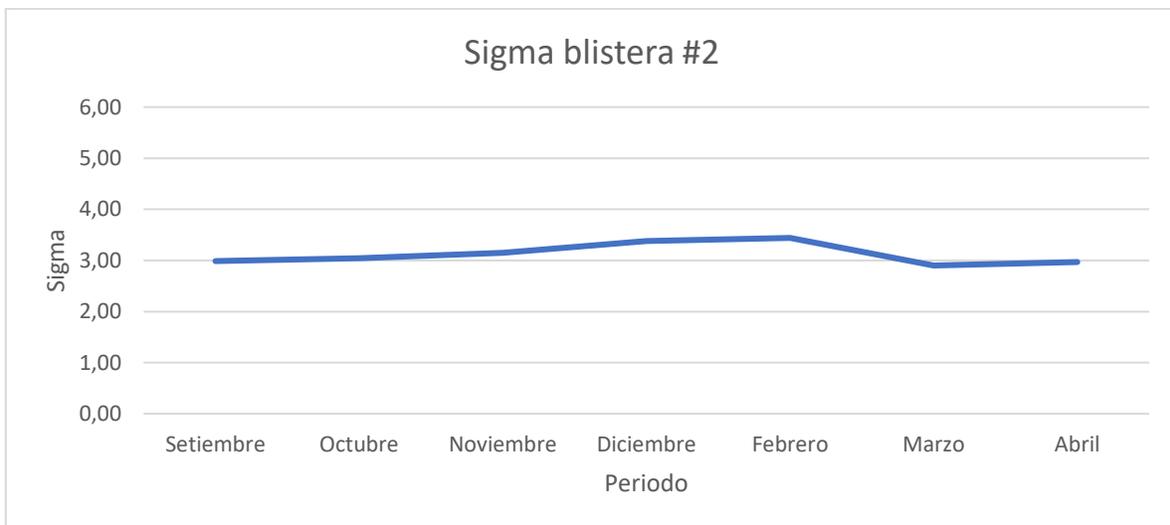


Figura 11. Gráfica del comportamiento del Sigma en la blistera Uhlmann #2.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

Sin embargo, si tomamos la suma de los defectos y la suma de las unidades de ambas máquinas como los valores respectivos del proyecto, tenemos el siguiente comportamiento expuesto en la Tabla 17 y la Figura 12.

Tabla 17. Cálculo del Sigma del proyecto.

Periodo	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Oportunidades	1	1	1	1	1	1	1	1
Defectos	36,05	47,53	42,53	18,80	17,67	63,61	36,60	37,54
Unidades	480,00	727,50	780,00	315,00	720,00	630,00	800,00	636,07
Paro por Mto	7,51%	6,53%	5,45%	5,97%	2,45%	10,10%	4,58%	5,90%
DPMO	75108,45	65332,57	54527,71	59683,42	24545,06	100961,29	45753,89	59021,80
Sigma	2,94	3,01	3,10	3,06	3,47	2,78	3,19	3,06

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.



Figura 12. Gráfica del comportamiento del Sigma del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

Según la meta establecida para este proyecto, la disminución de un 10% del DPMO promedio actual significa la reducción de un 0,59% en los paros por mantenimiento, aproximadamente 3,75 horas al mes.

### **3.3 Analizar**

A continuación, se detalla el proceso de análisis que se desarrolló por medio de algunas herramientas de Lean Manufacturing. Se busca determinar que causas pueden ser objetivo de estudio para explorar soluciones que mitiguen los efectos de las causas que se identificadas.

Estas herramientas exponen aspectos que una investigación cuantitativa no puede abarcar. Por eso se utiliza en este proyecto para complementar la información que brindan los indicadores analizando el significado de los valores numéricos.

#### ***3.3.1 Diagrama funcional del proceso productivo***

Primero se analiza el funcionamiento de estos equipos. El proceso de los insumos y subprocesos de estos equipos se detalla en la Figura 13. Los elementos en cajas rectangulares son estaciones de la máquina, las formas ovaladas representan insumos y los rectángulos de puntas redondeadas son los equipos misceláneos que se necesitan para producir.

De este instrumento se señalan dos partes muy importantes para el proceso de blisteo con estas máquinas, la torre elevadora de tambos y la encartonadora. El primer equipo funciona para ubicar los contenedores de las tabletas sobre la tolva de llenado. Es crítico pues la gran mayoría de lotes son de cantidades muy grandes y por lo tanto con mucho peso de producto que procesar.

En cuanto a la encartonadora, es la máquina conectada a la salida de la blistera. Entre ellas hay comunicación, y si no hay suficientes blísteres listos en el magazín de la encartonadora, esta para para esperar a la blistera. Y de forma similar, si el magazín está muy lleno, la encartonadora hace parar la blistera para evitar que los blísteres caigan donde no deben y afecten la producción en línea.

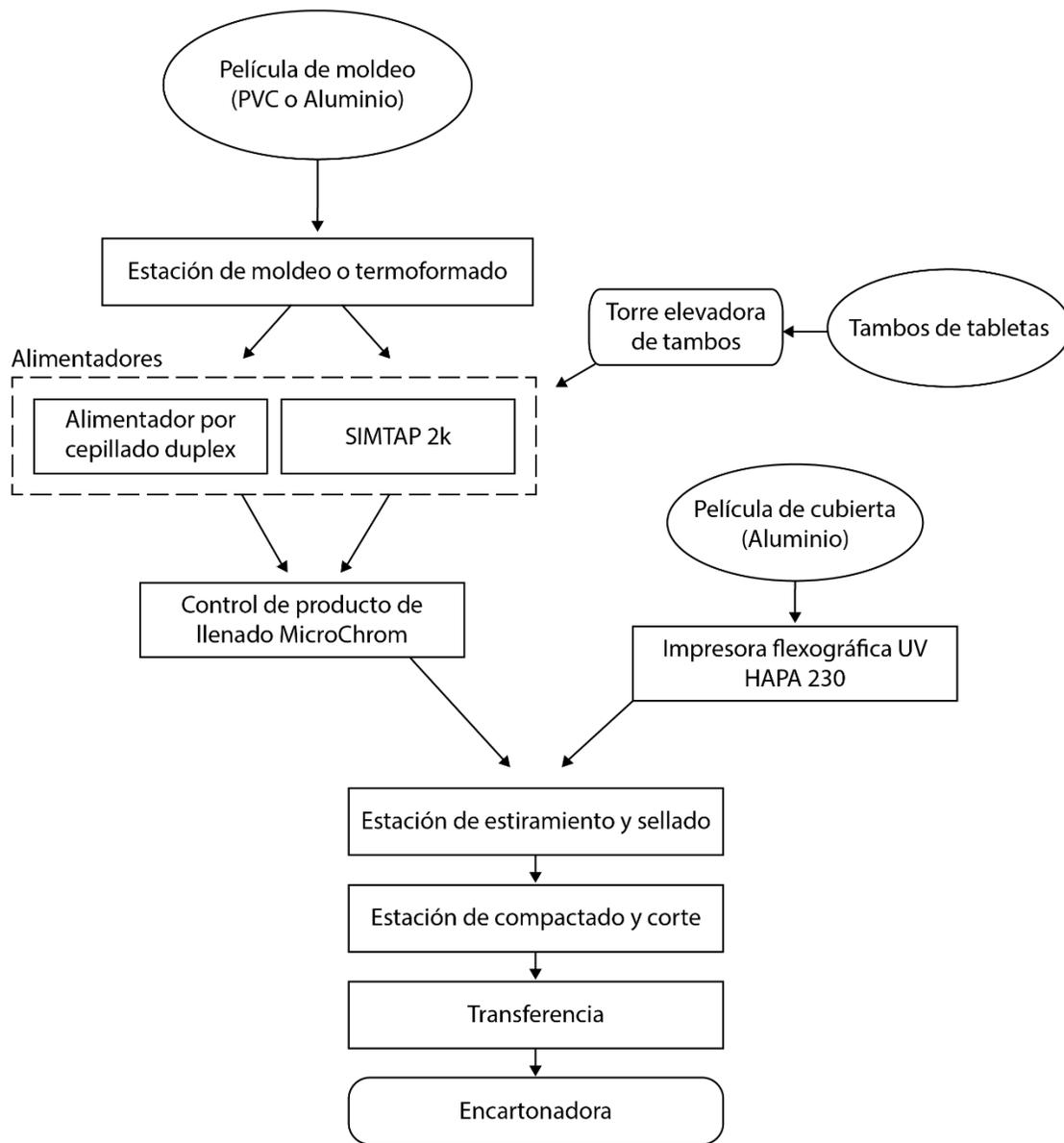


Figura 13. Diagrama funcional del proceso productivo de las blísteras Uhlmann B1330.

*Fuente: Elaboración propia en Adobe Illustrator.*

### **3.3.2 Diagrama operativo del proceso productivo**

Como representación del proceso que realizan los operarios en las máquinas, se presenta el diagrama de la Figura 14. En él, se muestran los pasos que sigue el personal de las blisteras en sus labores para poner la máquina a producir.

Las etapas están en un orden secuencial y cada una empieza tras terminar la anterior. Todo el diagrama está dividido en cuatro secciones o subprocesos: ajustes iniciales, aprobaciones, producción, y proceso final. Cuando estas se realizan, también hay dos procesos paralelos. Mientras se encuentra en producción, el operario debe tomar muestras de blísteres y hacerles una prueba de hermeticidad con un dispositivo específico para esta tarea que se ubica en el cuarto de la blistera. Y a lo largo del proceso, el operario debe llenar la documentación del lote que está siendo blisteado. Estos documentos deben contener datos que se llenan en diferentes instantes del proceso.

Analizando este gráfico, se pueden determinar muchos procedimientos donde se pierde tiempo mientras la máquina esta parada sin producir. Entre ellas se identifican: tiempos de transporte para recoger las películas de moldeo, cobertura y las tabletas, ocasiones donde no se logra ajustar la máquina por falta de capacitación de los operarios, tiempos de espera para las aprobaciones, tiempo de ajuste de la encartonadora, reproceso de los blísteres no conformes (se extraen las tabletas de los blísteres con problemas y se vuelven a depositar en la tolva del alimentador), y los tiempos de transporte de los insumos sobrantes.

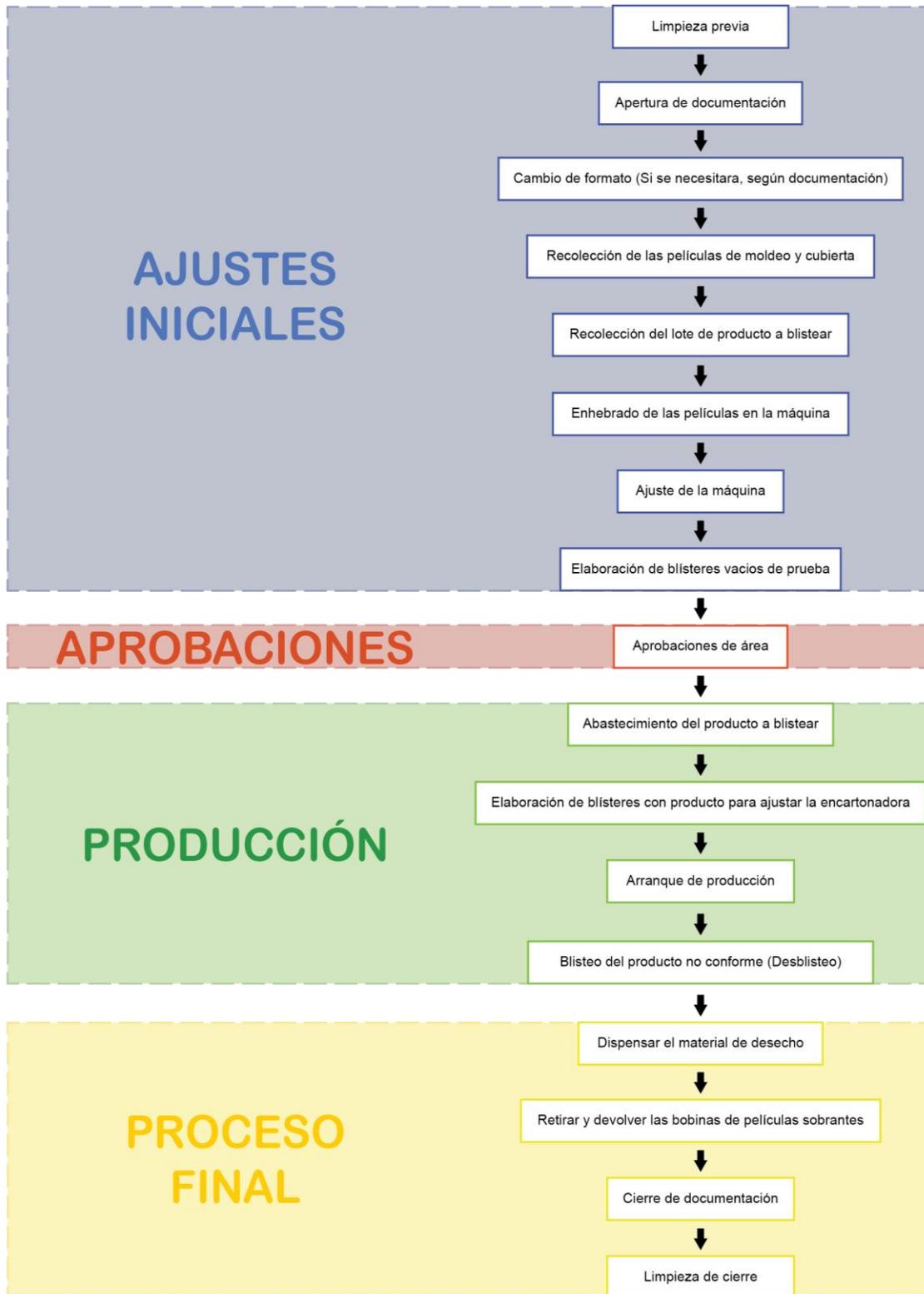


Figura 14. Diagrama del proceso realizado por los operarios en las blísteras Uhlmann B1330.

Fuente: Elaboración propia en Adobe Illustrator.

### **3.3.3 Diagramas de causa-efecto (Diagramas de Ishikawa)**

Para realizar este diagrama primero se tomó el problema que se planteó en la etapa de definición del proyecto. Seguidamente se analizaron los seis aspectos que sugiere el método de las 6M. Para cada aspecto señalado en cada una de las espinas principales del diagrama, se determinan las posibles causas que afectarían el proceso productivo aportando para generar el problema en la cabeza del gráfico.

Esta herramienta, al igual que el diagrama operativo del proceso productivo, señala muchas posibles causas para el problema. Sin embargo, no todas pueden ser tratadas a la vez o de la misma manera. Por esto se planea emplear un análisis CNX para clasificar las causas ya determinadas.

### **3.3.4 Análisis CNX**

Al haber estructurado los resultados del análisis en un diagrama de espina de pez o de Ishikawa, esta herramienta consta en enumerar las causas investigadas y clasificarlas en qué tipo de efecto generan en el problema.

Una vez realizada la clasificación, se toma el grupo de causas en las que se quiere experimentar con sus efectos (las causas marcadas como experimentales) y se analiza cómo se pueden tratar, para luego proponer las medidas determinadas para mejorar la aplicación del mantenimiento y mejorar el rendimiento de las blisteras en las responsabilidades que correspondan al departamento de mantenimiento. Estas propuestas se establecen en el siguiente apartado del desarrollo del proyecto.

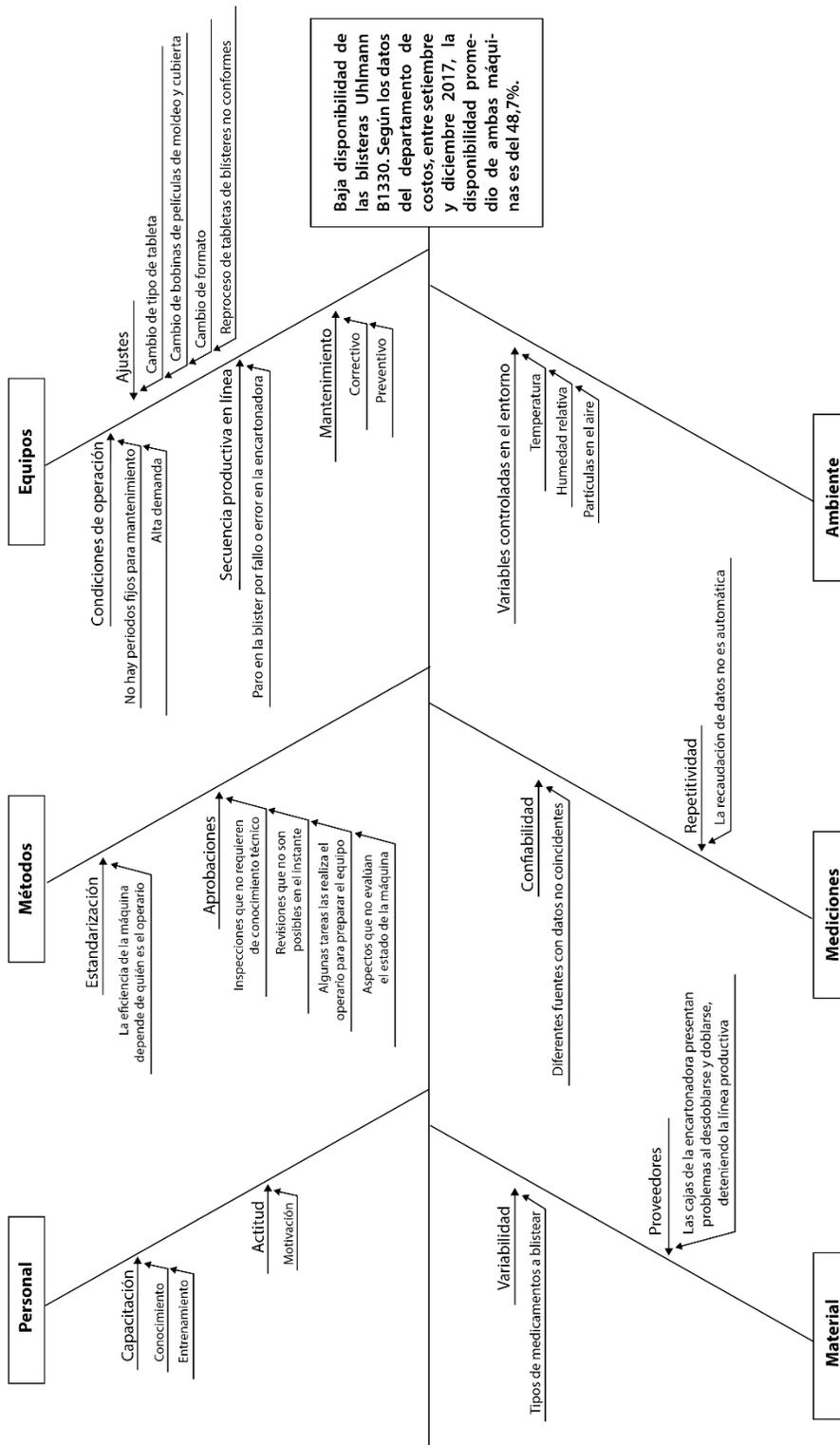


Figura 15. Diagrama de causa-efecto o de Ishikawa generado en base al método de las 6M con las causas identificadas para el problema planteado.

Fuente: Elaboración propia en Adobe Illustrator.

Tabla 18. Análisis CNX de las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa.

Problema	6M	Aspectos	Causas	Análisis CNX		
				Constante	Ruido	Experimental
Baja disponibilidad de las blisteras Uhlmann B1330. Según los datos del departamento de costos, entre setiembre del 2017 y enero del 2018, la disponibilidad promedio de ambas máquinas es del 50%.	Personal	Capacitación	Conocimiento		X	
			Entrenamiento		X	
		Actitud	Motivación		X	
	Métodos	Estandarización	La eficiencia de la máquina depende de quién es el operario		X	
			Inspecciones que no requieren de conocimiento técnico			X
		Aprobaciones	Revisiones que no son posibles en el instante			X
			Algunas tareas las realiza el operario para preparar el equipo			X
			Aspectos que no evalúan el estado de la máquina			X
	Equipos	Condiciones de operación	No hay periodos fijos para mantenimiento	X		
			Alta demanda	X		
		Secuencia productiva en línea	Paro en la blistera por fallo o error en la encartonadora		X	
		Ajustes	Cambio de tipo de tableta		X	
			Cambio de bobinas de películas de moldeo y cubierta	X		
			Cambio de formato		X	
			Reproceso de tabletas de blísteres no conformes	X		
		Mantenimiento	Correctivo		X	
	Preventivo				X	

Material	Variabilidad	Tipos de medicamentos a blisterar		X	
	Proveedores	Las cajas de la encartonadora presentan problemas al desdoblarse y doblarse, deteniendo la línea productiva		X	
Mediciones	Confiabilidad	Diferentes fuentes con datos no coincidentes			X
	Repetitividad	La recaudación de datos no es automática			X
Ambiente	Variables controladas en el entorno	Temperatura		X	
		Humedad relativa		x	
		Partículas en el aire		X	

*Fuente: Elaboración propia en Adobe Illustrator.*

### **3.3.5 Aprobaciones de equipo**

Según los datos de la Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8, mensualmente, las aprobaciones de equipo solo en las dos blisteras Uhlmann B1330 significan aproximadamente 4,8 horas de trabajo de los técnicos de mantenimiento (16,2% de los tiempos de paro por mantenimiento en estos equipos), y al menos un 1,56% del tiempo de paro de cada máquina.

Para los datos anteriores no se toman en cuenta tiempos de transporte del personal, tiempos de espera a que se responda al aviso, y en el caso de que el técnico esté realizando otro trabajo, los tiempos de pausado de otras ordenes de trabajo para acudir al equipo para realizar la inspección de aprobación.

Estas aprobaciones se realizan según el “checklist” planteado en el POEIT06 de la empresa, el cual se puede ver en la Figura 25, del anexo 7.1. El contenido de esta lista debería de repetirse en las operaciones que se programan en las órdenes de aprobación de mantenimiento para estos equipos en SAP. Sin embargo, como se puede notar, esto no es así ya que hacen falta ciertas inspecciones.

Tabla 19. Operaciones para la aprobación de las blisteras Uhlmann B1330 en las órdenes OMI1 de SAP.

<b>Descripción de la operación</b>	<b>Texto explicativo</b>
VERIFICAR LIMPIEZA DE RODILLOS	VERIFICAR LIMPIEZA DE RODILLOS DEL ESTIRAMIENTO.
VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL VIBRADOR	VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL VIBRADOR Y LA DOSIFICACIÓN DEL PRODUCTO, YA SEA, SIMTAP O ALIMENTADOR DE CEPILLOS.
EN CONJUNTO CON EL OPERARIO DE TURNO	EN CONJUNTO CON EL OPERARIO DE TURNO, PONER A CORRER LA MÁQUINA, COMPROBAR QUE LA IMPRESIÓN NO SE ATRASE POR ALGÚN PROBLEMA MECÁNICO, DE LO CONTRARIO REALIZAR LOS AJUSTES NECESARIOS, OBSERVAR RUIDOS EXTRAÑOS.
VERIFICAR LAS EMPUÑADURAS	VERIFICAR QUE LAS EMPUÑADURAS ESTÉN BIEN AJUSTADAS EN LAS PARTES DEL RODILLO DE AVANCE, PÉNDULOS DE COMPENSACIÓN, ALIMENTADOR DE TABLETAS, ETC.
REVISAR EN EL BLÍSTER LA BURBUJA	REVISAR EN EL BLÍSTER LA BURBUJA, EL SELLADO Y EL CORRECTO CENTRADO DE LA IMPRESIÓN.
VERIFICAR LAS HERRAMIENTAS DE FORMATO	VERIFICAR QUE LAS HERRAMIENTAS DE FORMATO ESTÉN BIEN INSTALADAS Y SEAN LAS APROPIADAS PARA EL PRODUCTO A BLISTEAR.
VERIFICAR LAS SEGURIDADES DE PUERTAS	VERIFICAR QUE LAS SEGURIDADES DE PUERTAS Y RESGUARDOS ESTÉN INSTALADAS Y FUNCIONEN CORRECTAMENTE.
VERIFICAR LAS CONDICIONES AMBIENTALES	VERIFICAR QUE LAS CONDICIONES AMBIENTALES ESTÉN APTAS PARA PRODUCIR, SEMÁFORO EN COLOR VERDE.
VERIFICAR EL RODILLO ENTINTADOR	VERIFICAR QUE EL RODILLO ENTINTADOR ESTÉ COLOR MATE DE LA IMPRESORA HAPA.
VERIFICAR AJUSTE DE RASQUETA	VERIFICAR EL CORRECTO AJUSTE DE LA RASQUETA DEL ENTINTADOR DE LA IMPRESORA HAPA.
VERIFICAR LIMPIEZA DE LOS RODILLOS	VERIFICAR LIMPIEZA DE LOS RODILLOS DE LA IMPRESORA HAPA.
VERIFICAR EL CONTRAPESO DEL PVC	VERIFICAR QUE EL CONTRAPESO DEL PVC QUE SE ENCUENTRA DESPUÉS DEL BUCLE CAIGA POR SU PROPIO PESO.

*Fuente: Hojas de ruta para la aprobación del equipo 2635-1 de la plataforma de SAP NetWeaver de Gutis Ltda.*

Al analizar la Tabla 19, se realizan varias observaciones y se plantean acciones para solucionar los problemas con cada inspección. Estas son expuestas en la Tabla 20.

Tabla 20. Análisis del contenido del checklist para aprobar las blisteras Uhlmann B1330.

Actividad	Descripción	Componente	Observaciones	Soluciones propuestas
1	Verificar que haya circulación de agua refrigerada, inspeccionando la manguera de agua refrigerada en la estación de moldeo.	Estación de moldeo	Es parte del proceso para cambiar de formato. No se puede verificar realmente si hay o no circulación. Sin embargo, si se puede inspeccionar el estado de las mangueras.	Eliminar esta aprobación y agregar la inspección se lleva a cabo en los preventivos.
2	Verificar presión de trabajo del aire comprimido que este entre 6 y 10 bar.	Unidad neumática de mantenimiento	El rango entre 6 y 10 Bar es para la presión de entrada a la unidad de mantenimiento, pero la presión de trabajo tiene que ser 6 Bar. No es necesario revisar este valor cada vez que se aprueba la máquina porque es un valor constante y se revisa en los preventivos.	Eliminar esta aprobación, la inspección del estado del componente se lleva a cabo en los preventivos.
3	Verificar empaques de silicón en la gasa de cada tambor de producto.	Tambos	Aspecto que no se puede aprobar porque al momento de la inspección la máquina ya está lista para producir e impide hacer la revisión como se debe.	Eliminar esta aprobación, la inspección no se puede llevar a cabo.
4	Verificar que se coloque el tornillo de seguridad en el cierre de la gasa del tambor de producto antes de elevarlo.	Tambos	Aspecto que no se puede aprobar porque al momento de la inspección la máquina ya está lista para producir e	Eliminar esta aprobación, la inspección no se puede llevar a cabo.

			impide hacer la revisión como se debe.	
5	Verificar que las puertas de seguridad de acrílico estén en buen estado y no haga falso contacto para que no genere errores.	Guardas de protección	Mala redacción.	Cambiar a: "Verificar que no existan alarmas de error activadas por apertura de las puertas de seguridad de acrílico. Revisar que estas estén en buen estado."
6	Verificar que las empuñaduras estén bien ajustadas en las partes del rodillo de avance, péndulos de compensación, alimentador de tabletas, etc.	Empuñaduras	No necesita de conocimiento técnico. Lo puede aprobar alguien que no sea de mantenimiento.	-
7	Verificar limpieza de rodillos del estiramiento.	Sellado	Para el momento de la aprobación, no es posible realizar esta inspección.	Eliminar esta aprobación, la inspección no se puede llevar a cabo.
8	Verificar que el contrapeso del PVC que se encuentra después del bucle caiga por su propio peso.	Péndulo formado	Verificado por el operario al preparar la máquina	Eliminar esta aprobación, la inspección del estado del componente se lleva a cabo en los preventivos.
9	Verificar que el rodillo de avance CS este al haz del alojamiento.	Sellado	No necesita de conocimiento técnico. Lo puede aprobar alguien que no sea de mantenimiento.	-
10	Verificar limpieza de los rodillos de la impresora HAPA.	Impresora	Aspecto que no se puede aprobar porque al momento de la inspección la máquina ya está lista para producir e impide hacer la revisión como se debe.	Eliminar esta aprobación, la inspección no se puede llevar a cabo.

11	Verificar la rasqueta del entintador de la impresora HAPA.	Impresora	Redundante con respecto a la actividad 12.	Eliminar esta aprobación, la inspección no es necesaria.
12	Verificar que el rodillo entintador esté color mate de la impresora HAPA.	Impresora	Mala redacción.	Cambiar a: "Verificar que la impresión del blíster de prueba sea legible y no tenga excesos de tinta. En caso contrario retirar el entintador y cambiarlo por el de repuesto."
13	Verificar el nivel de tinta este a una altura no mayor a 22 mm con respecto a la tapa, de la impresora HAPA. Utilizar llave allen con muesca de altura.	Impresora	No es necesario hacerlo. La impresora misma muestra el nivel de la tinta y el operario es quien se encarga de abastecerla cuando es necesario.	Eliminar esta aprobación, la inspección no es necesaria.
14	Verificar que todo funcione normalmente según formato establecido. Detener si hay fugas de aire o agua.	Formatos	Aspecto que no se puede aprobar porque al momento de la inspección la máquina ya está lista para producir e impide hacer la revisión como se debe.	Eliminar esta aprobación, la inspección no se puede llevar a cabo.
15	Verificar el correcto formado de la burbuja.	Burbuja del producto	Lo puede aprobar alguien que no sea de mantenimiento. Pero es una fuente de información muy valiosa para verificar el funcionamiento correcto de la máquina.	-
16	En conjunto con el operario de turno, comprobar que la impresión no se atrase por algún	Impresión del producto	Redundante con respecto a la actividad 12.	Eliminar esta aprobación, la inspección no es necesaria.

	problema mecánico, de lo contrario realizar los ajustes necesarios.			
17	Verificar el funcionamiento del vibrador y la dosificación del producto, ya sea, SIMTAP o Alimentador de cepillos.	Alimentador	Verificado por el operario al preparar la máquina	Eliminar esta aprobación, la inspección del estado del componente se lleva a cabo en los preventivos.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

### 3.3.6 Relación correctivo-preventivo

Como parte de la información recaudada antes de definir el proyecto, la Gerencia de Mantenimiento anterior planteó que alrededor del 70% del tiempo registrado en las órdenes de trabajo que se realizan, son de mantenimiento correctivo. Esto implica que el tiempo restante de tareas de mantenimiento, solo el 30%, es de trabajos preventivos. Este dato no estaba respaldado por alguna evidencia válida, pero si se comprueba, puede ser el indicio de un problema a examinar.

Según Duffuaa, Dixon y Raouf (2000, p.76), la distribución del tiempo de trabajo de mantenimiento debería ser como se muestra en la . Distribución del tiempo de trabajo de mantenimiento.

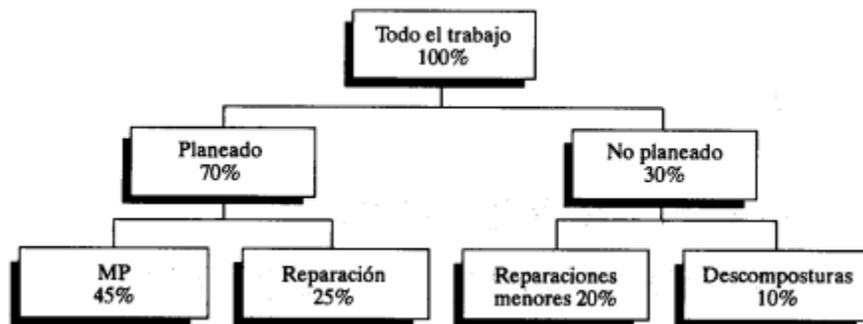


Figura 16. Distribución del tiempo de trabajo de mantenimiento.

Fuente: *Sistemas de mantenimiento: Planeación y control* (Duffuaa, Dixon, & Raouf, 2000, p.76).

Como se puede apreciar en la figura anterior, el dato brindado por el departamento de mantenimiento no cumple la distribución planteada por la literatura. En realidad, presenta un comportamiento contrario a lo ideal. Por esta

razón, se decide recaudar datos y verificar cuantitativamente el comportamiento de este fenómeno con el historial de las tareas de mantenimiento.

Al existir más operaciones correctivas que preventivas, puede implicar que gran parte de los tiempos de paro sean causados por fallas de los equipos. Prevenir las puede disminuir el costo de oportunidad, por eso, se debe medir la conducta de los tiempos referentes a las máquinas. Hay que evidenciar qué factores generan los paros y así poder comparar los tiempos que representan cada uno de estos, para determinar el grado de responsabilidad del departamento de mantenimiento en este problema.

### ***3.3.7 Registro de fallas generado por medio de las órdenes de trabajo correctivas de SAP***

Cada vez que los técnicos realizan una orden correctiva, dejan una descripción del trabajo que realizaron. Utilizando esa información se puede clasificar las órdenes que reporten una falla del equipo y así clasificarlas según la estación donde suceden, que elemento presentó el desperfecto, o que tipo de elemento falló.

El primer paso es clasificar las órdenes y filtrar las que contengan en su descripción el indicio de una falla. Según los datos de la Tabla 26 y la Tabla 27, del anexo 6.2, se obtienen los gráficos circulares de la Figura 17. y la Figura 18., respectivamente.



Figura 17. Gráfico de la clasificación de las órdenes correctivas de la blistera Uhlmann B1330 #1.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

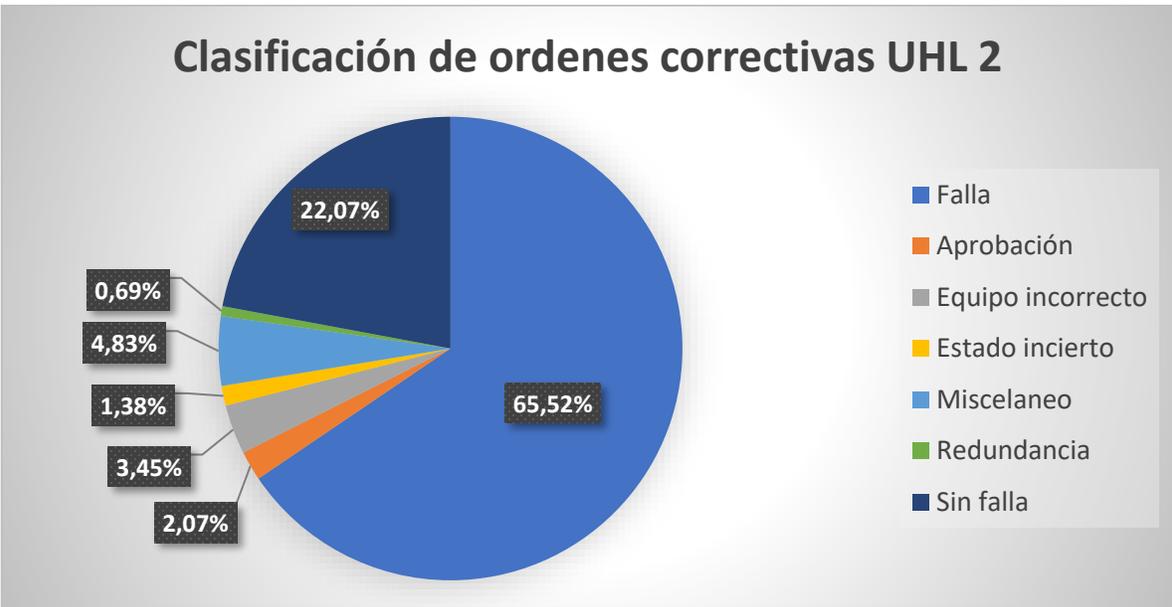


Figura 18. Gráfico de la clasificación de las órdenes correctivas de la blistera Uhlmann B1330 #2.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

Ya con el registro de fallas determinado, e identificados y clasificados los tipos de defectos, se realizan cuatro diagramas de Pareto, uno para cada máquina según la cantidad de fallas por estación, y otro por cada máquina según la cantidad de fallas por tipo de elemento.

### 3.3.8 Diagramas de Pareto

Estos gráficos se realizaron buscando priorizar las fallas registradas en ambos equipos. Al tener un orden jerárquico de prioridades en los problemas que puede presentar la máquina, se pueden prevenir muchas fallas con tratar las causas más frecuentes (Gutiérrez & de la Vara, 2009).

Una manera de disminuir el impacto de una falla es implementar tareas preventivas. Esto produciría que se eviten parte de las órdenes de trabajo por mantenimiento correctivo, con operaciones con repuestos, tiempos y herramientas ya determinados de manera que se disminuya el tiempo de intervención por mantenimiento, reduciendo los tiempos de paro.

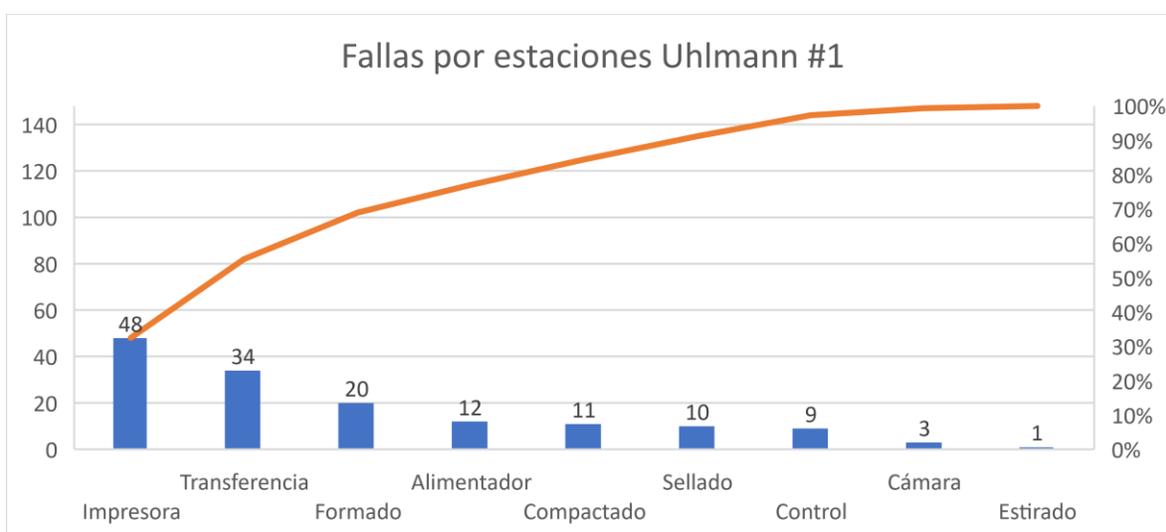


Figura 19. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por estación de la blistera Uhlmann B1330 #1.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

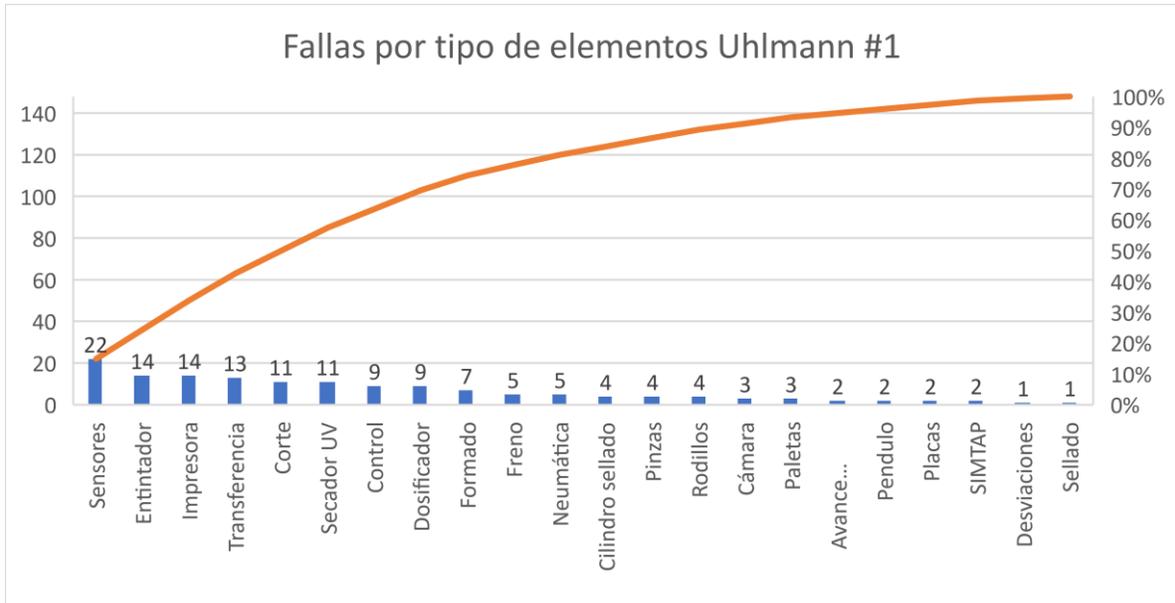


Figura 20. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por tipo de elemento de la blistera Uhlmann B1330 #1.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

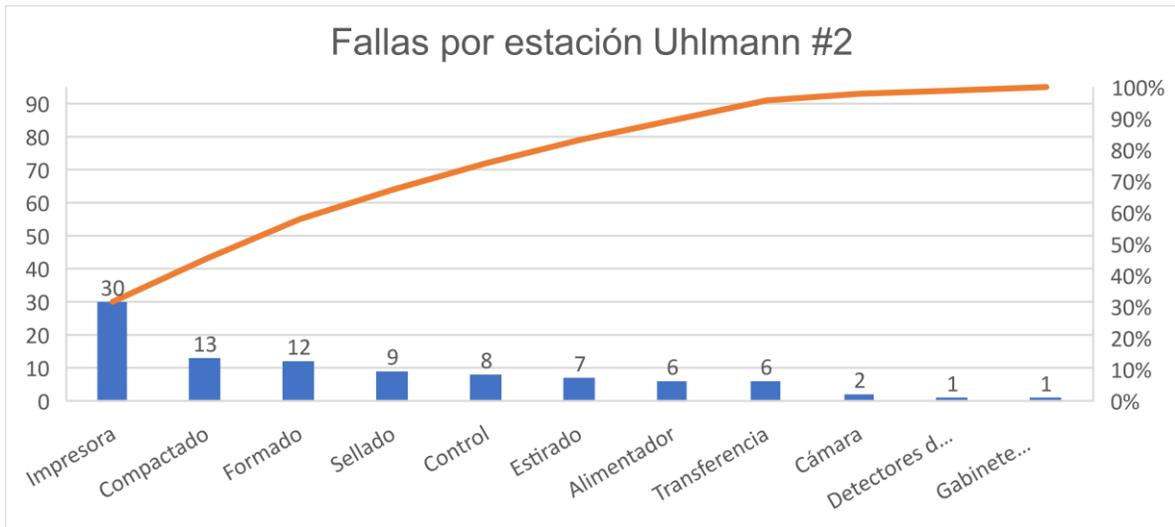


Figura 21. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por estación de la blistera Uhlmann B1330 #2.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

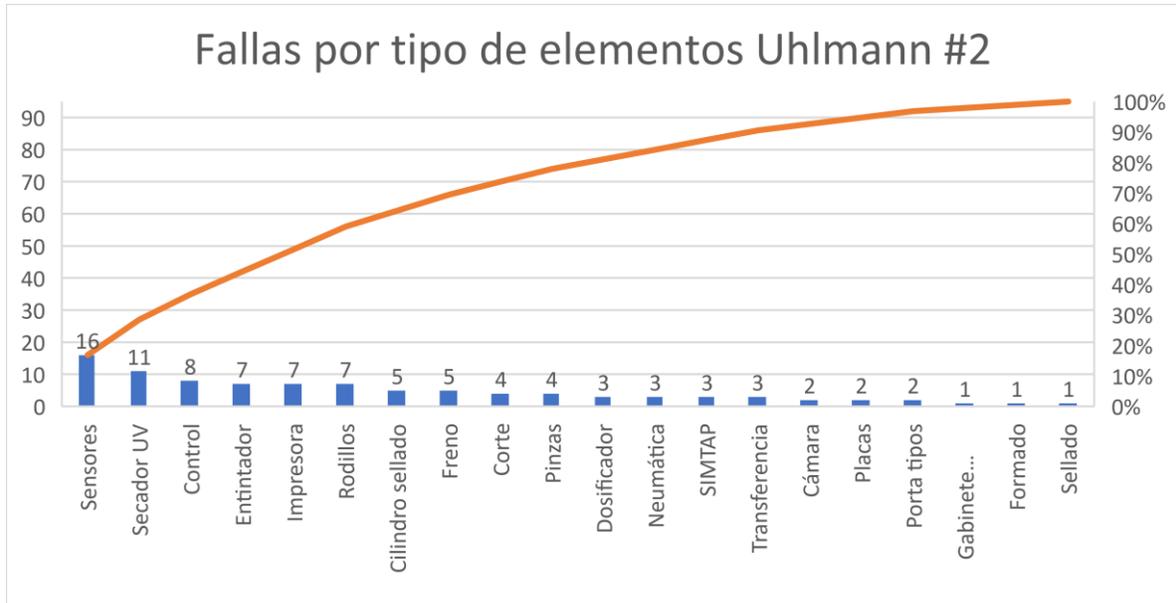


Figura 22. Diagrama de Pareto de cantidad de fallas por tipo de elemento de la blistera Uhlmann B1330 #2.

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

Tabla 21. Resumen global de las fallas registradas para ambas blisteras Uhlmann B1330.

Parte	Ordenes	Porcentaje	Acumulado
Impresora	78	32,10%	32,10%
Transferencia	40	16,46%	48,56%
Formado	32	13,17%	61,73%
Compactado	24	9,88%	71,60%
Sellado	19	7,82%	79,42%
Alimentador	18	7,41%	86,83%
Control	17	7,00%	93,83%
Estirado	8	3,29%	97,12%
Cámara	5	2,06%	99,18%
Detectores de pegado	1	0,41%	99,59%
Gabinete eléctrico	1	0,41%	100,00%
Total	243	100,00%	

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

### 3.3.9 Confiabilidad y repetitividad de las mediciones

Al realizar el análisis para desarrollar el diagrama de Ishikawa, en el aspecto de mediciones se determina que dos causas que no permiten la mejora continua de mantenimiento son la repetitividad de las mediciones que es prácticamente nula y la baja confiabilidad de los datos con los que se calculan los

indicadores. Esta es una limitante para la metodología que propone este proyecto. Sin embargo, como solución se puede implementar un sistema que mida y recaude valores automáticamente, y que estos puedan ser utilizados para generar valor agregado gracias a su alta confiabilidad y fácil repetitividad por la naturaleza de las mediciones de un equipo electrónico.

## **3.4 Mejorar**

A continuación, se presentan las propuestas planteadas como soluciones para mitigar el efecto de las causas analizadas y reducir los tiempos de paro en las blisteras Uhlmann B1330. Como se estableció en el alcance anteriormente, estas medidas de mejora son solo propuestas, algunas se han aceptado por el departamento de mantenimiento de Gutis y se han empezado a desarrollar, pero emplear estas medidas no es parte de los objetivos del proyecto.

### ***3.4.1 Aprobaciones de equipo***

Para reducir los tiempos de paro que representan las aprobaciones de equipo hay dos alternativas. Para fines del proyecto solamente se tomará en cuenta sólo los datos referentes a las blisteras Uhlmann B1330. Sin embargo, es un ejemplo que se puede extrapolar a todos los demás equipos productivos de la planta de Gutis.

La primera solución propuesta es eliminar las aprobaciones de mantenimiento para ambas máquinas. Mensualmente, significaría aprovechar al menos 4,8 horas más para obras de mantenimiento (16,2% de los tiempos de paro por mantenimiento en estos equipos), y al menos un 1,56% del tiempo de paro en cada máquina

La segunda solución consiste en modificar los contenidos de las listas de inspecciones para que realmente se verifique el estado de la máquina antes de aprobar el equipo para producir un nuevo lote. Como se señaló en el análisis de estas revisiones el checklist actual contiene operaciones redundantes, innecesarias y hasta imposibles de realizar en el momento que se solicita las inspecciones. Por esta razón se genera una propuesta para cambiar el checklist actual por uno en el que valga la pena invertir el tiempo determinado para estas operaciones, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22. Propuesta de nueva lista de actividades para aprobar las blisteras Uhlmann B1330.

Actividad	Componente (texto breve de la operación en la HRuta de SAP)	Descripción
1	Formatos	Verificar que las herramientas de formato estén bien instaladas y sean las correspondientes según el código estipulado en la documentación del lote a procesar.
2	Blister de prueba	Verificar que el sellado entre las dos películas, la posición y la calidad de la impresión, el mensaje estampado, los cortes del troquelado, y la burbuja de los blister de prueba, se vean de la manera correcta conforme a la documentación del lote.
3	Entintado de la impresora	Verificar que la impresión del blister de prueba sea legible y no tenga excesos de tinta. En caso contrario retirar el entintador y cambiarlo por el de repuesto.
4	Transferencia	Levantar la transferencia y verificar que los sensores, fijadores y las paletas estén limpios y sin presencia de material que impida su correcto funcionamiento. Limpiar si es necesario.
5	Empuñaduras	Verificar que las empuñaduras de sujeción de los alimentadores de tabletas, el rodillo de avance, y la estación de compactado, estén bien apretadas.
6	Dispositivos de protección de las puertas	Verificar que no existan alarmas de error activadas por apertura de las puertas de seguridad de acrílico. Revisar que estas estén en buen estado.
7	Aspiradora	Revisar que las mangueras de aspiración estén en buen estado y que no presenten fugas. Verificar que el filtro esté en buen estado por medio de la lectura del manómetro.

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

### **3.4.2 Gestión de mantenimiento en las blisteras**

Según los resultados del análisis del registro de fallas por medio de los diagramas de Pareto, en la Tabla 23 se presentan los elementos o las partes de las blisteras Uhlmann B1330 con mayor frecuencia de falla y las medidas propuestas para mermar la proliferación de defectos que generen paros eventuales en estas máquinas.

Como se puede ver en Tabla 21, los elementos a los que se les proponen las medidas para prevenir fallas representan un 79,42% de las fallas, por lo que son esos pocos vitales que se deben tratar con prioridad para un cambio considerable en la ocurrencia de fallas en estos equipos.

Tabla 23. Medidas propuestas para solucionar las partes con mayor frecuencia de falla de las blisteras Uhlmann B1330.

Elemento con problemas	Medida para solucionarlo
Entintador	Hacer oficial la bitacora de entintadores incluyendola como un anexo de los POE de mantenimiento preventivo de las blisteras Uhlmann B1330
Impresora	Cumplir con las frecuencias y operaciones del plan preventivo
Transferencia	Realizar una inspeccion de esta estación de la máquina en las aprobaciones
	Reducir la frecuencia de limpieza en esta parte de la máquina
	Cumplir con las frecuencias y operaciones del plan preventivo
Formado	Cumplir con las frecuencias y operaciones del plan preventivo
Compactado	Cumplir con las frecuencias y operaciones del plan preventivo
Sensores	Capacitar a los operarios sobre cómo ajustar estos dispositivos

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

Entre las medidas propuestas en la tabla anterior, se destacan dos muy importantes de explicar. El hacer oficial la bitácora de entintadores incluyéndola como un anexo de los POE de mantenimiento preventivo de las blisteras es una necesidad. Desde el mes de octubre del 2017, los técnicos de mantenimiento encargados de estos equipos identificaron que la parte que más fallaba eran los entintadores de la impresora flexo-gráfica, por lo que decidieron montar una bitácora para llevar el control de las tareas que se le realizan a estos elementos. Sin embargo, este documento no es oficial de la empresa, por lo que se recomienda inscribirlo como un anexo de los planes preventivos y así oficializar la información que se recolecta en este escrito.

La otra medida a destacar es la necesidad de capacitar a los operarios sobre el procedimiento para ajustar los sensores de la máquina. Muchos avisos que se generan por parte de los operarios se reportan como fallas, pero realmente lo que pasa es que no saben ajustar bien la máquina pues los sensores son parte de la preparación de la maquina antes de empezar a producir. En el anexo 7.2, se muestra la guía que utilizan los técnicos de mantenimiento para hacer su trabajo más rápido cuando los operarios les piden ayuda. Ese instructivo no es oficial y fue redactado por ellos.

### **3.4.3 Planes preventivos en SAP**

Por otro lado, para mejorar la forma en la que se aplica el mantenimiento en estos equipos y por consecuente reducir los tiempos de paro, se decide reestructurar los planes preventivos programados en SAP. Las razones que llevan a esta medida son:

- La división de planes por cada estación que conforma la blistera es contraproducente, ya que se puede determinar en una sola orden de trabajo el total de tiempo que se programa para las operaciones necesarias según la frecuencia para las tareas preventivas que correspondan en el momento.
- Actualmente, sin importar la periodicidad del plan, la hoja de ruta que contiene las operaciones que se exportan al momento de generar la orden de trabajo, incluye todas las tareas de la estación a la que corresponde el plan, pero sin filtrar las tareas de otras frecuencias.
- Por cada máquina existen 26 planes diferentes, cuando en realidad solo se necesitan 11. Para la blistera #2 existe la excepción de un plan extra para el mantenimiento preventivo del alimentador SIMTAP 2k, esto dejaría un total de 23 planes nuevos y una reducción de más de la mitad que existen actualmente.

Esta propuesta fue implementada en las últimas semanas de la práctica profesional, aunque ya los cambios están listos no se pudo registrar resultados para estos cambios en los indicadores por falta de tiempo, ya que se necesitaría de mediciones que se duraría al menos un año en recaudación para poder comparar realmente la efectividad de estos cambios. Sin embargo, al prevenir de mejor manera la ocurrencia de fallas, al determinar de la manera correcta las tareas que se tiene que realizar y no tener que descartar operaciones por desconocimiento del instante en el que corresponden, se proyecta que se puede disminuir el tiempo de paro por mantenimientos preventivos en al menos un 10%.

#### **3.4.4 Sistema ANDON**

Como solución a los problemas con las mediciones de tiempos de paro y disponibilidad, se propone la instalación de un equipo de monitoreo automático que mida los tiempos de los estados del equipo para asegurar la mayor confiabilidad posible en los datos que se utilizarían para calcular los indicadores.

Actualmente esta propuesta se está implementando con el sistema WIN de WERMA Signaltechnik. Los datos brindados por este sistema podrían ser exportados a una base de datos SQL a SAP y utilizarlos para generar los indicadores. Además, también sería una solución para el departamento de costos, pues la recolección de datos sobre los tiempos de paro se automatizaría, y sería innecesario seguir utilizando el formato de la Figura 24 del anexo 7.1, para llevar el control de tiempos en las máquinas de producción.

Las pruebas que se están desarrollando en este momento solo incluyen la aplicación del test box que brindó la empresa Cnergy (proveedores de la marca

WERMA Signaltechnik) en la blistera #1. Este paquete de prueba incluye una columna luminosa de 3 luces, un módulo emisor WIN Slave Standard, un módulo receptor inalámbrico Win Master y el software de monitoreo. Al finalizar la práctica profesional, las pruebas se encuentran en pausa por un error de comunicación entre la computadora con el software de monitoreo y el módulo receptor por un problema de firmware, según indicó el señor Esteban Solís de Cenergy por medio de correo electrónico.



Figura 23. Significado de los estados que muestra la columna luminosa de las Uhlmann B1330.

*Fuente: Manual de instrucciones para el manejo B1330/1440137 (Uhlmann, 2011).*

La propuesta para utilizar esta herramienta es la siguiente. Según la información expuesta en la Figura 23, este sistema podría diferenciar desde la columna las señales eléctricas de 4 estados diferentes:

- Verde continuo: Producción efectiva
- Verde intermitente: Paro por encartonadora
- Rojo continuo: Paro sin errores
- Rojo intermitente: Paro por error en la máquina

Estos estados son valores que le interesaría medir tanto a mantenimiento, como a costos y auditoría, incluso al departamento de producción de tabletas como los encargados de estas máquinas y su proceso productivo. Además, se recomienda instalar una luminaria adicional para contar las horas potencialmente productivas (horas en que la máquina debería estar disponible porque el operario está presente para producir). Y utilizar el estado intermitente de esta para los tiempos de paro por ajustes y aprobaciones. Para esta luz extra, no se conectaría a ninguna señal eléctrica, se utilizaría solo por medio de la botonera para que el estado lo reporte el operario por medio del mismo sistema.

El test box en prueba tiene un valor de \$1100 y cada columna adicional cuesta aproximadamente \$875. Por lo que el costo de implementar este sistema en ambas máquinas sería de \$1975 con la oferta de Cnergy. Esta última se adjunta en la Figura 26 del anexo 7.3.

## **3.5 Reporte de indicadores en SAP**

### **3.5.1 SAP en Gutis**

La empresa cuenta con la herramienta informática SAP NetWeaver. Este software es un ERP (sistema de recursos de empresa, por sus siglas en inglés) con el que se administran todos los recursos de la corporación. Gutis cuenta con varios módulos de SAP, entre ellos el PM, que administra una base de datos con el registro de los avisos y las ordenes de trabajo de mantenimiento.

El departamento responsable de esta plataforma digital es el centro de competencias. Ellos son quienes desarrollarán el reporte requerido del que se hablará más adelante.

### **3.5.2 ZRECT**

El desarrollo personalizado del departamento de metrología en SAP conocido como ZRECT es una herramienta para que los técnicos notifiquen la duración de sus trabajos en las órdenes de trabajo. Este instrumento les permite iniciar una operación de la orden, pausarla o reanudarla si es necesario, y notificar su finalización.

Esta herramienta tiene mucho potencial para mejorar, por eso se destina el apartado de recomendaciones prácticamente solo para él.

### **3.5.3 Clasificación actual en SAP**

Actualmente, el departamento de mantenimiento de Gutis trabaja sólo tres tipos de órdenes, de aprobación, correctivas y preventivas. Sin embargo, realizan otros tipos de operaciones, por lo que no todo lo que está registrado en las órdenes de trabajo está bien catalogado. Por eso se debe de reestructurar la organización de las órdenes de trabajo para poder clasificar las tareas realizadas y obtener una retroalimentación con mayor facilidad.

### **3.5.4 Estructura de avisos y órdenes en SAP**

Parte de los cambios para clasificar de mejor manera la información de mantenimiento en SAP fue la introducción de esta nueva estructura que se aprecia en la siguiente figura:

Tabla 24. Nueva estructura empleada en las órdenes de trabajo de mantenimiento en SAP.

Origen	Orden	Actividad
Por aviso	Aprobación Equipo (OMI1)	Inspección (001)
Por aviso o generado por el técnico	Correctivo (OMC1)	Asistencia Producción (044)
		Edificios Externos (47)
		Inmediato (002)
		Revisión Control Cambios (048)
		Programado (45)
Automático por el sistema	Preventivo (OMP1)	Inmediato (002)
		Programado (45)
		Revisión Control Cambios (048)
Generado por el técnico	Operativo (OMO1)	Inmediato (002)
		Programado (45)

*Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.*

En cuanto a las órdenes de aprobación y preventivas, no hubo cambios y se mantuvieron, así como se ven en la Tabla 24. Para el caso de las órdenes correctivas, se eliminó la actividad de “set up producción”, ya que vendría a ser como el equivalente a las aprobaciones. Y finalmente, se agregaron las órdenes operativas con clase de orden OMO1. En estas se espera clasificar todas las tareas que se realizan por el departamento de mantenimiento de Gutis que no calzan con los conceptos de aprobaciones, mantenimiento correctivo o mantenimiento preventivo.

### **3.5.5 Capacitaciones sobre el uso de SAP**

En paralelo con el desarrollo de este proyecto, se llevaron a cabo varias capacitaciones donde se trabajó con 13 técnicos y la jefatura del departamento de mantenimiento. Entre los contenidos expuestos, se habló de: el uso general de la herramienta, la nueva estructura de movimientos (órdenes y avisos), las transacciones de avisos y órdenes, y el uso debido del ZRECT.

### **3.5.6 Indicadores en SAP**

SAP ya cuenta con los indicadores de MTBF y MTTR, sin embargo, no cuenta con la información que requiere para calcularlos. Este un problema con el uso del software, y se necesita capacitar a los técnicos de mantenimiento y a los operarios de los equipos de la planta productiva para garantizar la confiabilidad de los datos que se deben indicar en los avisos de mantenimiento para poder generar estos indicadores.

Fuera de los dos anteriores, SAP no cuenta con otra herramienta para mostrar indicadores de mantenimiento. Es por eso por lo que se toma la decisión de desarrollar un reporte personalizado que permita esta función de manera automática.

### ***3.5.7 Desarrollo de un reporte para calcular indicadores de mantenimiento automáticamente***

Ya con la nueva estructura de órdenes de trabajo y un personal mejor capacitado para utilizar el sistema, se puede plantear una nueva herramienta para hacer más fácil el hecho de medir los efectos de la forma en que se está aplicando el mantenimiento en Gutis.

Esta plataforma informática es la mejor opción para procesar y almacenar el registro de los indicadores de la gestión de mantenimiento. Además, permitiría que la misma herramienta pueda ser utilizada para analizar otros equipos.

El nuevo reporte va a calcular y mostrar automáticamente los indicadores según se desee. Este permitiría filtrar los resultados por fechas, equipo, ubicación técnica, y el desglose (semanal o mensual). La población y la frecuencia por analizar pueden ser determinadas cada vez que se genere el reporte. La solicitud de cambio para desarrollar este reporte se muestra en el apéndice 6.1.

Esta solicitud está siendo desarrollada por parte del centro de competencias al momento de terminar este proyecto. Por limitantes de tiempo, se deja todo listo para que la herramienta sea probada cuando esté lista, aunque lo estaría hasta después de terminada la práctica profesional.

## **3.6 Análisis económico**

### **3.6.1 Costo de implementación**

Las cuatro propuestas de mejora y el reporte de indicadores de SAP serían las cinco medidas que se pueden implementar para alcanzar la meta de este proyecto. Sin embargo, de estas, solo el sistema ANDON representa una inversión económica para su implementación. La información de este costo se incluye en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde se expone esta propuesta,

En cuanto a los cambios en los planes preventivos y el desarrollo del reporte de indicadores en SAP, estas medidas no implicaron ningún costo y ya están implementadas. El único costo que representan estas mejoras es el reconocimiento de los viáticos por la realización de la práctica profesional.

Las propuestas sobre las aprobaciones y los cambios en la gestión de mantenimiento en las blisters tampoco necesitan de una inversión o gasto para ser desarrolladas.

Para ejecutar los cambios en la gestión de mantenimiento, solo es necesario que el programador o el gerente del departamento los pongan en funcionamiento con los cambios necesarios en los planes preventivos. La revisión, actualización y mejora de estos planes es una tarea rutinaria para todo POE realizado en la empresa. En el anexo 7.4 se muestra la versión actual anterior a que los cambios se efectúen.

Por último, para implementar los cambios en las aprobaciones, indiferentemente de la propuesta que se decida seguir, se debe de colaborar con los departamentos de Aseguramiento de Calidad y Dirección Técnica. Estos son los responsables de determinar los aspectos de estas prácticas y son quienes tendrían la última palabra para modificarlas con respecto a esta propuesta.

### **3.6.2 Costo de oportunidad, VAN y TIR**

Por la naturaleza del proyecto en sí, la viabilidad económica se debería respaldar por medio de un análisis económico donde se exponga como se recupera el costo de la inversión con el ahorro que implica la solución del proyecto respecto al costo de oportunidad. Ya con estos valores, se puede desarrollar un estudio que exponga valores como el VAN, TIR y el periodo de recuperación de la inversión.

Por políticas de la empresa y del departamento de costos y auditoría, el monto económico de los costos de oportunidad de los equipos productivos de Gutis es confidencial. Aún con todos los esfuerzos para adquirir este valor fue imposible que lo compartieran.

Además, me fue comunicado que, por la gran gama de productos, y diferentes presentaciones de blister que procesan las Uhlmann B1330, ellos no lo manejan este costo porque es muy variante por la demanda con comportamiento caótico

Por esta razón, la viabilidad de las propuestas que se plantearán se determina como el porcentaje de tiempo de paro por mantenimiento que se espera que disminuyan.

### 3.6.3 Rentabilidad

Para poder demostrar la rentabilidad de este proyecto sin los indicadores anteriores por la falta del dato del costo de oportunidad, se plantea la siguiente tabla de comparación costo-resultado.

Tabla 25. Relaciones costo-resultado de las propuestas del proyecto.

Costo	Propuesta	Resultado
400 000 colones de viaticos por el desarrollo del proyecto	Eliminar las aprobaciones	Reducción de un 16,2% de los tiempos de paro por mantenimiento
	Modificar las inspecciones para las aprobaciones de equipo	Aprovechamiento real del 16,2% de los tiempos de paro por mantenimiento
	Cambios en la gestión de mantenimiento en las blisteras	Disminución en los tiempos de paro por la mejora en el sistema de prevención del 79,42% de las fallas
	Cambios en los planes preventivos en SAP	Reducción de al menos un 10% en el tiempo de paro por mantenimientos preventivos
	Desarrollo del reporte de indicadores en SAP	Obtención de una herramienta
1975 dolares en la compra del equipo	Implementación del sistema ANDON	Identificación de las causas de lo tiempos de paro que no se clasifican actualmente. En promedio, estos representan un 18,14% del tiempo de productivo total de estos equipos

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel 2016.

## 4. Conclusiones y recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

- Según los datos registrados en las ordenes de trabajo de mantenimiento en SAP entre setiembre del 2017 y abril del 2018, el promedio de los paros por mantenimiento es del 6,1% del tiempo potencialmente productivo.
- El nivel Sigma promedio de las horas de paro por mantenimiento es de 3,06. Este valor significa que el efecto de las tareas de mantenimiento en el comportamiento productivo de las blisteras es un tiempo de paro promedio que abarca un 5,9% del tiempo productivo total.
- Se determinan varias causas en la gestión del departamento de mantenimiento que pueden ser mitigadas para disminuir el tiempo de paro de estos equipos. Según su efecto, las causas más grandes que pueden ser tratadas con las medidas propuestas son las aprobaciones de los equipos antes de producir un lote. Se plantean dos soluciones para mitigar su efecto, eliminarlas o modificar sus aspectos para aprovechar estos tiempos con inspecciones preventivas de detección temprana.
- Se plantean cinco propuestas para aprovechar de la mejor manera el tiempo que se invierte en las aprobaciones, identificar las causas de los tiempos de paro que no se clasifican actualmente, registrar los tiempos de los estados de las máquinas automáticamente, medir el comportamiento de las tareas de mantenimiento y reestructurar los planes preventivos en SAP para que las ordenes que generen sean más sencillas de utilizar para reducir los tiempos de las operaciones preventivas.
- El reporte desarrollado en SAP en conjunto con el centro de competencias de Gutis permitió crear un sistema de medición capaz de calcular los indicadores claves de rendimiento de mantenimiento automáticamente.

## 4.2 Recomendaciones

- ZRECT es un desarrollo de SAP del departamento de metrología del cual se ha sacado provecho por el momento, pero no cubre las necesidades reales del departamento de mantenimiento. Por eso se recomienda solicitar una nueva herramienta equivalente a ZRECT clonada solo para mantenimiento. Los cambios que se proponen para mejorar el rendimiento del nuevo desarrollo son:
  - Solo permitir que se registren tiempos de una operación a la vez, ya que no se le restringe esta posibilidad al usuario.
  - Permitir la finalización de operaciones pausadas sin tener que iniciarlas de nuevo porque implica perder tiempo.
  - Crear un botón de notificado final para la orden que se habilite cuando todas las operaciones estén finalizadas. Actualmente el desarrollo por si solo notifica la orden cuando todas las operaciones están finalizadas, lo que no permite que los técnicos cambien algún dato que sea necesario modificar en la orden luego de realizar el trabajo correspondiente.
  - Permitir la finalización de operaciones sin tiempos para operaciones que no requieren que se registre la duración. Como órdenes operativas donde solo se cargan repuestos o materiales de bodega, por ejemplo.
  - Arreglar la función para visualizar el tiempo transcurrido de trabajo real porque no toma en cuenta las pausas del contador de tiempo.
  - Al notificar la orden llenar los datos de fin de avería en el aviso vinculado
- Implementar los indicadores de MTTR y MTBF en SAP. Estos datos son brindados por las transacciones MCJB y MCJC, pero en este momento no existe la información que necesita el sistema para realizar los cálculos y generar el reporte correspondiente. Para lograr recaudar estos datos es necesario llenar los datos de inicio y fin de avería en los avisos de mantenimiento. Para hacer esto con la mayor confiabilidad posible, se plantea la última modificación en el ZRECT o en la nueva herramienta equivalente, para que al igual que con las notificaciones del tiempo de trabajo real que realiza el sistema en las ordenes actualmente, se llenen los tiempos de avería automáticamente sin permitir que los técnicos o los operarios puedan alterar esta información.
- Utilizar la herramienta de los cuadros de mando para el control de los indicadores propuestos según su valor numérico, evaluándolos de una manera más intuitiva, fácil y rápida

## 5. Bibliografía

- Amendola, L. (2007). *Organización y gestión del mantenimiento*. PMM Institute for learning.
- Babb, S., Marsh, S., Meisel, R., & Schlichting, J. (2007). *The executive guide to understanding and implementing Lean Six Sigma: the financial impact*. Milwaukee: American Society of Quality.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. (2001). *Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en al industrial: COVENIN 2500-93*. Caracas: COVENIN.
- Duffuaa, S., Dixon, J., & Raouf, A. (2000). *Sistemas de mantenimiento: Planeación y control*. México: Limusa.
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos.
- Gómez, L. (2016). *Material didáctico del curso de Administración de Mantenimiento II*. Cartago: Tecnológico de Costa Rica.
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega.
- Niven, P. (2006). *Balance Scorecard Step by Step: maximizing performance and maintaining results*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ortiz, Y., Pinzón, M., & Mesa, D. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. Pereira: Scientia et technica.
- Piedra, C. (2016). *Material didáctico del curso de Administración de Mantenimiento I*. Cartago: Tecnológico de Costa Rica.
- Prando, R. (1996). *Manual Gestión de Mantenimiento a la Medida*. San Salvador: Piedra Santa.

Priyo, Y. (12 de Diciembre de 2010). *Six Sigma analysis tools: Diagram of CE/CNX | Cause and Effect | Constant-Noise-Experiment Diagram*. Obtenido de <http://5smanagement.com/six-sigma-analysis-tools-diagram-of-cecnx-cause-and-effect-diagramconstant-noise-experiment-diagram/>

Tavares, L. (1999). *Administração moderna de manutenção*. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações.

Uhlmann. (2011). *Manual de instrucciones para el manejo B1330/1440137*. Laupheim.

## **6. Apéndices**

### **6.1 Solicitud de cambio para desarrollar el reporte de indicadores de mantenimiento**

	Nombre:	Código:
	<b>Reporte de indicadores de rendimiento (KPI) del departamento de mantenimiento en SAP</b>	<b>1.001</b>

## 1. DIAGNÓSTICO RESUMEN

<b>Título del Requerimiento</b>	<b>Indicadores de mantenimiento</b>			
<b>Impacto en la Operación</b>	Bajo	Medio X	Alto	<b>Crítico</b>
<b>Área de Negocios</b>	Mantenimiento Industrial			
<b>Escenario de Negocio</b>	Indicadores			
<b>Funcional Responsable</b>	Fabián Núñez			

## 2. DESCRIPCIÓN BREVE DEL PROCESO DESARROLLADO

### Diagrama/Descripción del Proceso

#### SOLICITUD 1.

Se requiere desarrollar un reporte que permita mostrar los siguientes indicadores de rendimiento del departamento de mantenimiento en un determinado rango de fechas, desglosado por semanas o meses, para determinado equipo o ubicación técnica, según se filtre en los parámetros de entrada.

Indicador (KPI)	Descripción	Fórmula
Mantenimiento total	Total de tiempo de mantenimiento invertido en el equipo o ubicación técnica	=MO+AP+MC+MP
Mantenimiento operativo (%)	Tiempo de mantenimiento invertido en tareas operativas	=(MO/PM)*100%
Aprobaciones (%)	Tiempo de mantenimiento invertido en las aprobaciones de área	=(AP/PM)*100%
Mantenimiento correctivo (%)	Tiempo de mantenimiento invertido en tareas correctivas	=(MC/PM)*100%
Mantenimiento preventivo (%)	Tiempo de mantenimiento invertido en tareas preventivas	=(MP/PM)*100%
Paros por mantenimiento	Tiempo en que el equipo no está disponible por tareas correctivas, preventivas y de aprobaciones	=AP+MC+MP
Ordenes ejecutadas (%)	Porcentaje de órdenes de trabajo realizadas	=(OE/OR)*100%
Tiempo promedio de respuesta	Tiempo de la duración entre la creación de un aviso y el inicio de una orden correctiva	=TR/OS

Los indicadores de la tabla anterior se calculan por medio de la fórmula dada para cada uno de ellos. Los valores que se presentan en las fórmulas se explican a continuación:

	Nombre: <b>Reporte de indicadores de rendimiento (KPI) del departamento de mantenimiento en SAP</b>	Código: <b>1.001</b>
---	--	-------------------------

## Diagrama/Descripción del Proceso

### Mantenimiento operativo (MO):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento operativo (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMO1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [MO] como la suma de todos los tiempos de trabajo real ([AFVGD-ISMNW]) de todas las operaciones registradas en cada orden, y expresar el valor en minutos.

### Aprobaciones (AP):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento de aprobaciones (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMI1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [AP] como la suma de todos los tiempos de trabajo real ([AFVGD-ISMNW]) de todas las operaciones registradas en cada orden, y expresar el valor en minutos.

### Mantenimiento correctivo (MC):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento correctivo (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMC1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [MC] como la suma de todos los tiempos de trabajo real ([AFVGD-ISMNW]) de todas las operaciones registradas en cada orden, y expresar el valor en minutos.

### Mantenimiento preventivo (MP):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento preventivo (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMP1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [MP] como la suma de todos los tiempos de trabajo real ([AFVGD-ISMNW]) de todas las operaciones registradas en cada orden, y expresar el valor en minutos.

### Órdenes de aprobaciones (OA):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento de aprobaciones (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMI1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [OA] como el conteo del número de órdenes seleccionadas.

### Órdenes de trabajo ejecutadas (OE):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento que no sean de aprobación (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMC1", "OMP1" o "OMO1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [OE] como el conteo del número de órdenes ya realizadas (status del usuario [CAUFVD-ASTTX] = "CTEC", "LIBE CTEC", "NOTI CTEC" o "NOTI").

### Órdenes de trabajo generadas (OR):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento que no sean de aprobación (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMC1", "OMP1" o "OMO1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [OR] como el conteo del número de órdenes seleccionadas sin importar su status de usuario.

### Órdenes de trabajo solicitadas por avisos (OS):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento correctivo (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMC1") realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado), y calcular el [OS] como el conteo del número de órdenes generadas por un aviso (con un número de aviso vinculado en el campo [CAUFVD-QMNUM]) ignorando las que tengan este campo vacío.

### Suma de tiempos entre avisos y respuestas (TR):

Se deben seleccionar todas las órdenes de mantenimiento correctivo (clase de orden [CAUFVD-AUART] = "OMC1")

	Nombre: <b>Reporte de indicadores de rendimiento (KPI) del departamento de mantenimiento en SAP</b>	Código: <b>1.001</b>
---	--	-------------------------

### Diagrama/Descripción del Proceso

realizadas en el rango de fechas de los parámetros de selección (fecha de inicio real [CAUFVD-GSTRI] perteneciente al rango determinado) y generadas por un aviso (con un numero de aviso vinculado en el campo [CAUFVD-QMNUM]), y calcular [TR] como las suma de los tiempos entre la creación del aviso vinculado (fecha [VIQMEL-QMDAT] y hora [VIQMEL-MZEIT]) y el inicio de la ejecución de la orden de trabajo (fecha [CAUFVD-GSTRI] y hora [CAUFVD-GSUZI]) de cada una de las órdenes seleccionadas.

Los parámetros de entrada para filtrar la información serían:

- Fecha de inicio y fecha de final del período de consulta
- Selector del desglose (semanal o mensual)
- Ubicación técnica
- Número del equipo

Y según la selección del desglose, los campos requeridos en la layout para cada semana o cada mes son:



Nombre:  
**Reporte de indicadores de rendimiento (KPI) del departamento de mantenimiento en SAP**

Código:  
**1.001**

### Diagrama/Descripción del Proceso

Indicador (KPI)	Unidad	Descripción que debe aparecer en el layout
Mantenimiento total	Minutos	Mantenimiento total
MO	Minutos	Mantenimiento operativo
Mantenimiento operativo	% del total	
OA	Cantidad de ordenes	Aprobaciones
AP	Minutos	
Aprobaciones	% del total	
MC	Minutos	Mantenimiento correctivo
Mantenimiento correctivo	% del total	
MP	Minutos	Mantenimiento preventivo
Mantenimiento preventivo	% del total	
Paros por mantenimiento	Minutos	Paros por mantenimiento
OR	Cantidad de ordenes	Ordenes generadas
Ordenes de trabajo ejecutadas	%	Ordenes ejecutadas
OS	Cantidad de ordenes	Ordenes solicitadas por avisos
Tiempo promedio de respuesta	Minutos	Tiempo promedio de respuesta entre la creación de un aviso y el inicio de una orden correctiva

Cada indicador debe ser una columna diferente. Mientras que cada una de las filas, incluye, todo indicador para el período correspondiente (mes o semana). Esta estructura se muestra en el ejemplo del escenario de pruebas en mandate 800 y en el archivo de Excel adjunto.

#### **Ejemplo:**

Se requiere un reporte que permita visualizar los indicadores de rendimiento de mantenimiento para el equipo 2635-1 (BLISTEADORA DE TABLETAS UHLMAN #1), en el período entre el 11.03.2018 y el 25.03.2018.

La base de datos y los resultados del ejemplo se muestran en el archivo de Excel adjunto.

	Nombre: <b>Reporte de indicadores de rendimiento (KPI) del departamento de mantenimiento en SAP</b>	Código: <b>1.001</b>
---	--	-------------------------

**Consideraciones Adicionales**

El reporte se debe visualizar tipo ALV con todas sus funcionalidades.



Nombre:  
**Reporte de indicadores de rendimiento (KPI) del departamento de mantenimiento en SAP**

Código:  
**1.001**

### 3. Escenario de pruebas en mandate 800.

#### Resultado de pruebas

Periodo de consulta:

Detalle de periodo:  Mensual  Semanal

Reporte gestión de mantenimiento  
 Usuario: GMORA  
 Fecha: 21.02.2018  
 Rango consulta: 01.01.2018 al 21.02.2018

Detalle periodo	Inicio Periodo	Fin Periodo	- Total de horas de mantenimiento (HMT)	- Mantenimiento Correctivo	- Horas de mantenimiento correctivo (HMC)	- Mantenimiento Planificado	- Horas de mantenimiento planificado (HMP)	- Ordenes ejecutadas	- Ordenes de trabajo resultadas (OTR)	- Ordenes de trabajo solicitadas (OTS)	- Ordenes de trabajo por avizos (OTA)	- Tiempo promedio de respuesta (minutos)
Semana 2	01/01/2018	08/01/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45
Semana 3	08/01/2018	15/01/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45
Semana 4	15/01/2018	22/01/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45
Semana 5	22/01/2018	29/01/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45
Semana 6	29/01/2018	05/02/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45
Semana 7	05/02/2018	12/02/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45
Semana 8	12/02/2018	19/02/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45
Semana 9	19/02/2018	21/02/2018	100	50	20	20	10	40	23	25	30	45

	Nombre: <b>Reporte de indicadores de rendimiento (KPI) del departamento de mantenimiento en SAP</b>	Código: <b>1.001</b>
---	--	-------------------------

#### 4. Aprobaciones/Firmas

Puesto	Nombre
Gerente de Área	

## 6.2 Bases de datos extraídas de SAP

Tabla 26. Bases de datos de órdenes de trabajo correctivas generadas entre julio del 2016 y febrero del 2018, analizada para desarrollar el registro de fallas de la blistera Uhlmann B1330 #1

Orden	Especificación	Sección que presenta el problema	Parte que falló	Detalles	Texto breve
10001322	Preventivo	-	-	-	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL
10001366	Falla	Sellado	Sensores	-	sensor junta de pegado uhlmann1
10001491	Estado incierto	No indica	-	-	fallo uhlmann1
10001617	Falla	Alimentador	Sensores	"Problema con sensor de llenado"	no funciona vibrador dosif ulhmann1
10001648	Sin falla	Formado	Formado	"no correspondía con el rodillo de avance"	problemas impresión
10002464	Falla	Alimentador	Dosificador	"Cambio cable"	cable del vibrador dañado ulhmann 1
10002525	Falla	Impresora	Entintador	Entintador	revisar entintador uhlmann1
10002605	Falla	Formado	Freno	"Cinta de teflón en el freno del PVC"	uhlmann 1
10003477	Falla	Transferencia	Paletas	Paletas el mala posición	ajuste de transferencia
10003604	Falla	Impresora	Entintador	Impresión entintador borrosa	Revicion del entintador
10003878	Falla	Impresora	Secador UV	No arranca por la lámpara	uhlmann 1
10003887	Falla	Impresora	Entintador	Cambio sellos y rasquera (entintador)	CAMBIO DE SELLOS Y RASQUETA
10004279	Aprobación	-	-	-	aprobación equipo uhlmann1
10004603	Sin falla	Facilidades	-	Instalación	Hacer roscas a base de impresión
10004891	Falla	Transferencia	Neumática	ventosas de succión quebradas y paletas torcidas	fallo transferencia
10004892	Sin falla	Servicio contratado	-	"Conexión remota Uhlmann Alemania"	paro conexión remoto ulhmann Alemania
10005124	Falla	Impresora	Rodillos	-	fallo de rodillos de impresión
10005200	Falla	Impresora	Secador UV	"CAMBIO DE VÁLVULA OBTURADOR"	CAMBIO DE VALVULA OBTURADOR
10005295	Falla	Transferencia	Neumática	"Soporte de ventosa"	soporte de ventosa
10005338	Falla	Transferencia	Sensores	Máquina se detiene muy seguido por error en sensor IPC	error sensor pala mecánica IPC
10005780	Falla	Transferencia	Transferencia	-	fallo transferencia
10005867	Sin falla	Estructura	Puerta	Cambio pistones	cambio pistón puerta blister uhlman#1
10005840	Falla	Alimentador	SIMTAP	"PALETAS DEL SYMTAK"	PALETAS DEL SYMTAK
10006015	Aprobación	-	-	-	aprobación equipo uhlmann1
10006999	Falla	Formado	Formado	"falla en el sistema de formado"	uhlmann 1
10007079	Aprobación	-	-	-	aprobación equipo uhlmann1
10006736	Sin falla	Prueba	-	"pruebas"	blister ulman 1
10008302	Falla	Impresora	Secador UV	Ajuste presión aire subida y bajada obturador	impresora ulmann 1
10008384	Falla	Impresora	Secador UV	Ajuste presión aire	impresora ulmann 1

				subida y bajada obturador	
10008397	Falla	Formado	Freno	"Limpieza y ajuste del freno por medio de la contratuerca"	uhlmann 1
10008441	Falla	Impresora	Entintador	Cambio sellos y rasquera (entintador)	ENTINTADOR CAMBIO SELLOS Y RASQUETA
10008600	Falla	Impresora	Sensores	"problemas sensores no ajusta impresión"	problemas sensores
10007415	Sin falla	Servicio contratado	-	Se fabrica eje nervado	REPARACIÓN DE EJE DE ESTACIÓN DE CIERRE
10008756	Falla	Impresora	Impresora	-	fallo hapa
10008850	Falla	Impresora	Impresora	"freno de impresión"	freno de impresión
10009212	Falla	Formado	Freno	"PROBLEM CON EL PVC DE BLISTER, se verificaron medidas, se ajustó el freno se cambió pv.se verifico la tenaza"	ulmann 1
10009218	Falla	Transferencia	Transferencia	"falta trasferencia y formado, la máquina bota constante mente los blister ,y el formado da falla. Se ajusta transferencia y se baja presión al cuarto".	uhlnann 1
10009246	Falla	Formado	Formado	"no forma burbuja"	no forma burbuja
10009131	Sin falla	Repuesto bodega	-	"sacar grasas de bodega stock d taller"	***Grasas Línea Uhlmann***
10009456	Falla	Sellado	Cilindro sellado	-	limpiar con ácido rodillo sellado
10009564	Misceláneo	Aspiradora	Filtro	"Filtro saturado"	filtro aspiradora saturado
10009808	Aprobación	-	-	-	aprobación equipo uhlmann1
10009827	Estado incierto	No indica	-	Limpieza y ajuste chapaleta	uhlmann 1
10009873	Sin falla	Repuesto bodega	-	"CEPILLOS PARA LUBRICAR"	CEPILLOS PARA LUBRICAR
10010341	Falla	Impresora	Secador UV	Se repara el soporte de la lámpara y se libera el obturador	obstaculizador UV se queda pegado
10010543	Falla	Formado	Freno	"SE VERIFICA DE FUNCIONAMIENTO DE LA TENAZA DE AVANSE DEL PVC,SE AJUSTA FRENO DEL PVC,SE TUBO QUE APAGAR LA MÁQUINA PARA RESETEARLA 2 VESES CADA RESET DURÓ 30 MINUTOS CADA UNO,POR QUE DABA UN ERROR DE PARADA DE EMERGENCIA"	problemas pvc se encoje
10010643	Estado incierto	Alimentador	-	-	dosificador
10010684	Estado incierto	No indica	-	"CAMBIO DE VARIOS REPUESTOS"	CAMBIO DE VARIOS REPUESTOS ...
10010728	Falla	Impresora	Entintador	Entintador	entintador
10011015	Equipo	Encartonadora	-		ENCARTONADORA ULHMAN #2

	incorrecto				
10011018	Misceláneo	Torre elevadora	-	"No gira para poner tambo en posición"	se dañó torre de los tambos
10011027	Falla	Alimentador	SIMTAP	"Tornillos SIMTAP y gomas"	TORNILLOS SIMTAP , GOMAS DISIFICADOR
10011114	Falla	Control	Control	"error de audi trail no carga programa"	uhlmann 1
10011184	Falla	Control	Control	"error de audi trail"	uhlmann 1
10011187	Falla	Formado	Formado	-	VALVULA EST, FORMADO
10011295	Falla	Impresora	Entintador	"Se cambia entintador y se corrige el malo"	uhlmann 1
10011299	Falla	Impresora	Secador UV	Ajuste presión aire subida y bajada obturador, y se repara el soporte de la lámpara	uhlmann 1
10011304	Falla	Impresora	Secador UV	Ajuste presión aire pistón reflectores	uhlmann 1
10011331	Falla	Impresora	Entintador	-	Mantenimiento Entintadora Uhlman1
10011345	Falla	Impresora	Entintador	Limpieza y revisión de entintador y rodillo	entintador BLISTER ULMAN #1 se realiza r
10011461	Misceláneo	Aspiradora	-	"Cambio repuestos"	REPUESTOS DE ASPIRADORA (CAMBIAR)
10011497	Estado incierto	No indica	-	"línea detenida por semáforo en rojo"	semáforo rojo
10011946	Estado incierto	No indica	-	-	uhlmann 1
10011984	Falla	Impresora	Impresora	"ajuste impresión"	ajuste impresión
10012007	Falla	Control	Control	"Se reseteó maquina completamente en varias ocasiones por falla de comunicación"	falla de encendido
10012117	Falla	Compactado	Corte	"SE AJUSTA FRENO Y SENSOR DE CORTE"	ajuste impresión
10012140	Falla	Control	Control	"se reseteó la maquina 3 veces, ya que no hacia LAS referencias"	no hace las referencias
10012350	Falla	Control	Control	"Se resetea maquina en dos ocasiones y se quita fusible de batería por problema de encendido de las pantallas de uhlman"	falla de encendido de pantallas
10012353	Falla	Control	Control	"pantallas no arrancan se receta y aun no despegó cpu se le caco fusible para setearlo y arranco normalmente."	LINEA ULHMAN 1
10012336	Sin falla	Cámara	-	-	MARCO DE CRISTAL SIST, DE VISION
10012378	Falla	Compactado	Corte	"falla corte"	falla corte
10012478	Falla	Formado	Freno	"revisar freno y formado"	revisar freno y formado
10012639	Falla	Formado	Formado	"falla por formado de pvc"	falla por formado de pvc
10012678	Sin falla	Impresora	Acrílico	"CAMBIO DE ACRILICO QUEBRADO"	CAMBIO DE ACRILICO QUEBRADO
10012843	Falla	Impresora	Impresora	"problemas ajuste impresión"	problemas ajuste impresión
10013731	Sin falla	Servicio contratado	-	"Envío de tuercas de la maquina Uhlmann para	Envío de tuercas de la maquina Uhlmann p

				servicio de calibración"	
10014316	Falla	Compactado	Corte	"fallo estación de corte"	falla corte
10014403	Falla	Compactado	Corte	"SE LE REALIZA UNA REVISION FUERTE POR DESPRENDIMIENTO DE PALETA DE TRANSFERENCIA BLISTERS SE LE REALIZA UNA LIMPIEZA EN LAS GUIAS Y TRANSPORTE. SE CAMBIA ALETA REVENTADA. SE REALIZA UNA VULCANIZACION CON POXIPOL Y SE PPNE EN MARCHA, LA CUAL SE VOLVIO HA DESPRENDER RAPIDAMENTE. SE INFORMA HA SUPERVISIÓN. SE LIMPIA INTERNO PRODUCCIÓN Y EMPAQUE."	falla corte y transferencia
10014436	Falla	Compactado	Corte	"SE ATORNILLA LAS PARTES DAÑADAS C.V.CAMBRONERO.V"	falla corte y transferencia
10014764	Falla	Impresora	Entintador	-	paro por entintador se riega la tinta
10014798	Falla	Compactado	Corte	-	problemas corte
10014804	Falla	Transferencia	Avance transferencia	"Ajuste de presión del cilindro CM, la cual se encontró en 1.5 Bar y tiene que estar entre 2 y 2.5 Bares."	problemas corte
10014893	Falla	Estirado	Rodillos	-	rodillos estiramiento
10015126	Aprobación	-	-	-	falla de encendido
10015243	Falla	Control	Control	"SE REINICIA LA MAQUINA POR PROBLEMAS DE COMUNICACION EN LA PC."	problemas de software.SE REINICIA LA MAQU
10014388	Falla	Compactado	Corte	"Ajuste de parámetros."	falla corte y transferencia
10015561	Sin falla	Operario	-	"operario no sabe ajustar la hapa"	problemas ajuste impresión
10015716	Falla	Compactado	Corte	-	cambio cuchillas corte
10015929	Falla	Impresora	Impresora	-	falla aluminio. freno
10015914	Sin falla	Repuesto bodega	-	"SE SACAN LOS REPUESTOS DE LA BODEGA"	REP. PARA TRANSFER.,DOSIFICADOR.,ASPIRADO
10015927	Sin falla	Repuesto bodega	-	"SE SACA EL REPUESTO DE BODEGA"	LAMINA DE FORMADO VISIONSCAN
10015995	Falla	Transferencia	Transferencia	"desmontaje secciones de transferencia."	BLISTER ULHMAN #1
10015985	Sin falla	Servicio	-	"Servicio de fabricación	Servicio de fabricación de resortes de c

		contratado		de resortes de compresión en acero negro."	
10016036	Falla	Cámara	Cámara	"Modificación fijador de posición de la cámara SE INSTALAN LAS PARTES SE PRUEBA Y QUEDA BIEN...."	Modificación fijador de posición de la c
10016129	Estado incierto	No indica	-	-	Mantenimiento Uhlman 1
10016273	Falla	Formado	Péndulo	"fallo en el péndulo"	fallo en el péndulo
10016358	Falla	Compactado	Corte	-	problemas corte
10016014	Falla	Transferencia	Transferencia	"VERIFICAR QUE EL CONTRAPESO DEL PVC QUE SE ENCUENTRA DESPUÉS DEL BUCLE CAIGA POR SU PROPIO PESO."	ajuste transferencia
10016427	Falla	Formado	Péndulo	"problemas en estación de calentamiento y formado del pvc, perdida del péndulo se hacen los ajustes y se baja temperatura"	problemas en calentamiento ,pvc
10016428	Falla	Transferencia	Avance transferencia	"error en servo, accionamiento transferencia se realiza el ajuste adecuado se limpia sensor"	problemas transferencia
10016538	Falla	Impresora	Impresora	"----- FUNCION DE IMPRECION ACTIVADO...."	no funciona la hapa
10016584	Falla	Transferencia	Sensores	" SE LIMPIAN SENSORES MUCHO POLVO"	problemas transferencia
10016617	Falla	Transferencia	Transferencia	"SE AJUSTA Y LIMPIA LA TRANSFERENCIA"	ajuste transferencia
10016730	Falla	Compactado	Corte	"fallo corte"	problemas corte
10016774	Falla	Transferencia	Transferencia	-	problemas transferencia
10016887	Falla	Transferencia	Sensores	"FIBRAS OPTICAS SALIDAS."	error de transferencia
10016888	Falla	Transferencia	Transferencia	-	error de transferencia
10016901	Falla	Formado	Pinzas	"SE RESETEO EQUIPO."	válvula de pinza no acciona
10016928	Falla	Transferencia	Sensores	"SE LIMPIA SENSOR"	error de transferencia
10016929	Falla	Formado	Pinzas	"SE RESETEA MAQUINA"	fallo de aire comprimido en pinzas
10016933	Falla	Formado	Placas	"TIEMPO SE CORRIO EN LA ORDEN 10016950"	planchas de calentamiento en mal estado
10016950	Falla	Formado	Placas	"SE SUELDA CABLE ROTO , SE PONE TERMOENCOGIBLE, QUEDA BIEN"	planchas de calentamiento en mal estado
10017020	Falla	Transferencia	Transferencia	-	falla de transferencia
10017147	Falla	Transferencia	Transferencia	"##SE PONE TORNILLO QUE SE CAYO, NO HAY PIESAS	problemas transferencia

				QUEBRADAS, SE AJUSTA Y SE PRUEBA"	
10017216	Falla	Impresora	Entintador	"*** se ajusta la rasqueta se limpia y se le pone grasa nueva"	ajustar rasqueta
10017333	Misceláneo	Torre elevadora	Eléctrica	"### fases invertidas, se conectan en su orden y trabaja bien..."	no funciona la torre
10017350	Sin falla	Repuesto bodega	-	"Se solicitaron brochas a bodega y se entregan al operador de Uhlman, Hamilton."	Cambio de brochas de limpieza de equipo
10017384	Estado incierto	No indica	Rodillo	"RODILLO EN BUEN ESTADO PERO MANCHADO,,, SE AJUSTAN PARAMETROS SE CORRE UN MINUTO..."	fallo en rodillo manchado
10017393	Falla	Impresora	Impresora	-	se queda freno impresión pegado
10017432	Falla	Transferencia	Transferencia	-	problemas transferencia
10017538	Falla	Impresora	Sensores	"SENSOR MUY SUCIO Y DIFICIL ACCESO.. SE LIMPIA Y AJUSTA..."	se apaga hapa
10017578	Falla	Impresora	Sensores	"###MAQUINA TENIA ESPEJO DEL SENSOR SUCIO, SE TUVO Q LIJAR Y ALINEAR"	se apaga hapa
10017784	Falla	Alimentador	Dosificador	"#cuña con oxidación, se necesita una nueva, se ajusta y funciona.."	PALETA DOSIFICACION PRODUCTO
10018036	Falla	Transferencia	Sensores	"SE LIMPIA SENSOR Y SE PRUEBA"	problemas transferencia
10018054	Falla	Impresora	Entintador	"SE HACE SALIDA DEL REPUESTO SE AJUSTA Y SE INSTALA, SE ANOTA EN BITACORA DE CONTROL"	SALIDA DE ENTINTADOR
10018122	Equipo incorrecto	Gabinete Remstar	-	"Se ajusta set point a cero."	se trabó remstar
10018125	Sin falla	Transferencia	Bandeja	"Servicio de fabricación de caja acrílica de 8mm de espesor para la recolección de producto rechazado, motivo: la actual se encuentra quebrada."	Servicio de fabricación de caja acrílica
10018180	Falla	Impresora	Sensores	"se ajusta bobina de aluminio estaba floja, sensor desalineado y ajusta"	ajustar reimpresión
10018286	Falla	Sellado	Desviaciones	"problemas con ajuste de pvc , desviaciones flojas tornillos barridos. Se consiguen prisioneros."	uhlmann 1
10018298	Falla	Transferencia	Transferencia	-	fallo de transferencia
10018485	Falla	Impresora	Impresora	"ajuste de parámetros"	falla de impresión
10018564	Falla	Transferencia	Sensores	"se corrige el error"	sensor de corte da problemas

10018572	Falla	Impresora	Secador UV	"maquina se detiene y marca error de impresora. Se desarma la lámpara y se encuentra gaza o agarradera metálica de la lámpara suelta. Se le coloco tornillo y se volvió a probar. Lámpara deajo de encender, se re-socaron terminales de cableado y ya encendió pero da error de POS. 0 AVANCE p. vac. Flexo1, se cambió la lámpara por la de Uhlman 2 pero dio el mismo error. Se ajustó bien los reguladores de aire del obturador y se revisó sensor y válvula, pero todo aparenta estar bien. Se apagó panel de Hapa se re-estableció y se volvió a intentar arranca pero da el mismo fallo. Favor dar seguimiento en la mañana."	error de impresora
10018669	Falla	Formado	Formado	"falla de lámina de pvc se hace una arruga y se desmonta en el rodillo de avance, y se majan las tabletas."	uhlmann 1
10019000	Sin falla	Formado	Formado	"A la película de formación se le hace una arruga y se desajusta en el rodillo de avance, revisar temperaturas de formación. Se cambió formato y realizo limpieza de planchas de preformado."	falla en lámina de formación
10019027	Falla	Formado	Pinzas	"reset de maquina se elimina el error---"	pinza n acciona
10019149	Falla	Sellado	Sellado	"SE AJUSTA EL AVANCE Y LOS CICLOS YA Q EL SELLO ERA DE 3 Y NO DE 4 BLISTER"	ajuste de sello
10019183	Falla	Alimentador	Dosificador	"favor poner cuña a la base de la paleta del selector de llenado de producto. Se le hace cuña."	selentor de llenado de producto
10019196	Falla	Alimentador	Dosificador	-	dosificador en mal estado
10019200	Falla	Alimentador	Dosificador	-	dosificador en mal estado
10018187	Estado incierto	No indica	-	"impresión no ajusta sellado"	impresión no ajusta sellado
10019337	Falla	Impresora	Rodillos	"se cambian los rodillos"	cambio de rodillos

				se le hace limpieza a la hapa"	
10019506	Falla	Formado	Formado	"falla formado de película de pvc , se hace una arruga ."	uhlmann1
10019613	Falla	Transferencia	Sensores	"Se limpian sensores de la transferencia."	transferencia no hace referencia
10019614	Falla	Transferencia	Sensores	"Se limpian sensores de transferencia."	transferencia no hace referencia
10019823	Falla	Impresora	Secador UV	"Lámpara da error de func. lámpara uv y no enciende se trata de regular entrada de aire al pistón de obturador no funciona se resetea la maquina sigue con el mismo error se decide cambiar lámpara se conectó y empieza a funcionar correctamente. Horas 17253."	no enciende lámpara de hapa
10019829	Falla	Impresora	Secador UV	-	Cambio de lámpara UV.
10019910	Falla	Sellado	Sensores	"SE AJUSTA SENSOR DE EMPALME DE PVC"	error de empalme de lamina
10020034	Falla	Impresora	Rodillos	-	rodillo de presión en mal estado
10020085	Falla	Transferencia	Neumática	"Se cambian copas de succión y filtro de transfer."	transferencia no agarra bien
10020141	Falla	Impresora	Impresora	-	impresora en mal estado
10020086	Falla	Transferencia	Neumática	"Cambio de copas de succión y filtro de transfer."	Cambio de copas de succión y filtro de t
10020169	Sin falla	Limpieza	-	"Mantenimiento Programado Revisión de partes limpieza y se piden repuestos .."	Mantenimiento Programado
10020164	Sin falla	Cámara	Modificación	"#SE INSTALA LA LUZ LED PARA MEJORAR EL SISTEMA DE VISION, SE HACEN CONEXIONES, SE INSERTAN NUEVOS PLANOS EN LOS MANUALES, SE HACEN PRUEBAS DE RECHAZO.."	MODIFICACION SISTEMA DE VISION ARTIFICIA
10020479	Falla	Sellado	Sensores	"SE REALIZA TEACHING AL SENSOR DE LAS PEGAS. SOLAMENTE"	problemas sensor empalme sellado
10020487	Falla	Impresora	Impresora	"la impresora falla por falta de aire comprimido desde las 19:30 Se solicitó arrancar otro compresor ya que el consumo era mayor con más máquinas, queda bien de nuevo el aire en 6 bares."	falla impresora Aire comprimido
10020489	Falla	Transferencia	Neumática	"la maquina constante	falla transferencia

				mente por falla de transferencia. Se volvió a montar ventosa floja y se ajustó presión de manómetro trasero a 0.4."	
10020499	Estado incierto	No indica	Sensores	"Se reemplaza el sensor dañado"	sensor dañado por humedad
10020517	Falla	Sellado	Sensores	"el censor no lee correctamente la marca de impresión y por lo tanto no ajusta la impresión. Se cambia ya que este esta mojado y da problemas de lectura."	falla censor de marcas de impresión
10020529	Falla	Impresora	Entintador	"el sello sale muy marcado por exceso de tinta en la impresión. Se hace ajuste de rasqueta que está dejando pasar más tinta y se limpia el rodillo del exceso de tinta."	sellado muy marcado por la tinta
10020541	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"Se limpió con ácido y se mejoró el estado de la superficie del rodillo, pero presenta algunas áreas con desgaste en las pistas o malla que aparentan ser manchas o suciedad pero es desgaste del rodillo como tal."	limpiar rodillo sellado con acido
10020562	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"Se desmonto eje de rodillo y transmisión de encoger y conexiones eléctricas, se cambió rodillo de sellado nuevo y se volvió armar, sin embargo daba problema que no calentaba. Se desarmó y se encontró térmico dañado, se continuo el trabajo el Miércoles, se cambió térmico y roles exteriores del eje, se volvió armar rodillo y se conectó nuevamente."	problemas rodillo sellado marcado
10020605	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"NOTA: orden se dejó corriendo para reportar la segunda parte del armado del rodillo de sellado de uhlman 1. Problemas rodillo sellado marcado. Se desmonto eje de rodillo y transmisión de encoder y conexiones eléctricas, se cambió rodillo de	Rodillo Sellado

				sellado nuevo y se volvió armar, sin embargo daba problema que no calentaba. Se desarmo y se encontró térmico dañado, se continuo el trabajo el Miércoles, se cambió térmico y roles exteriores del eje, se volvió armar rodillo y se conectó nuevamente. Queda funcionando bien. Técnicos: Adrián Bustos-Luis Orozco-Alex Zúñiga (supervisión Enrique Ferrer)"	
10020581	Estado incierto	No indica	-	-	UHLMAN 1
10021134	Falla	Impresora	Impresora	"Se realiza ajustes de sensores, parámetros y no presenta mejoría en la leyenda "muestra medica" se hace correcciones de avance a 160 y de registro longitudinal pero la impresión no deja de subir y bajar de posición."	ajuste con impresión muestra medica
10021167	Falla	Impresora	Impresora	"#SE REALIZA AJUSTES EN LA HAPA 230"	ajuste con impresión muestra médica
10021366	Falla	Transferencia	Sensores	"Se limpian sensores de transfer ya que no hace la referencia."	error servo en transferencia
10021473	Falla	Alimentador	Dosificador	"válvula dañada se cambia por el de la uhlmann 2 ya q no hay bodega"	falla dosificador
10021605	Falla	Alimentador	Dosificador	-	falla dosificador
10021625	Falla	Alimentador	Dosificador	"Cambio de faja."	falla dosificador
10021814	Falla	Formado	Pinzas	"Ajuste de paso."	pinzas ulhamn1
10020887	Estado incierto	No indica	-	"SE CAMBIAN CON ÉXITO"	MANGUITO DAÑADOS..
10021899	Falla	Impresora	Entintador	-	ajuste entintador y cambio tinta
10021958	Falla	Impresora	Impresora	"se revisa hapa pero no se encuentra el error ... se revisa domingo y se logra arreglar"	error en Hapa
10022221	Falla	Transferencia	Paletas	"se voltean 2 paletas, se le quita la tapa y se vuelven a su posición normal.."	transferencia no agarra bien
10022258	Falla	Transferencia	Sensores	"LIMPIEZA DE SENSORES Y FIBRAS QUE ESTABAN SUCIOS, DABAN ERROR DE LECTURA"	error en transferencia
10022432	Equipo incorrecto	Hapa del sótano	Limpieza	-	Limpieza hapa del sótano

10023124	Falla	Impresora	Sensores	"la hapa tiene tinta sensor marca que no y no arranca. Se saca exceso de tinta y ajusta sensor."	problemas hapa
10022741	Falla	Impresora	Sensores	"SE AJUSTA TORNILLO DEL SE SOR DE TINTA"	hapa
10023147	Falla	Compactado	Corte	-	error en corte
10023203	Falla	Transferencia	Sensores	"Se cambia sensor de barrera luminosa que está dañado se coloca nuevo pero mantiene error de longitud de blister y no deja correr la maquina se encuentran los conectores de los receptores superiores mal conectados se zafan y vuelven a colocar y la maquina funciona correctamente."	transferencia no hace home
10023329	Falla	Cámara	Cámara	"SE CAMBIA EL FILTRO QUE ESTABA MUY DETERIORADO Y TOSTADO"	"FILTRO POLAR EST. CAMARA"
10023524	Falla	Alimentador	Dosificador	"el selector de llenado de producto no funciona correctamente"	sistema de dosificación
10023757	Falla	Transferencia	Transferencia	-	problemas con transferencia
10023874	Falla	Transferencia	Transferencia	-	problemas con transferencia
10024208	Sin falla	Repuesto bodega	-	"SE SACAN LOS REPUESTOS"	SALIDA REPUESTOS SEMANA 52
10020827	Falla	Cámara	Cámara	"Problema de ajuste del operario"	problemas cámara
10024286	Falla	Transferencia	Paletas	"SE LE CAMBIAN PARTES CON DESGASTE EN LOS PISTONES QUE ABREN LA PALETA, SE HACE LIMPIEZA PROFUNDA, SE CORRIJE PARALELIZMO ENTRE PALETAS, SE LE HACE REVICION GENERAL A LOS SENSORES,SE LIMPIAN LAS PALETAS QUE ESTABAN CON INCRUSTACIONES DE TINTA"	Mantenimiento Transferencia
10024793	Estado incierto	No indica	-	-	REEMPLAZO DE FILTROS, RETORNO
10024803	Falla	Control	Control	"Nota: Durante pruebas realizadas por D. Badilla, el software del equipo se "pega" mostrando la leyenda de "GDI Error Invalid Parameter GDI + Error2". Se reinicia el	se pega la pantalla x pruebas de mantenimiento.

				equipo. DBADILLA/ LQR"	
10024894	Falla	Impresora	Entintador	"el aluminio revienta constantemente, por exceso de tinta en el entintador puede estar probando el problema y la suciedad de costra del cilindro de presión del aire."	uhlmann 1
10024967	Falla	Control	Control	"SE CONFIGURA EL WINDOWS YA QUE SE DESCONFIGURO"	uhlmann 1 pantallas no encienden
10025348	Falla	Impresora	Secador UV	"secador recalentado SE REALIXA CAMBIO DE LA LAMPARA UV HORAS DE USO 1163 HRS"	error en Hapa
10026258	Falla	Formado	Formado	"se pide la revisión de la plancha de formado inferior del formato 144/217 - 3A, ya que 4 de las muestras plásticas están hundidas. Se cambian 7 resortes y 2 pines que se dañaron, se toman de otro formato"	Revisión de plancha de formado inferior
10026537	Falla	Impresora	Impresora	-	revisión de la HAPA

*Fuente: Base de datos de la plataforma de SAP NetWeaver de Gutis Ltda.*

Tabla 27. Bases de datos de órdenes de trabajo correctivas generadas entre julio del 2016 y febrero del 2018, analizada para desarrollar el registro de fallas de la blistera Uhlmann B1330 #1

Orden	Especificación	Sección que presenta el problema	Parte que falló	Detalles	Texto breve
10001261	Falla	Alimentador	Dosificador	-	no funcionan los rodillos del dosificado
10001928	Falla	Compactado	Sensores	"ajuste péndulo tras estación de sellado SE AJUSTA SENSOR DEL TROQUEL DE CORTE VALOR ERRONEO"	ajuste maquina uhlmann 2
10002448	Equipo incorrecto	Encartonadora	-	-	RODILLO ENCARTONADORA E INSERTO ROSCADO
10002449	Falla	Estirado	Freno	"se repara fuga de aire en el conector de la manguera. Limpieza de rodillos estiramiento. Se liga baquelita del freno y rodillo. Ajuste en la faja de transmisión de los rodillos. Cambio válvula del pistón del freno."	Revisión sistema estiramiento
10003685	Falla	Impresora	Secador UV	"Se revisa válvula del opturador"	lámpara con problemas
10003769	Falla	Impresora	Sensores	"se ajusta sensor de impresión 410-B1"	ajuste sensor
10003803	Falla	Sellado	Rodillos	-	Cambio de rodillo sellado
10003976	Aprobación	-	-	-	aprobación de equipo uhlmann 2
10004262	Misceláneo	Aspiradora	Filtro	-	cambio de filtros epa de retorno
10004714	Falla	Formado	Pinzas	"No funcionan las pinzas de sujeción de avance de moldeo, se revisa accionamientos neumáticos y se resetea línea se reduce presión de manejadora 205 por exceso de atascamiento blisters(se normalizó funcionamiento)."	uhlmann 2
10004771	Falla	Impresora	Entintador	"se cambia el intintador ya que la tinta esta mala"	uhlmann 2
10005175	Falla	Control	Control	"la maquina da la siguiente alarma , Elau 100301 max 4- error 8037 Battery low"	uhlmann 2
10005201	Falla	Impresora	Secador UV	-	CAMBIO DE VÁLVULA OBTURADOR

10005343	Falla	Transferencia	Transferencia	"solicitamos la limpieza de la trasferencia, ensucia los blister a petición de aseguramiento de calidad"	limpieza de transferencia uhlmann 2
10006208	Falla	Formado	Placas	"falla formado, se soplan placas de formado y se ponen de nuevo, queda bien..."	uhlmann 2
10006255	Falla	Formado	Rodillos	"guía de pvc con rosca m6 de fijación barrida. operador no realizó aviso. se le coloca inserto sólido(se encuentra vcoil salido y área barrida)."	blister ulhman #2
10006260	Sin falla	Facilidades	Aire comprimido	"Se le instaló la tubería de aire comprimido en el cielo de la Happa y de la impresora, ya terminado el montaje se probó con el aire quedando bien."	Montaje de tubería de aire comprimido
10006326	Falla	Impresora	Secador UV	"se cambia lámpara UV estaba quemada, cable desprendido..."	cambio de lámpara
10007180	Falla	Alimentador	SIMTAP	"sintap"	uhlmann 2
10007612	Falla	Estirado	Rodillos	"Se cambia los rodillos (cilindro d accionamiento 20,2/77,5x183.5) Numero de parte #5019080, el rodillo (cilindro accionamiento (20.2/80x183, 5 ) número parte 650500. Cambio rodillo frenado (tubo 20/48x258,5)numero parte # 5019076 y se ajusta al freno"	Cambio de Rodillos Estiramiento de aluminio
10008096	Falla	Estirado	Freno	"revisión de freno y rodillo. se revisa sistema de frenado se ajusta y lubrica"	error aluminio
10008710	Sin falla	Producción	Formato	"se encuentran q las tabletas son de un espesor superior al que el formato es diseñado"	error de control palpador táctil
10008929	Falla	Impresora	Secador UV	"Se apaga la lámpara y se intenta mover manualmente la bandeja, pero se nota trabada por lo que se remueve por completo para revisar bien internamente. Se mueve manualmente estando afuera la cámara completa y si se mueve libremente, se vuelve a montar y queda trabajando bien."	falla hapa error lámpara uv

10008944	Falla	Impresora	Secador UV	"la impresora no arranca, da una alarma obturador uv SE REGULA AIRE DEL PISTON NEUMATICO ¿¿PISTON CON FUGA DE AIRE?!"	impresora hapa
10008947	Falla	Formado	Pinzas	"se debe hacer ajustes de golpes en 2 pinzas se deja listo y revisado, se prueba con el operador"	pinza sujeción malo
10009127	Falla	Impresora	Secador UV	-	falla hapa error lámpara uv
10009455	Sin falla	Repuesto bodega	-	-	Suministros
10009479	Falla	Impresora	Impresora	"falla de impresora da alarma y se apagó"	uhlmann 2
10009819	Estado incierto	No indica	Sensores	-	sensor pvc
10009934	Falla	Impresora	Secador UV	"la impresora no enciende alarma obturador uv la válvula necesita ajuste2"	impresora uhlmann 2
10009954	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"el sellado en el blister está dando problemas. se limpia rodillo, se sube temperatura y presión"	uhlmann 2
10010077	Falla	Formado	Pinzas	"falla pinza sujeción, no sostiene la lámina y hay apagar la máquina para reiniciarla hora inicio el paro 7 am"	aprobación de equipo uhlmann 2 tabletas
10010291	Falla	Impresora	Sensores	"se realiza un teaching al sensor 410 B1, sensor que detecta marcas de impresión. Freno del aluminio en otro ajuste."	ajuste de impresora
10010355	Sin falla	Facilidades	Condición del cuarto	-	problemas de aire se tiene que verificar presión de aire y condiciones del cuarto de blisteo queda probado con operador
10010575	Sin falla	Operario	Sensores	"el censor no lee bien la lámina se pierde el corte. se realiza teaching a petición del operario (NO ERA NECESARIO) se le ayuda a ajustar la máquina, se realiza referencia completa, rodillo sellado, máquina y transferencia... queda bien..."	blister 2
10010619	Falla	Alimentador	SIMTAP	"Ajuste de sistema de aire comprimido. Sistema no	Ajuste de simtak

				tenía ningún daño solo era armar"	
10010633	Falla	Impresora	Secador UV	"Ajuste de regulador de presión de aire de pistón."	no funciona obturador
10010669	Falla	Alimentador	SIMTAP	"Poner una contra tuerca en los tornillos de la placa dosificadora. se realizan ajustes operacionales, medidas mal ajustadas, y las mangueras conectadas donde no era... "	ajuste de tornillos del simtap
10010808	Falla	Compactado	Porta tipos	"cambio de prisioneros estampado"	uhlmann 2
10010823	Falla	Impresora	Entintador	"favor revisar por mas tinta y presión no entinta o imprime bien. se limpia rodillo y se cambia la tinta.. todo bien.."	entintador
10010824	Falla	Compactado	Porta tipos	"favor revisar pricioneros de todas las estaciones de estampado, la mayoría están barridos uhlmann 1 y 2. codificador dañado, trasroscado y tornillos barridos.. se arregla queda bien....."	estampados
10010909	Falla	Compactado	Corte	-	corte
10011167	Sin falla	Formado	Pinzas	"SE VERIFICA FUNCIONAMIENTO DE ELECTRO VÁLVULA Y MEDIDAS DE TENAZA TODO ESTA BIEN."	problemas con pinzas se aire
10011462	Misceláneo	Aspiradora	-	-	REPUESTOS DE ASPIRADORA (CAMBIAR)
10011654	Sin falla	No indica	-	-	Cambio de Cepillo Liston
10011655	Falla	Compactado	Corte	"favor ajustar la altura de las cuchillas del pre-corte"	uhlmann 2
10011985	Falla	Compactado	Sensores	"el sensor del troquel no está leyendo correctamente y se pierde el corte. Ajuste de ganancia de sensor"	uhlmann 2
10012106	Misceláneo	Torre elevadora	-	-	torre para tambos sube y baja de mas
10012107	Sin falla	Alimentador	Simtap	"SE TUVIERON QUE CAMBIAR LAS MANGUERAS DE AIRE COMPRIMIDO DE POSICIÓN!"	problemas con el simtap
10012139	Misceláneo	Torre elevadora	Neumática	"Falla era agua en sistema de aire comprimido ya que el secador esta pres"	torre para tambos sube y baja de mas

10012195	Falla	Sellado	Rodillos	-	CAMBIO DE RODILLO DE SELLADO ...
10012202	Sin falla	Repuesto bodega	-	-	REP. PARA ESTACION SELLADO, PT100
10012222	Falla	Impresora	Secador UV	-	cambio de pistón de ulhman 2 entintador
10013144	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"falta de temperatura de estación de sellado., dando la siguiente alarma. ERAU PLC 310005 control de protección de dispositivo de calentamiento de sellado lo cual no nos deja hacer los ajustes finales del cambio de formato. se dejó enfriar.."	uhlmann 2
10013188	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"la maquina está presentando problemas de nuevo de control de protección de dispositivo de calentamiento. se cambia pieza térmica dañada"	uhlmann 2
10013379	Sin falla	Empaque	Transferencia	"paro de la maquina por personal de empaque, por fallo en la transferencia empaque"	uhlmann 2
10013388	Falla	Impresora	Entintador	"falta del entintador de la máquina, de un momento a otro dejo de entintar parejo. "	uhlmann 2
10013431	Sin falla	Repuesto bodega	-	-	SALIDA DE REPUESTO SEGMENTO
10013472	Falla	Impresora	Impresora	-	falla impresión
10013709	Falla	Transferencia	Neumática	"falta trasferencia, suelta los blister y los corta a la mitad y da error constantemente. SE RESOCA TORNILLO DE LA LEVA, MECANISMO DE SUCCION BLISTER.."	uhlmann 2
10013734	Aprobación	-	-	-	uhlmann 2
10013792	Falla	Transferencia	Transferencia	"la transferencia está fallando suelta el blister y lo corta a la mitad en el troquel y se escucha un sonido como si algo estuviera flojo, esto genera que la maquina pare constantemente."	uhlmann 2
10014009	Sin falla	Facilidades	Neumática	-	problemas con el

					aire comprimido
10014567	Misceláneo	Torre elevadora	Neumática	"motor completamente dañado por agua, se hace correctivo se ajusta se lubrica y se prueba"	REPARACION MOTOR TORRE
10014757	Falla	Impresora	Entintador	"se realizan ajustes"	MANT. ENTINTADOR
10014765	Redundancia	Impresora	Entintador	-	entintador ulmamm 2
10014777	Falla	Sellado	Sellado	"se ajusta el sellado"	sellado estación
10014919	Sin falla	Facilidades	Sensores	-	Cambio de sensor de temperatura y húmeda
10015574	Sin falla	Formado	Ajuste	"se ajusta solamente no tenía nada dañado"	estación de formado
10015602	Falla	Impresora	Sensores	"SE AJUSTA POSICION DEL SENSOR ESTABA LEYENDO LA PARTE MAS BORROSA DE LA MARCA DE REGISTRO Y ENTONSES REVENTABA EL ALUMINIO"	UHLMAN # 2 PROBLEMA CON IMPRECION.
10015897	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"SE SUBE LA TEMPERATURA AL SELLADO"	aluminio arrugado en blister.
10015912	Falla	Sellado	Cilindro sellado	"el blister está saliendo con un pliegue al momento que el rodillo de sellado hace contacto con el materia se levanta de un lado y se forma el pliegue en el blister."	uhlmann 2
10015998	Sin falla	Cámara	-	-	UHLMAN #2 cambio de manguitos y cámara
10016154	Falla	Transferencia	Neumática	-	Cambio de Pistón de Gas de Uhlman 2 Transferencia
10016268	Falla	Control	Control	"LA MAQUINA NO DEJA REALIZAR LA MARCHA DE REFERENCIA DA UNA ALARMA Y NO DEJA!"	uhlmann 2
10016582	Sin falla	Repuesto bodega	-	"se sacan solo piezas que se necesitan"	PLACAS ANCLAJES
10016764	Sin falla	Control	Interruptor de emergencia	"solamente se saca el botón de bodega"	REEMPLAZO BOTON EMERGENCIA
10016812	Sin falla	Repuesto bodega	-	-	FILTROS Y SENSOR PARA PROYECTO UHLMANN SE NECESITARON ESOS REPUESTOS YA

					ESTAN ISTALADOS
10016902	Falla	Impresora	Impresora	-	fallos de hapa
10016938	Falla	Alimentador	Dosificador	"el dosificador número 1 no está funcionando . favor revisar SE CAMBIAN AMBAS FAJAS DEL DOSIFICADOR"	uhlmann2
10016998	Sin falla	Repuesto bodega	-	"SE SACAN LOS REPUESTOS DE BODEGA,SE INTALAN"	SALIDA DE REPUESTOS ACRILIC, SENSOR & MA
10017001	Sin falla	Aspiradora	Bolsa	"EN ESPERO DE DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINA compañero de trabajo ya cambio la bolsa el tiempo del cambio se corrió en otra orden"	cambio de bolsa aspiradora
10017006	Falla	Impresora	Impresora	"falla freno ajuste de impresión. TENIA TINTA SECA EN RIDILLO DE VACIO, PARAMETRO DE AVANVE MAL CONFIGURADO**CVCV**"	uhlmann2
10017011	Falla	Impresora	Impresora	-	problemas de ajuste impresión
10017044	Misceláneo	Torre elevadora	-	"SE AJUSTA EN SWICH DE LA POCISION."	TORRE DE VINES, AJUSTES..
10017150	Aprobación	-	-	-	aprobación uhlman 2
10017353	Falla	Impresora	Entintador	"el entintador está dando falla la impresión no está bien legible. *Limpieza de otro entintador de repuesto, pero da el mismo problema con letras pequeñas ilegibles. Se prueba con el entintador bueno de la Uhlman 1 y da el mismo problema, al parecer es el aire malo."	uhlmann2
10017583	Falla	Control	Control	"LA MAQUINA NO ME DEJA REALIZAR EL AJUSTE INICIAL TIRA UNA ALARMA: CONEXION AL EQUIPO INTERRUMPIDA CHECK LIVE BIT."	uhlmann2
10017645	Falla	Impresora	Entintador	"SE REALIZA LIMPIEZA Y CAMBIO DE ELEMENTOS, QUEDA TRABAJANDO"	MANTENIMIENTO COMPLETO ENTINTADOR
10017819	Sin falla	Formado	Placas	"SE INSTALA EQUIPO ABSORBER VAPORES"	aspiración de vapores pvc

10017931	Falla	Control	Control	"SE RESETEA LA MAQUINA PARA Q EL SOFWERE ARRANQUE BIEN"	error de configuración variable desconocido
10017956	Falla	Control	Control	"LA MAQUINA DA UNA ALARMA CONEXION AL EQUIPO INTERRUMPIDA CHECK LIVE BIT. MAQUINA CON PROBLEMAS DE SOFWERE SE RESETEO VARIAS VECES PARA Q FUNCIONE"	uhlmann2 blisterer 2
10018064	Sin falla	Formado	Péndulo	"PROBLEMA OPERACIONAL, MAQUINA NO TIENE NADA."	péndulo no posiciona
10018188	Falla	Compactado	Corte	-	corte no posiciona
10018371	Falla	Gabinete eléctrico	Gabinete eléctrico	"*Se revisó faja del motor, estaba bien, se midió 24v y no llegaban, se siguió las líneas con el diagrama eléctrico y el voltaje no salía del módulo de control de PLC wago, se apagó máquina y se soltaron cableados del módulo, se volvieron a conectar y se apretó bien el modulo hacia el rack de conexión. Se volvió a encender máquina y el voltaje si se daba en el módulo hacia el motor, queda trabajando bien."	problemas dosificador2
10018665	Sin falla	Impresora	Ajuste	"SE AJSTA LA MAQUINA NO TIENE NADA ESTA EN BUENAS CONDICIONES, PROBLEMAS OPERACIONALES"	problemas de ajuste impresión
10018770	Misceláneo	Torre elevadora	Neumática	"SE LUBRICA LAS PARTES NEOMATICAS YA QUE ERA NECESARIO PARA SU FUNCIONAMIENTO CORRECTO"	no funciona la torre
10019064	Falla	Estirado	Sensores	"se ajusta el sensor, del pistón que realiza el movimiento del alisador, estaba flojo por la vibración de la maquina"	error de software
10019081	Falla	Alimentador	Dosificador	"SE PEGAN LAS PARTES DEL DOSIFICADOR CON POXIPOL Y SE LE	rompimiento pieza dosificador

				PONEN PINES A LO LARGO DE LA PIEZA PARA DARLE RIGIDES SE PROBO SU DUREZA Y QUEDO BIEN"	
10019110	Falla	Formado	Rodillos	"Se limpian rodillos de arrastre y sensores, funciona ok."	no jala el pvc
10019307	Falla	Estirado	Freno	"Se realiza ajuste a presión de freno del aluminio."	problemas de sellado
10019380	Falla	Impresora	Impresora	-	problemas impresora
10019425	Falla	Impresora	Secador UV	"SE CAMBIA EL MOTOR GIRATORIO Y LA ELECTROVAULVULA QUEDA BIEN SE PRUEBA.."	problemas con obturador hapa
10019468	Falla	Cámara	Cámara	"Se apaga para resetear cámara se queda softwear pegado."	problemas en la cámara pegada
10019726	Falla	Compactado	Sensores	"Se realiza limpieza de troquel de corte, teach al sensor de corte ya que no hace bien el corte y se ajusta sensor de puerta 4 que da problema de puerta abierta."	corte en mal estado
10019801	Falla	Compactado	Sensores	"Presenta problemas en el corte se limpian sensores del transfer, se cambian copas de succión por desgaste y cambia filtro de las mismas sucio."	CHECK LIST LIMPIEZA EQUIPO
10019826	Falla	Detectores de pegado	Sensores	"Se hace teach a sensores de la pega manualmente y automático sigue con problemas se apaga maquina por error de señal pegada y se vuelven a hacer el teach a ambos sensores y se deja trabajando."	problemas sensor pega pvc
10019862	Sin falla	Compactado	Porta tipos	"Porta tipos dañados."	Cambio de porta tipos.
10019911	Falla	Impresora	Sensores	"SE AJUSTA SENSOR DE CONTROL DE IMPRECION"	problemas de ajuste impresión
10020165	Sin falla	Cámara	-	"##SE INSTALA LA LUZ LED PARA MEJORAR EL SISTEMA DE VISION, SE HACEN CONEXIONES, SE INSERTAN NUEVOS PLANOS EN LOS MANUALES, SE HACEN PRUEBAS DE	MODIFICACION SISTEMA DE VISION ARTIFICIA

				RECHAZO."	
10020168	Sin falla	No indica	-	"SE AJUSTA CARRERA FIJA , AVANCE Y CORRIJE EL MAL ENEBRADO DEL PVC"	revienta aluminio
10020670	Falla	Formado	Formado	"Se cambió una manguera de una plancha de enfriamiento que estaba quebrada."	Uhlman 2 cambio manguera
10020883	Falla	Transferencia	Transferencia	"se ajusta transferencia y parámetros de cámara"	falla transferencia
10021101	Sin falla	Facilidades	Manejadoras	"Se reporta a facilidades situación de semáforo rojo, comunican que tienen problemas de manejadoras. Re-establecen manejadoras y el área queda semáforo verde."	semáforo en rojo
10021190	Falla	Sellado	Sensores	"##SE LE HACE TEACHING"	falla de sensor de pega de pvc
10021205	Falla	Estirado	Freno	"Se revisa válvula del freno se encuentra cerrada, se realiza referencia a cero ya que siguió pegado y no presenta el error."	"problemas freno"
10021240	Falla	Estirado	Freno	"#se ajusta el freno ya q mecánicamente estaba muy tallado y frenaba el rodillo por completo"	freno de aluminio se pega..
10021376	Falla	Formado	Placas	"las planchas suenan mucho cuando están en movimiento, y de vez en cuando sale un blister mal formado"	estación calentamiento formado
10021649	Falla	Formado	Rodillos	"el rodillo no funciona correctamente, enrolla el pvc y no deja ajustar la máquina."	falla rodillo arrastre pvc
10021651	Equipo incorrecto	No indica	-	"SE BUSCA EL CABLE DE REEMPLAZO PARA BLISTER ULHMAN #2 Y SE LE DEJA PARA CAMBIO HA CRISTOPHER CAMBRONER. DE MOMENTO NO HA VUELTO HA FALLAR. TRABAJO FUE RELIZADO EN EL TURNO C. D.E.BADILLA.M."	BLISTER ULHMAN #1
10021715	Equipo incorrecto	Gabinete Remstar	-	"Falla de Uñas, se vuelve a meter bandeja y se deja en otro lugar, se saca bandeja que se ocupaba sacar	remstar

				piezas."	
10021778	Equipo incorrecto	Gabinete Remstar	Bandejas	"Se desmontan bandejas inferiores frontales ya que las guías estaban flojas, se volvieron a colocar y se dejó pendiente proceso de optimización de espacio y reconocimiento de bandejas."	remstar
10021951	Falla	Compactado	Sensores	"la burbuja sale majada cuando llega al troquel y se pasa al otro lado. Limpieza de sensores teaching de sensor de troquel, referencia de rodillo de tracción de material y re-soque de una guía con tornillo flojo."	formado defectuoso
10022417	Falla	Compactado	Corte	-	error en corte,
10022427	Sin falla	Operario	Centrado aluminio	"Se ajusta aluminio por parte del operario ya que no se tenía bien centrado de parte del turno anterior."	falla de transferencia. la transferencia está dando mucha falla
10022744	Falla	Cámara	Cámara	"la maquina da una alarma conexión con el cliente interrumpida vc1, y no deja cargar la cámara."	uhlmann 2 blister
10023156	Sin falla	Neumática	Unidad de mantenimiento	"Cambio de unidad de mantenimiento y ajuste de presión."	Unidad de mantenimiento.
10023305	Falla	Impresora	Secador UV	"Se ajusta el aire en área del obturador y unidad de mantenimiento se suben a 5 y 7 bar."	problemas hapa
10023822	Falla	Impresora	Rodillos	"la maquina no se ajusta la impresión por problemas que el aluminio revienta mucho. EL PROBLEMA ERA SUCIEDAD EN LOS RODILLOS, LE HACIAN HUECOS AL ALUMINIO Y POR ESO SE ROMPIA"	uhlmann 2 blister
10023902	Estado incierto	No indica	-	"Se realizó cambio y esterilización del mismo queda ok."	no ajuste impresión
10024061	Falla	Impresora	Entintador	-	entintador
10024496	Falla	Control	Control	"no se completa satisfactoriamente la marcha de referencia"	problemas con transferencia
10024539	Falla	Formado	Sensores	"TEACHING FUE DESAJUSTADO"	sensor des-bobinado
10024553	Sin falla	Facilidades	Cleantek	"instalación de vidrios a paredes divisoras en el área de empaque en la	instalación de vidrios a paredes divisor

				uhlmann"	
10025118	Falla	Formado	Sensores	"Se realiza limpieza de sensores y rodillo de arrastre y no da resultado se le hace un teach a los sensores de mayor sensibilidad y trabajan bien"	no jala el pvc
10025444	Falla	Control	Control	"Conexión VNC falla."	falla de cámara de llenado
10025900	Falla	Control	Control	"Se realiza marcha de referencia."	error por transferencia
10026034	Falla	Formado	Pinzas	"se apaga y enciende"	se quedaron sin aire pinzas de sujeción
10026084	Sin falla	No indica	Rodillos	"se cambia el rodillo y se prueba"	CAMBIO RODILLO...
10026089	Falla	Transferencia	Neumática	"Presenta varias mangueras en vacío y transferencia flojas."	falla de transferencia
10026096	Equipo incorrecto	Facilidades	Instalación eléctrica del cuarto	-	Cambio de balastos y fluorescentes área
10026131	Sin falla	No indica	-	-	CUPETA DE SUCCION
10026419	Falla	Compactado	Sensores	"SE LIMPIO EL SENSOR DE CORTE Y EL REFLECTIVO DEL RIEL"	problemas de corte
10026526	Falla	Compactado	Sensores	"Se hace teach al sensor de corte."	error por sensor corte
10026547	Falla	Impresora	Impresora	-	falla impresión

Fuente: Base de datos de la plataforma de SAP NetWeaver de Gutis Ltda.



Actividad	Descripción	Realizó
1	Verificar que haya circulación de agua refrigerada, inspeccionando la manguera de agua refrigerada en la estación de moldeo.	
2	Verificar Presión de trabajo del aire comprimido que este entre 6 y 10 bar.	
3	Verificar empaques de silicón en la gasa de cada tambor de producto.	
4	Verificar que se coloque el tornillo se seguridad en la cierre de la gasa del tambor de producto ante de elevarlo.	
5	Verificar que las puertas de seguridad de acrílico estén en buen estado y no haga falso contacto para que no genere errores.	
6	Verificar que las empuñaduras estén bien ajustadas en las partes del rodillo de avance, péndulos de compensación, alimentador de tabletas, etc.	
7	Verificar limpieza de rodillos del estiramiento.	
8	Verificar que el contrapeso del PVC que se encuentra después del bucle caiga por su propio peso.	
9	Verificar que el rodillo de avance CS este al haz del alojamiento.	
10	Verificar limpieza de los rodillos de la impresora HAPA.	
11	Verificar la rasqueta del entintador de la impresora HAPA.	
12	Verificar que el rodillo entintador esté color mate de la impresora HAPA.	
13	Verificar el nivel de tinta este a una altura no mayor a 22 mm con respecto a la tapa, de la impresora HAPA. Utilizar llave allen con muesca de altura.	
14	Verificar que todo funcione normalmente según formato establecido. Detener si hay fugas de aire o agua.	
15	Verificar el correcto formado de la burbuja.	
16	En conjunto con el operario de turno, comprobar que la impresión no se atrase por algún problema mecánico, de lo contrario realizar los ajustes necesarios.	
17	Verificar el funcionamiento del vibrador y la dosificación del producto, ya sea, SIMTAP o Alimentador de cepillos.	

**Codificación de la acción realizada**  
**A: REVISADO B: AJUSTADO C: CAMBIO DE COMPONENTES**

Figura 25. Checklist para la aprobación de las blisteras Uhlmann B1330

*Fuente: Anexo 13-4 del POEIT01 de Gutis Ltda.*

## 7.2 Guía para ajustar los sensores de las blisteras Uhlmann B1330 (no oficial)

### TEACHING UHLMANN

#### - CONTROL DE IMÁGENES DE IMPRESIÓN CON ESTIRAMIENTO UHL 1 Y 2:

1. POSICIONAR EL ALUMINIO DEBAJO DEL PUNTO LUMINOSO DEL SENSOR.
2. MANTENER LA TECLA DE TEACHING PULSADA 2 SEG. (MAX. 7 SEG.)
3. SOLTAR LA TECLA DE TEACHING. DEBAJO DEL
  - LA PELÍCULA DE LA CUBIERTA ESTA AUTOMATIZADA.
  - LOS DOS LED PARPADEARAN ALTERNADAMENTE.
4. POSICIONAR LA MARCA DE IMPRESIÓN DEBAJO DEL PUNTO LUMINOSO DEL SENSOR.
5. PULSAR BREVEMENTE LA TECLA TEACH.
  - LA MARCA DE IMPRESIÓN QUEDA AUTOMATIZADA.
  - LED AMARILLO SE ENCIENDE.
  - SENSOR QUEDA EN MODO RUN.

#### - \*\*DETECCIÓN DE JUNTAS DE PEGADO, PELÍCULA DE MOLDEO UHL 1:

1. POSICIONAR EL P.V.C DEBAJO DEL PUNTO LUMINOSO DEL SENSOR.
2. MANTENER LA TECLA DE TEACHING PULSADA 1 SEG.
  - LED PARPADEA CON RAPIDEZ.
3. SOLTAR LA TECLA DE TEACHING.
4. POSICIONAR LA JUNTA DE PEGADO DEBAJO DEL PUNTO LUMINOSO DEL SENSOR.
5. PULSAR BREVEMENTE LA TECLA TEACH.
  - LA JUNTA QUEDA AUTOMATIZADA.

#### - DETECCIÓN DE JUNTAS DE PEGADO, PELÍCULA DE CUBIERTA UHL 1 Y 2:

1. POSICIONAR EL ALUMINIO EN EL LUGAR PARA LA DETECCION DE JUNTAS.
2. PULSAR EL BOTON HOME.
3. PULSAR EN EL SIMBOLO DE LA ESTACION DE DESBOBINADO DE PELICULA DE CUBIERTA.
4. BUSCAR EN LA PRIMER PESTAÑA, EL BOTON DE AUTOMATIZACION Y PULSARLO.
  - SE EFECTUA LA AUTOMATIZACIÓN. **(EN LA PRÁCTICA HACER TEACHING CON Y SIN ALUMINIO, 2 VECES)**

#### - DESBOBINADORA DE LA PELÍCULA DE MOLDEO UHL 2:

##### SENSIBILIDAD NORMAL.

1. MANTENER LA TECLA DEL SENSOR PULSADA 2 SEG.
  - LOS DOS LED PARPADEAN AL MISMO TIEMPO.
2. SOLTAR LA TECLA TEACH

- QUEDA AUTOMATIZADO.

SENSIBILIDAD CLARO / OSCURO. **N/C, N/O.**

1. MANTENER LA TECLA DEL SENSOR DE **ARRIBA** PULSADA 12 SEG.  
- LED VERDE PARPADEA.
2. SEGUIR MANTENIENDOLO PULSADA LA TECLA TEACH, HASTA QUE EL LED AMARILLO ESTE **APAGADO.**  
- SENSOR QUEDA AJUSTADO EN CONMUTACION **OSCURO.**
3. MANTENER LA TECLA DEL SENSOR DE **ABAJO** PULSADA 12 SEG.  
- LED VERDE PARPADEA.
4. SEGUIR MANTENIENDOLO PULSADA LA TECLA TEACH, HASTA QUE EL LED AMARILLO ESTE **ENCENDIDO.**  
- SENSOR QUEDA AJUSTADO EN CONMUTACIÓN **CLARA.**

**- DETECCIÓN DE JUNTAS DE PEGADO, PELÍCULA DE MOLDEO UHL 2:**

1. INTRODUCIR EL P.V.C. EN LA MESA DE CORTE Y PEGADO.
2. PULSAR EL BOTÓN HOME.
3. PULSAR EL SÍMBOLO DE LA ESTACIÓN DESBOBINADORA DE LA PELÍCULA DE MOLDEO.
4. PULSAR MCR JUNTA DE PEGADO PELÍCULA DE MOLDEO.
5. SELECCIONAR AUTOMATIZAR SENSOR DE LA JUNTA DE PEGADO DE LA PELÍCULA 1 PARA EL SENSOR DE LA JUNTA DE PEGADO INTERIOR.

**O BIEN**

SELECCIONAR AUTOMATIZAR SENSOR DE LA JUNTA DE PEGADO DE LA PELÍCULA 2 PARA EL SENSOR DE LA JUNTA DE PEGADO EXTERIOR.

6. PULSAR EL BOTÓN JUNTA DE PEGADO.  
- EL SENSOR SE AUTOMATIZA PARA LA CINTA ADHESIVA.
7. PULSAR EL BOTÓN DE PELÍCULA DE MOLDEO.  
- EL SENSOR SE AUTOMATIZA PARA PELÍCULA DE MOLDEO.

**- SUPERVISIÓN DE PRESENCIA DE IMPRESIÓN UHL 1 Y 2:**

1. POSICIONAR EL ALUMINIO DEBAJO DEL PUNTO LUMINOSO DEL SENSOR.
2. MANTENER LA TECLA DE TEACHING PULSADA 1 SEG.  
- EL LED PARPADEA CON RAPIDEZ.
3. SOLTAR LA TECLA TEACH.  
- LA PELÍCULA DE CUBIERTA QUEDA AUTOMATIZADA.  
- EL LED PARPADEA LENTAMENTE.
4. POSICIONAR LA IMAGEN DEBAJO DEL PUNTO LUMINOSO DEL SENSOR.
5. PULSAR BREVEMENTE LA TECLA TEACH.  
- LA IMAGEN QUEDA AUTOMATIZADA.

**- AUTOMATIZAR EL SENSOR DE MARCHA DE REFERENCIA PARA EL POSICIONAMIENTO DE LAS TAPAS TRANSFERENCIAS UHL 1 Y 2:**

1. MANTENER LA TECLA TEACH DEL SENSOR PULSADO 7 SEG. (MAX. 12 SEG.)  
- LOS DOS LED PARPADEAN ALTERNADAMENTE.
2. SOLTAR LA TECLA TEACH.

**- AUTOMATIZAR LOS SENSORES CON FIBRA ÓPTICA DETECTORES DE PALETAS TRANSFERENCIAS UHL 1 Y 2:**

LLAMESEN 288.B4/ 288.B6/ 288.B8/ 288.B10/ 288.B12.

1. COLOCAR EL SELECTOR GIRATORIO EN NC/NO.
2. PULSAR LA TECLA MAS (+), SE ENCIENDE.
3. COLOCAR EL SELECTOR GIRATORIO EN RUN.
4. QUEDA AUTOMATIZADO EL CONTACTO DE SALIDA.

**TEACHING**

1. POSICIONAR MANUALMENTE LA PALETA DEBAJO DEL SENSOR DEFECTUOSO O ALTERADO.
2. COLOCAR EL SELECTOR GIRATORIO EN TEACH.  
- EL LED ROJO SE ENCIENDE.
3. PULSAR LA TECLA MAS (+), SE ENCIENDE.
4. PULSAR LA TECLA MAS (+), OTRA VEZ POR UN PLAZO DE 40 SEG.  
- LA TECLA MAS (+), SE APAGA.
5. COLOCAR EL SELECTOR GIRATORIO EN RUN.

**- SENSOR DE CORTE UHL 1 Y 2:**

1. PULSAR EL BOTÓN DE TEACHIN DURANTE 1 SEG.  
- LED COMIENZA A PARPADEAR RAPIDAMENTE.  
- EL NIVEL DE UMBRAL ES AUTOMATIZADO.

## 7.3 Oferta de la empresa Cnergy para un sistema ANDON


Fabian Nuñez <fabiannb26@gmail.com>

---

**Consulta sobre el sistema WIN de Werma**

---

**Esteban Solis** <esteban.solis@cnergy.cr>  
 To: fabiannb26@gmail.com  
 Cc: bismarck.alvarez@cnergy.cr, carolina.rodriguez@cnergy.cr

Sun, Apr 29, 2018 at 2:26 PM

Estimado Fabián,

Muchas gracias por la consulta, cómo les fue con las pruebas de la TestBox?

Si desean dejarse la TestBox actual, esta tiene un precio de \$1,100.00+IV como paquete introductorio, a continuación los precios de cada componente, algunos son opcionales:

(1) 860.640.12 WIN slave performance for KS71 24V AC/DC	\$ 734.75	Escoger uno, el <i>slave performance</i> tiene entrada de contaje para piezas
(1) 860.640.02 WIN slave standard for KS71 24VAC/DC	\$ 541.50	
(1) 860.000.09 AndonCONTROL SmartBox 100-240V AC	\$ 331.14	Botonera activación manual, la necesitan?
(1) 647.110.75 TwinLIGHT Led Classic red	\$ 40.44	Torreta 3 luces, fijas o intermitentes selección por dip-sw, tubo 100mm o hasta 1000mm, otros accesorios como bracket para pared, otros colores de luces, también luces EVS (similar a estroboscópica pero aleatorio)
(1) 647.210.75 TwinLIGHT Led Classic green	\$ 40.44	
(1) 647.310.75 TwinLIGHT Led Classic yellow	\$ 40.44	
(1) 975.845.10 Tube D25mm 100mm long SR	\$ 9.89	
(1) 975.840.90 Base for tube D25mm, pl. BK	\$ 10.87	
(1) 975.840.01 Contact box for cable exit at side	\$ 14.50	Opcional para salida de cables
(1) 960.000.05 Indication board	\$ 55.11	Opcional para identificar la torreta
(1) Módulo receptor inalámbrico Win Master	\$ 1,100.00	Incluido en la TestBox
(1) Cable USB para módulo receptor		
(1) Software CD		

[https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=e93b8d4818&jsver=-dxVnc9Y02g.en.&cbl=gmail\\_fe\\_180516.06\\_p8&view=pt&msg=1631315a42587250&search=inbox&si](https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=e93b8d4818&jsver=-dxVnc9Y02g.en.&cbl=gmail_fe_180516.06_p8&view=pt&msg=1631315a42587250&search=inbox&si)

Mi sugerencia es que comiencen con la TestBox que ya incluye un módulo *slave performance* y solamente adicione los módulos *slave* necesarios con sus luces según la cantidad de estaciones o máquinas a supervisar.

Si tienes alguna consulta con todo gusto, también puedes obtener información de cada código en la web <https://www.werma.com/es/search/>

Finalmente, para armar tus torretas a gusto, puedes usar el configurador en línea: <https://www.werma.com/es/products/configurator/configurator.php>

Saludos cordiales | Sincerely regards | Mit freundlichen Grüßen

**Esteban Solís Castro**

Gerencia Proyectos & Aplicaciones

Cnergy Solutions C.R. S.A.

☎ +506 2245-0421 || 📞 +506 8701-8695

✉ [esteban.solis@cnergy.cr](mailto:esteban.solis@cnergy.cr) || [www.cnergy.cr](http://www.cnergy.cr)



---

**De:** Fabian Nuñez [<mailto:fabianb26@gmail.com>]  
**Enviado el:** martes, 24 de abril de 2018 02:25 p.m.  
**Para:** [bismarck.alvarez@cnergy.cr](mailto:bismarck.alvarez@cnergy.cr)  
**Asunto:** Consulta sobre el sistema WIN de Werma

[Quoted text hidden]

[https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=e93b8d4818&jsver=-dxVNc9Y02g.en.&cbl=gmail\\_fe\\_180516.06\\_p8&view=pt&msg=1631315a42587250&search=inbox&si](https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=e93b8d4818&jsver=-dxVNc9Y02g.en.&cbl=gmail_fe_180516.06_p8&view=pt&msg=1631315a42587250&search=inbox&si)

Figura 26. Oferta del sistema WIN de WERMA Signaltechnik por parte de la empresa Cnergy.

*Fuente: Consulta por correo electrónico.*

## **7.4 Procedimiento operacional estándar (POE) del plan de mantenimiento preventivo de las blisteras Uhlmann B13330**



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 123 DE 183

**1. OBJETIVO**

1.1. Establecer el procedimiento para la ejecución del mantenimiento preventivo de la máquina Blíster Uhlmann N°2, del Departamento de Tabletas de Gutis Limitada, de acuerdo a las Buenas Prácticas de Manufactura vigentes.

**2. ALCANCE**

2.1. Departamento de ingeniería y mantenimiento.

**3. REFERENCIAS**

3.1. Manual de uso y mantenimiento de la Blister Uhlmann B1330.

3.2. NOM-059-SSA1-2015 Norma Oficial Mexicana, Buenas Prácticas de Fabricación de Medicamentos.

3.3. Reglamento Técnico Centroamericano. Productos farmacéuticos y medicamentos de uso humano; buenas prácticas de manufactura para la industria farmacéutica RTCA 11.03.42:07. Abril 2014.

**4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

4.1. FRE: Frecuencia

4.2. TEC: Técnico

4.3. TM: Tiempo de Mantenimiento.

**5. DOCUMENTOS RELACIONADOS**

5.1. No requerido.

**6. RESPONSABILIDADES**

6.1. De la ejecución: El electromecánico asignado.

6.2. De la supervisión: El supervisor y/o jefe de mantenimiento.

**7. FRECUENCIA**

7.1. 60 H.

7.2. 120 H.

7.3. 240 H.

7.4. 480 H.

7.5. 720 H.

7.6. 1440 H.

7.7. 2880 H.

7.8. 5760 H.

**8. EQUIPO Y MATERIALES**

8.1. Caja de herramientas.

8.2. Toallas limpias.

8.3. Grasa Tipo 1 UH1 84-201 922502.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05  
FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19  
FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19  
PAGINA 124 DE 183

- 8.4. Grasa Tipo 9 UH1 64-1302 927056.
- 8.5. Tornillos 929274.
- 8.6. Grasa Tipo 2 UH1 14-151 922500.
- 8.7. Cepillo especial 928199.
- 8.8. Tornillos 923343.
- 8.9. Ventosa 923151.
- 8.10. Filtro de vacío 70601240.
- 8.11. Grasa UH1 64-2403 199-16-20-010.
- 8.12. Solucion limpiadora para tintas UV 199-16-04-019.
- 8.13. Rasqueta de alta duracion 230-35-00-050.
- 8.14. Sello 230-35-10-009B.
- 8.15. Rodillo entintador completo 230-37-00-009B.
- 8.16. Valvula solenoide 199-06-10-060.
- 8.17. Piston rotativo 199-06-20-057.
- 8.18. Lampara UV 199-10-02-051.
- 8.19. Reflectores 236-41-01-009B.
- 8.20. Grasa UH1 64-62 199-16-20-007.
- 8.21. Grasa en Spray grado alimenticio LUBE FOOD para cadena.

**9. PROCEDIMIENTO**

**9.1. Resumen de tareas.**

Máquina	Código	No. Activo	Departamento			
Blíster Uhlmann	BL-UL	5649	Producción-Tabletas			
No.	Actividad		No. Parte	FRE	TEC	TM
<b>Parte: Sistema Neumático</b>						
1	Accionar manualmente las válvulas y verificar que no haya fugas en las conexiones y bloque de válvulas. Corregir si existen fugas. Cambiar filtro del bloque de válvulas si está amarillo o de otro color diferente a blanco. Ver inciso 10.2.2.		-----	240	1TE	10
2	Verificar las válvulas de servicio de aire y agua ubicados dentro de una caja metálica entre la blíster y la columna y limpiar suciedad. Corregir en caso de fugas. Ver inciso 10.2.3.		-----	240	1TE	10
3	Cerrar entrada de aire para drenar el recipiente de condensado del regulador de presión de la unidad de mantenimiento de la Blíster. Ver inciso 10.2.4.		-----	240	1TE	5
<b>Parte: Gabinete Eléctrico</b>						



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 125 DE 183

4	Limpier esteras filtrantes del armario, soplar o aspirar la suciedad. Cambiar si no se aprecia claramente una corriente de aire. Ver inciso 10.2.5.	-----	120	1TE	10
5	Revisar que giren libremente los ventiladores de las puertas del armario eléctrico. Reportar.	-----	120	1TE	5
6	Revisar cableado y re-socar bornes de disyuntores y los demás dispositivos que tengan tornillos de ajuste de contactos y limpiar suciedad de los dispositivos eléctricos. Ver inciso 10.2.6.	-----	2880	1TE	60
<b>Parte: Estación de Termo formado.</b>					
7	Lubricación e inspección de las placas de calentamiento. Ver inciso 10.2.7.	922502	1440	1TE	30
8	Lubricación e inspección de la estación de moldeo. Ver inciso 10.2.8.	927056 929274	1440	1TE	20
9	Lubricación e inspección de las tenazas de avance. Ver inciso 10.2.9.	922500	1440	1TE	10
10	Inspección visual del sensor de alojamiento de lámina de formación con respecto a falsos contactos, ubicado en la parte trasera. Ver inciso 10.2.10.	-----	240	1TE	5
11	Inspección visual de los rodillos de contrapresión y rodillo des bobinador estén en buenas condiciones. Y de la mesa de corte y pegado. Ver inciso 10.2.11.	-----	1440	1TE	10
12	Revisar que los árboles tensores de bobinas de aluminio y PVC no existen fugas y tense correctamente. Reportar.	-----	2880	1TE	10
<b>Parte: Alimentadores.</b>					
13	Mantenimiento al SIMTAP 2K. Ver inciso 10.2.12.	922500	1440	1TE	30
14	Mantenimiento al Alimentador de cepillos DUPLEX. Ver inciso 10.2.13	938375	120	1TE	20
15	Revisar el correcto funcionamiento del canal vibrador. Reportar daños en estructura y vibrador. Ver inciso 10.2.14.	-----	120	1TE	10
<b>Parte: Estación de sellado y estiramiento</b>					
16	Inspección del mecanismo de estiramiento. Ver inciso 10.2.15.	-----	1440	1TE	60
17	Revisar cableado y el correcto funcionamiento del péndulo de compensación tras estación de moldeo colocando el péndulo hasta abajo y comprobar que marque 0°. Ver inciso 10.2.16.	-----	240	1TE	5
18	Inspección del rodillo de avance CS. Ver inciso 10.2.17.	-----	720	1TE	15



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 126 DE 183

19	Inspección y limpieza de rodillo de sellado. inciso 10.2.18.	Ver	-----	720	1TE	15
<b>Parte: Estación de compactado.</b>						
20	Inspección y lubricación de la estación de compactado. Ver inciso 10.2.19.		922500 928199	1440	1TE	30
21	Revisar que no haya fugas de aire en los conectores neumáticos y pistón del péndulo de compensación tras estación de sellado. Corregir en caso de ser necesario.		-----	240	1TE	10
<b>Parte: Transferencia.</b>						
22	Mantenimiento a la transferencia. Ver inciso 10.2.20.		922500 923343 923151	720	1TE	30
23	Limpiar filtro de vacío de la transferencia. Cambiar si está de color amarillo o gris. Ver inciso 10.2.21		70601240	120	1TE	5
<b>Parte: HAPA 230.</b>						
24	Limpiar estera filtrante del gabinete. Cambiar si no se aprecia claramente una corriente de aire. Ver inciso 10.2.22.		-----	120	1TE	10
25	Drenar el recipiente de condensado de la unidad de mantenimiento. Ver inciso 10.2.23		-----	240	1TE	5
26	Re-socar bornes, a los que amerite, y revisar cableado del gabinete eléctrico. Reportar. Ver inciso 10.2.24.		-----	2880	1TE	30
27	Mantenimiento al mecanismo entintador. Ver inciso 10.2.25. Ver manual de instrucciones Hapa inciso 6.5.		199-16-20-010 199-16-04-019 230-35-00-050 230-35-10-009B	240	1TE	120
28	Cambio de rodillo entintador completo y piñón intermedio. Ver manual de instrucciones Hapa inciso 6.5.		230-37-00-010 199-00-55-053 199-00-59-008	2880	1TE	120
29	Mantenimiento al Secador UV. Ver inciso 10.2.26. Ver manual de instrucciones Hapa inciso 6.9		199-06-10-0600 199-06-20-057 199-06-02-262 199-10-02-051	1440	1TE	120
30	Cambio de reflectores UV. Ver manual de instrucciones Hapa inciso 6.9		236-41-01-009B	2880	1TE	40
31	Limpieza e inspección del Rodillo de Vacío. inciso 10.2.27.	Ver	199-16-20-007	1440	1TE	120
32	Limpieza e inspección del compensador de entrada y salida. Ver inciso 10.2.28.		199-16-20-007	1440	1TE	25
33	Limpieza e inspección mecanismo de avance de película. Ver inciso 10.2.29.		-----	1440	1TE	20



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 127 DE 183

34	Limpieza y Lubricación de mecanismo de presión de contacto y entintado. Ver inciso 10.2.30.	-----	1440	1TE	60
35	Mantenimiento al motor del ventilador. Ver inciso 10.2.31	-----	5760	1TE	120
<b>Parte: Elevador Tambores.</b>					
36	Mantenimiento al elevador. Ver inciso 10.2.32.	-----	2880	2TE	180
37	Inspección de sistema neumático. Ver 10.2.33.	-----	240	1TE	20
<b>Parte. Misceláneos.</b>					
38	Mantenimiento a la bomba de vacío. Ver inciso 10.2.34.	-----	5760	1TE	90
39	Revisar que no haya fugas de aire y drenar recipiente de condensado del dispositivo de prueba de hermeticidad. Ver inciso 10.2.35	-----	240	1TE	10
40	Hacer funcionar la estación de prueba de hermeticidad y revisar empaque del contenedor de líquido azul que este en buen estado.	-----	240	1TE	5
41	Revisar que no tenga fugas la válvula de drenaje del tanque de prueba de integridad. Reportar. Ver inciso 10.2.36	-----	240	1TE	5
42	Revisar mangueras de aspiración y funcionamiento de la aspiradora Nilfisk y ver que el manómetro se encuentre en la zona verde. Si se encuentra en zona roja reportar para cambiar filtro HEPA. Ver inciso 10.2.37.	-----	240	1TE	10
43	Abrir tapa trasera de la aspiradora Nilfisk medir voltaje y corriente y compararlo con los datos de placa del motor. Reportar alguna anomalía. Ver inciso 10.2.38	-----	720	1TE	20
FRE: Frecuencia TEC: Técnico TM: Tiempo de Mantenimiento					

9.2. **Procedimiento de Inspecciones de Mantenimiento**

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 128 DE 183

9.2.1. Partes de la Blíster

9.2.1.1. Estación de Termo formado (1).

9.2.1.2. Alimentadores de cápsulas/tabletas (2).

9.2.1.3. Estación de sellado y estiramiento (3).

9.2.1.4. Estación de compactación (4).

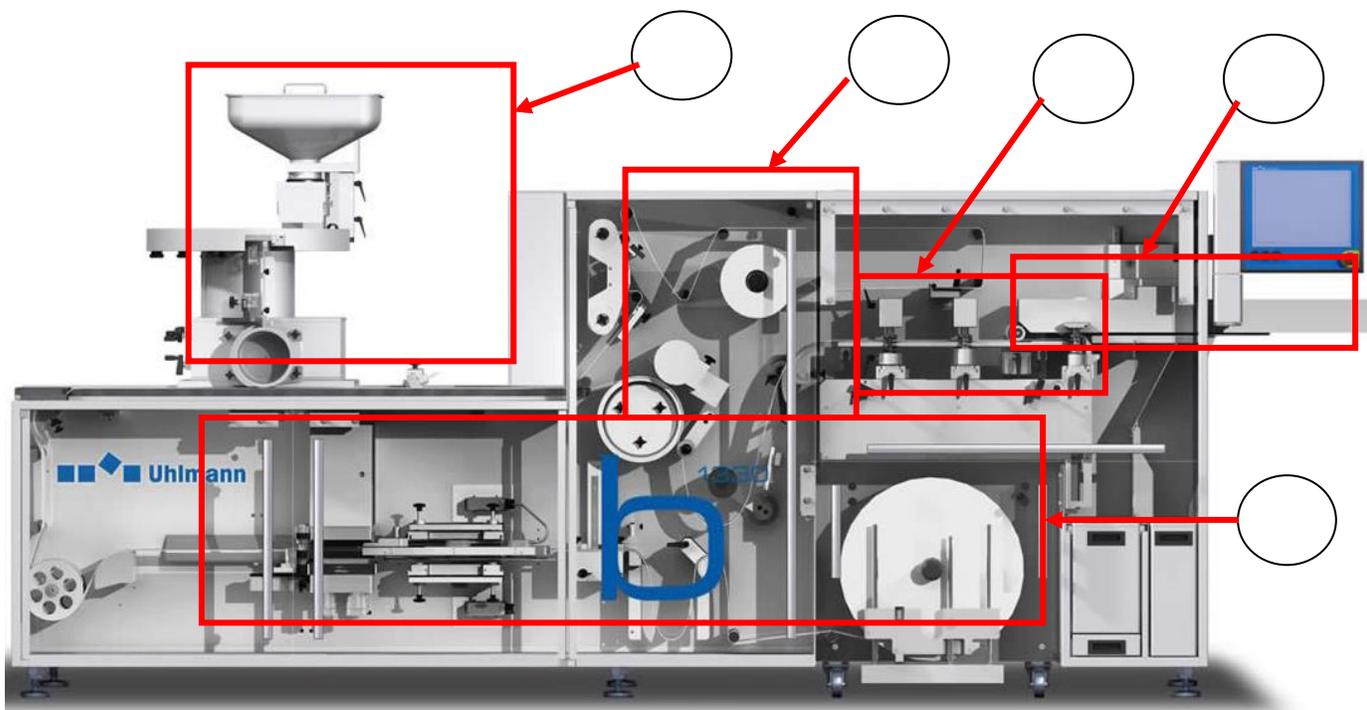
9.2.1.5. Transferencia (5).

9.2.1.6. Puerta de acceso a mecanismo y unidad de mantenimiento (6).

9.2.1.7. Puerta de acceso a panel eléctrico, puerta adicional interna para mecanismo de sellado y estirado (7).

9.2.1.8. Puerta de acceso a válvulas reguladoras de presión y bomba de vacío transferencia (8).

9.2.1.9. Puerta de acceso a PLC y drivers adicionales (9).



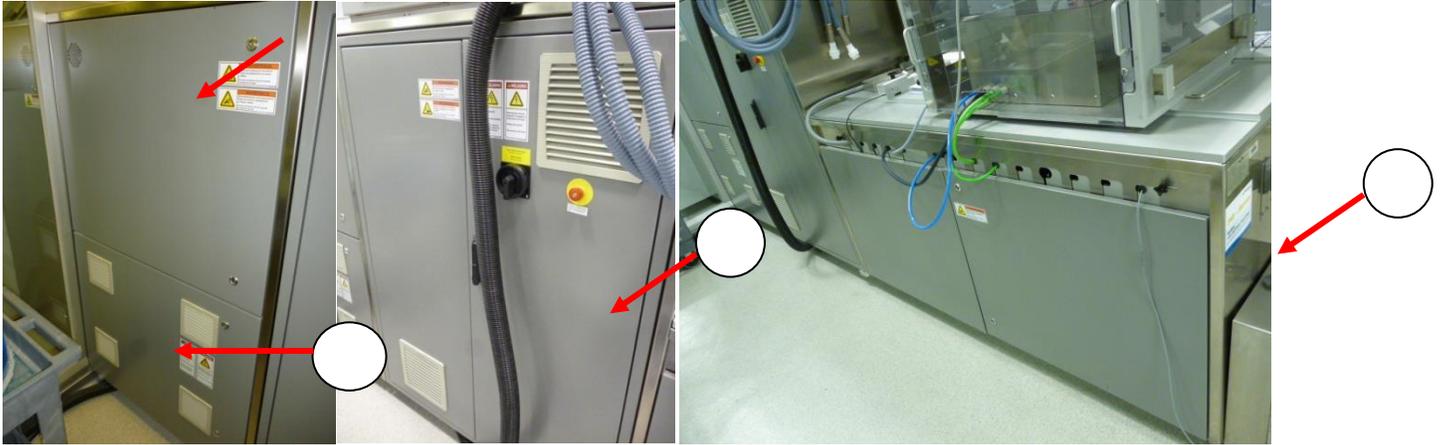
**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

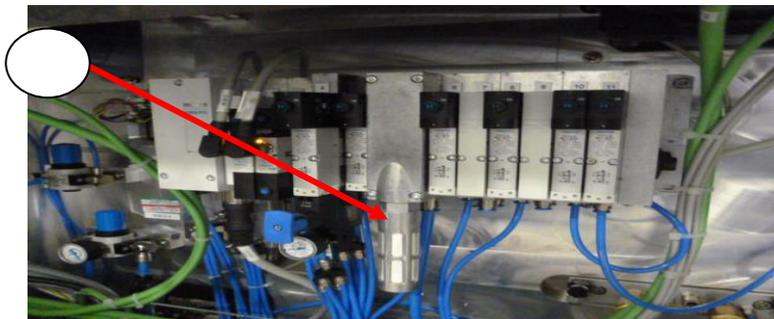
FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 129 DE 183



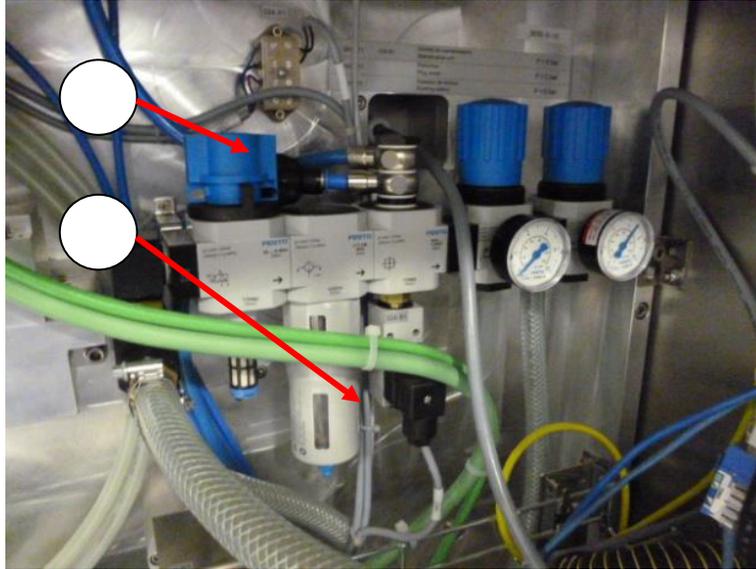
- 9.2.2. Accionar manualmente las válvulas y verificar que no haya fugas en las conexiones y bloque de válvulas. Corregir si existen fugas. Revisar que el filtro (1) del bloque de válvulas no esté amarillo, si lo esta cambiarl



- 9.2.3. Retirar tornillos de la tapa de la caja metálica (1) ubicada entre la blíster y la columna para revisar válvulas de servicio y limpiar suciedad. Corregir en caso de fugas.



- 9.2.4. Cerrar entrada de aire (2) para drenar el recipiente de condensado (3), aflojando tornillo de purga y colocar recipiente para la purga y revisar que no haya fuga en los reguladores de presión de la unidad de mantenimiento.



- 9.2.5. Limpiar las esteras filtrantes ubicadas en las puertas del gabinete eléctrico, soplar o aspirar la suciedad. Cambiar si no se aprecia claramente una corriente de aire. Además, de revisar los ventiladores y limpiarlos.

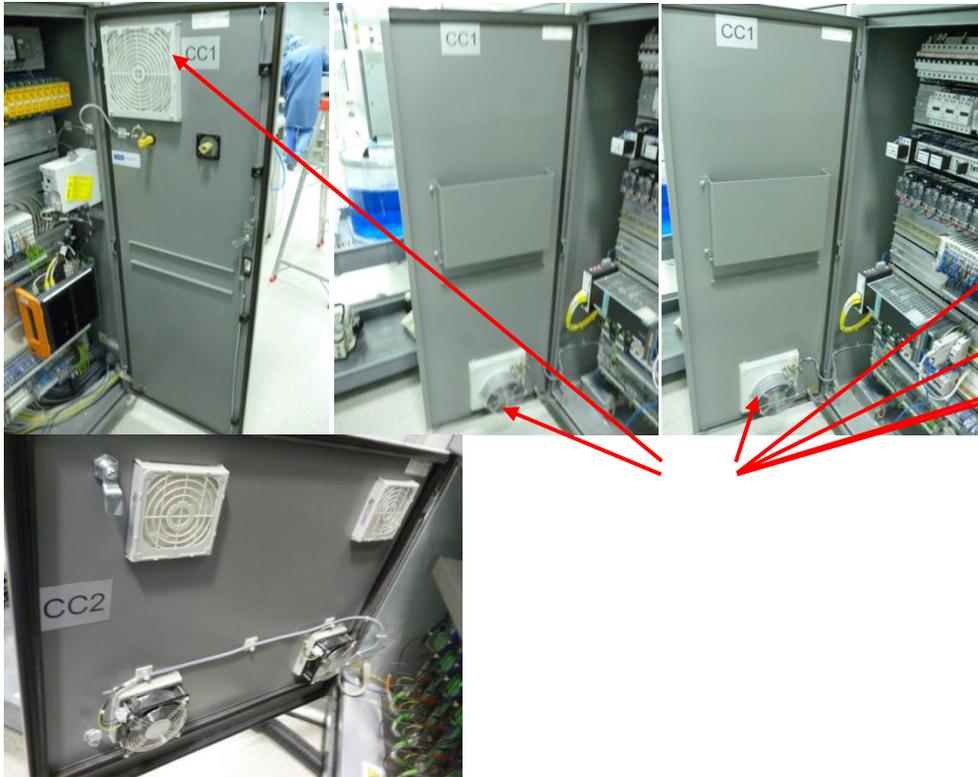
**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 132 DE 183



9.2.6. Revisar cableado y Re-socar bornes de disyuntores y los demás dispositivos que tengan tornillos de ajuste de contactos y limpiar suciedad de los dispositivos eléctricos.

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

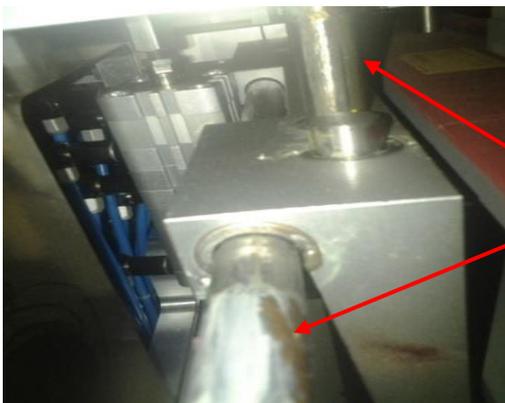
FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

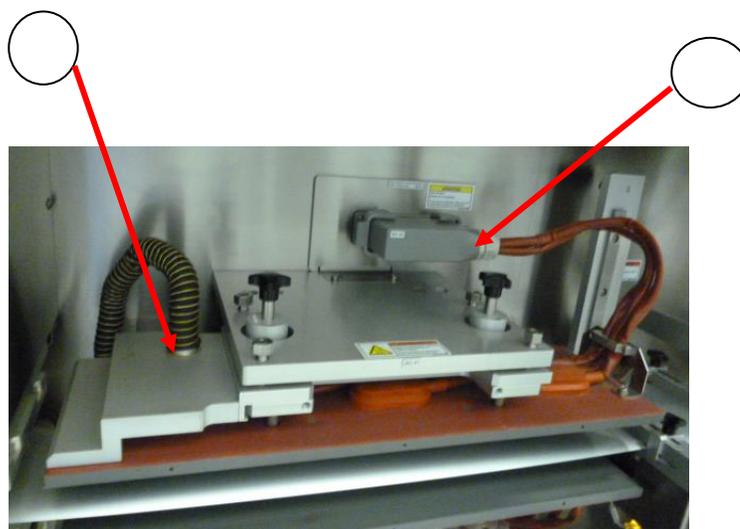
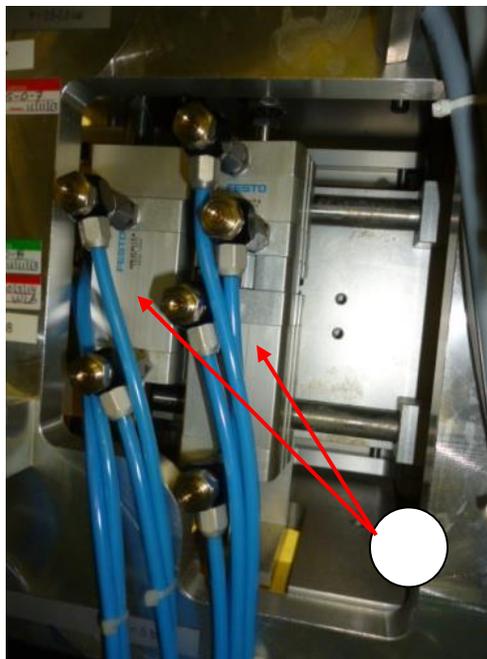
FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 133 DE 183



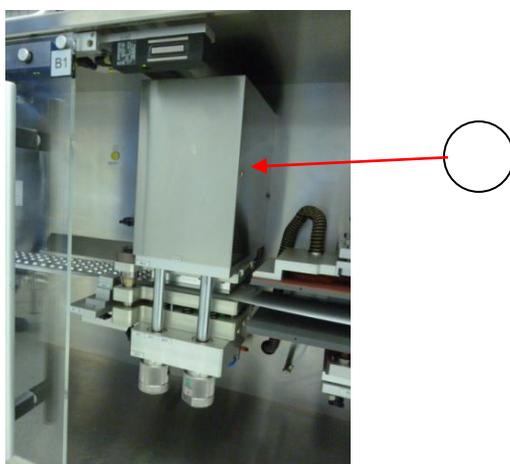
- 9.2.7. Lubricación e inspección de las placas de calentamiento
- 9.2.8. Limpiar y lubricar con brocha usando grasa Tipo 1 UH 1 84-201 en las guías verticales y horizontales (1) de las placas de calentamiento.
- 9.2.9. Revisar si hay fugas en las conexiones de los pistones neumáticos (2) de desplazamiento vertical y horizontal. Corregir si existen fugas
- 9.2.10. Inspeccionar mecanismo de placa de calentamiento, revisa que no se encuentre dañado las placas de calentamiento, mangueras de aspiración (3), superior e inferior, y conectores eléctricos no tenga pines quemados (5), superior e inferior, de los circuitos de las placas de calentamiento. Reportar



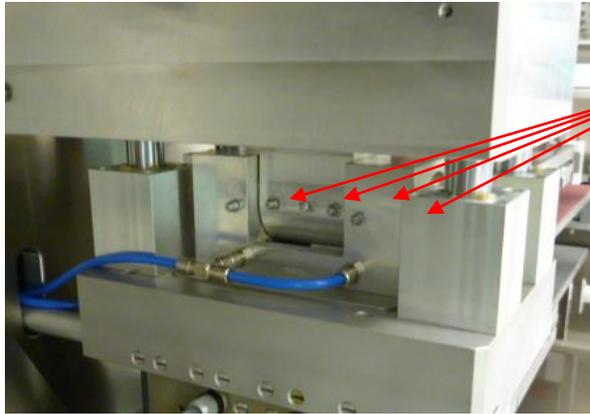


9.2.11. Lubricacion e inspeccion de estacion de moldeo.

9.2.12. Remover la tapa de acero inoxidable (1). Revisar las cabezas de tornillos Allen no esté barridas. Cambiar si es necesario.



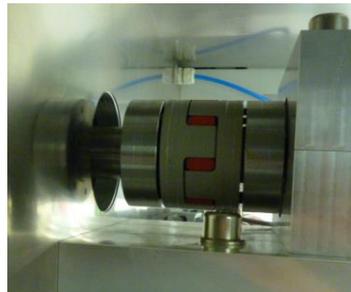
9.2.13. Lubricar rodamiento de aguja. Lubricar con grasa Tipo 9 UH1 64-1302 en los cuatro alemite (1), aplicar dos golpes en cada uno.



9.2.14. Lubricar rodamiento rodillo a rotula y rodamiento de agujas ubicados en la parte superior. Lubricar con grasa Tipo UH 1 64-1302 en los tres alemite (1), aplicar dos golpes en cada uno.



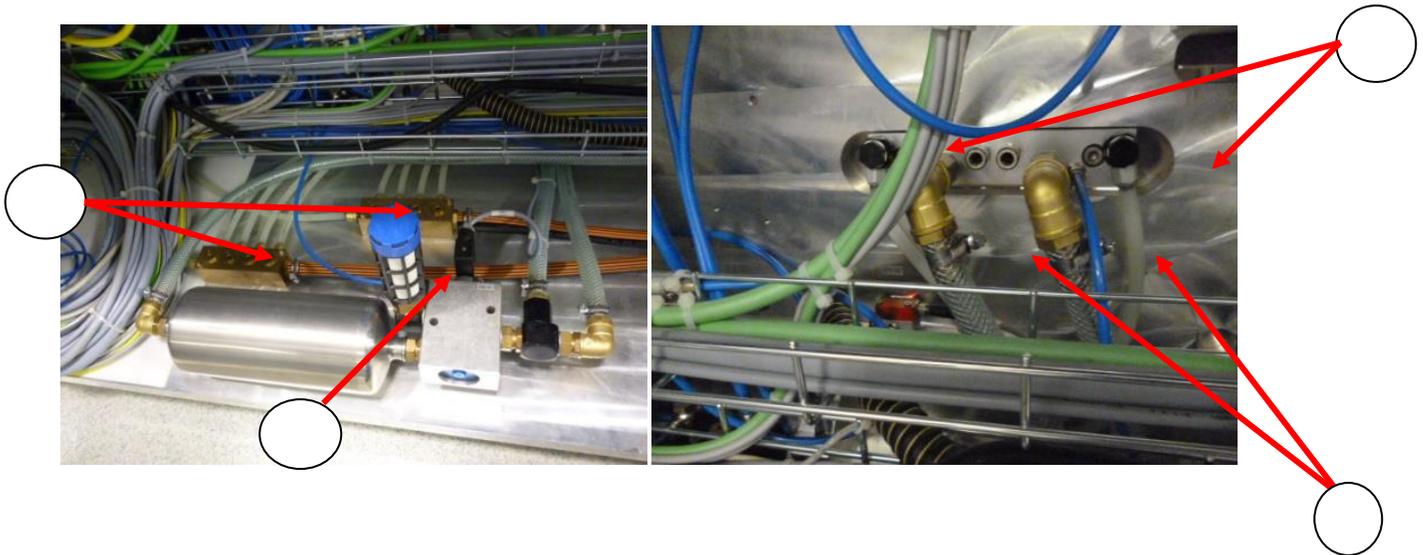
9.2.15. Revisar que no haya polvo por desgaste en el acople tipo estrella, si existe desarmar y verificar acople. Reportar si existe desgaste o ruptura.



9.2.16. Revisar que no haya fugas de aceite en la caja de transmisión del servomotor (1). En caso de fugas reportar.

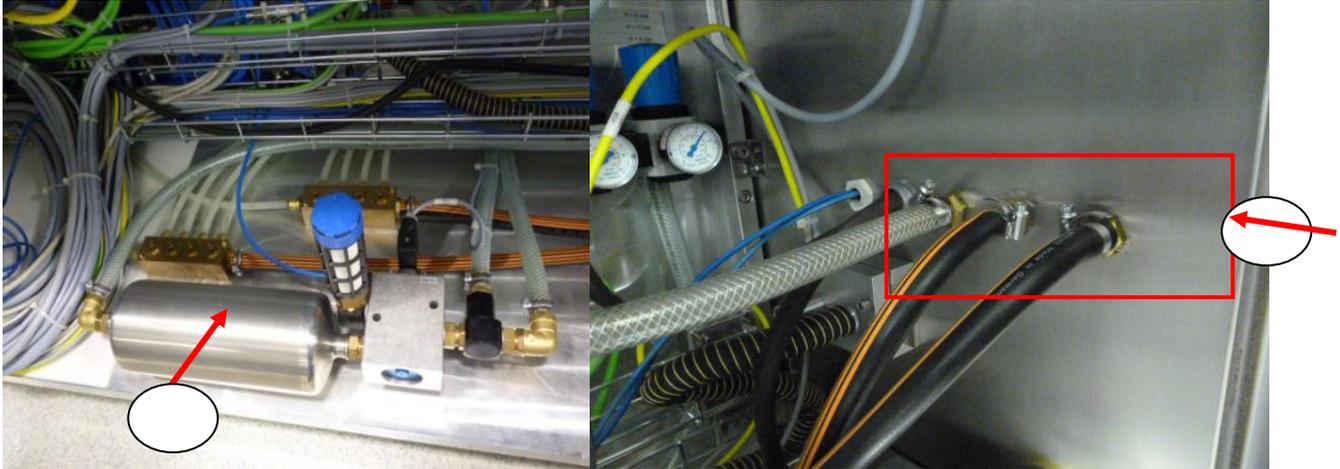


9.2.17. Verificar que no existan fugas en las conexiones de las mangueras de agua refrigerada (1) en la estación de moldeo, en el manifold del agua (2) y en las mangueras de soplado (3). Corregir si hay fugas. Soplar el filtro de escape (4), si está de otro color (amarillo) sustituirlo.

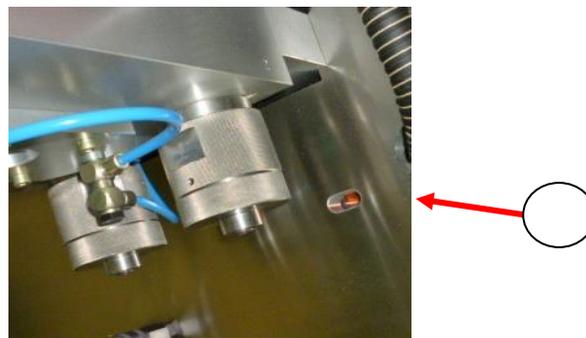


9.2.18. Revisar que no haya fugas en las conexiones de las mangueras de soplado, en el reservorio de aire (1) y en la entrada de servicios (2).

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

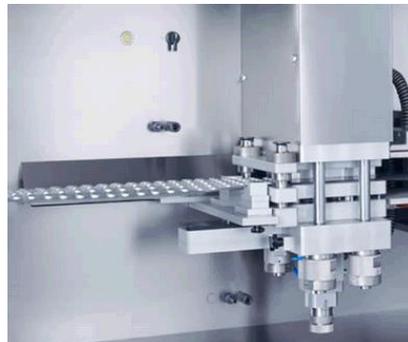


9.2.19. Limpiar el lente del sensor (1) de posición de cápsulas manométricas.



**9.3. Mantenimiento a la Tenaza de Avance.**

9.3.1. Inspeccionar pinzas de sujeción neumática en busca de fugas de aire comprimido, accionandolas mediante el botón amarillo ubicado a la par de la estación de moldeo. En caso de fugas corregir.



9.3.2. Revisar estado de la correa dentada. Para verificar el tensado de la correa, se puede hacer doblando a 90 grados la correa, con fuerza moderada. Si fácilmente se mueve a más de

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 138 DE 183

90 grados, necesita tensarse. Pero si se necesita mucha fuerza para lograr doblar a 90 grados está muy tensa.



- 9.3.3. Lubricar el carro guía mediante engrasador manual para el alemite (1), ubicado en la parte inferior de la correa dentada. Usar grasa Tipo 2 UH 1 14-151, aplicar un golpe del lubricador.



- 9.3.4. Inspección visual del sensor de alojamiento de lamina de formacion con respecto a falso contactos en el sensor, ubicado en la parte trasera.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

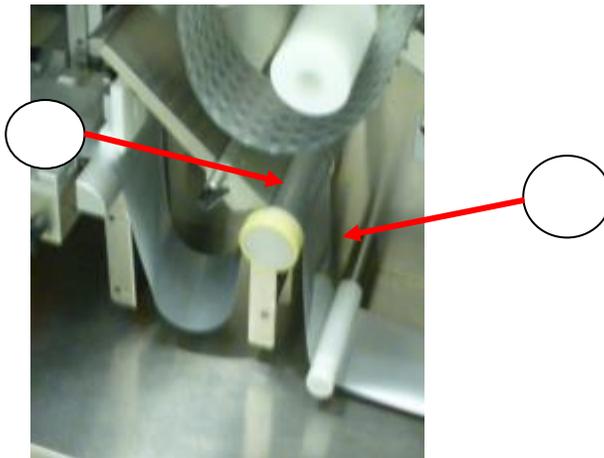
FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

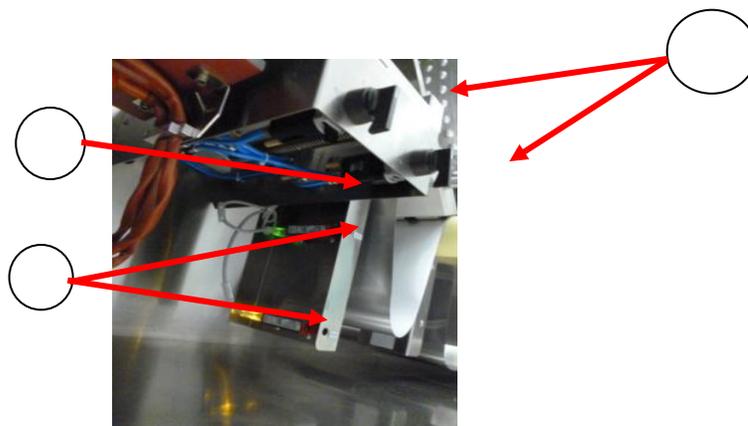
FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 139 DE 183

- 9.3.5. Inspección visual de los rodillos de contrapresión (1) y rodillo desbobinador (2) estén en buenas condiciones. En caso de desgastes reportar.



- 9.3.6. Limpiar el reflector y lentes de los sensores del bucle (1). Revisar conexiones neumáticas de la mesa de corte (2) en caso de fuga reparar, accionar manualmente los sujetadores de la lámina de formación para verificar funcionamiento (3).



**9.4. Mantenimiento al SIMTAP 2K**

- 9.4.1. Retirar primero el cobertor de acrílico y tapa trasera del SIMTAP. Revisar tornillos Allen avellanados que no estén barridos, cambiar si es necesario.

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 140 DE 183



- 9.4.2. Revisar correa dentada de transmisión. Tensar si es necesario. Para distancias menores a 100mm se toma como criterio que la deflexión debe ser 2mm por cada 100 mm de distancia entre centros. Cambiar si se encuentra desgastada.



- 9.4.3. Lubricar husillo roscado (1) para movimiento horizontal con grasa Tipo 2 UH1 14-151.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

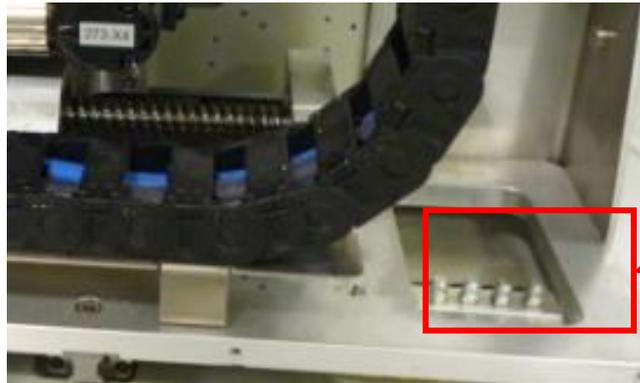
FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 141 DE 183

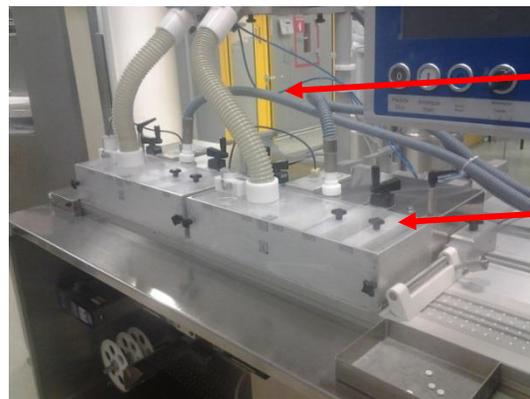
- 9.4.4. Lubricar rieles del carro guía horizontal a los cuatro alemite (1) con grasa Tipo 2 UH1 14-151.



- 9.4.4.1. Limpieza del sensor y verificar funcionamiento del sensor de nivel de llenado. Cambiar sensor en caso de falla.
- 9.4.4.2. Revisar que no haya fugas en las conexiones neumáticas. Corregir si hay fugas.
- 9.4.4.3. Revisar y re-socar conexiones eléctricas, si es necesaria.
- 9.4.4.4. Cerrar tapa trasera del SIMTAP.

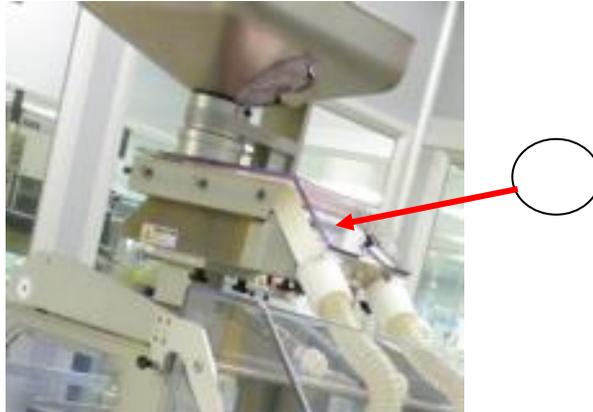
9.5. **Mantenimiento al Alimentador de tabletas Duplex**

- 9.5.1. Revisar estado de las mangueras de distribución (1) y verificar la condición de los cepillos alimentadores (2). Reportar si los cepillos están deteriorados. Revisar que no haya ruido anormal.



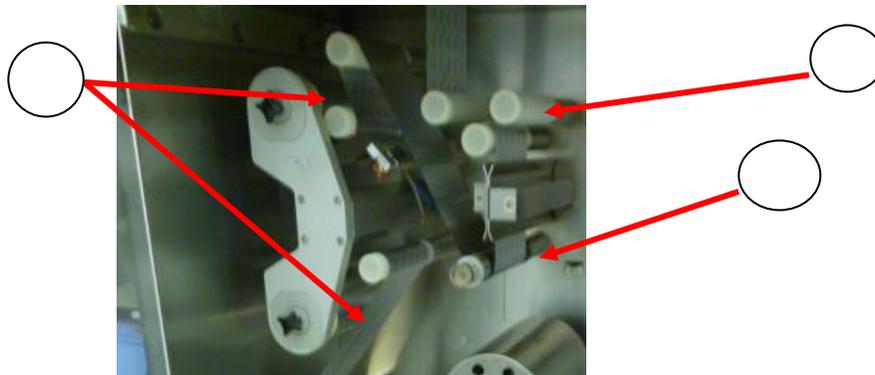
**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

- 9.5.2. Verificar tensado de la correa dentada. (Si el muelle de compresión presiona motor en el tope final, cambiar correa dentada o si se notan fisuras en la misma).
- 9.5.3. Revisar el correcto funcionamiento del canal vibrador (1) y mangueras de distribución que estén en buen estado. Reportar daños en estructura y vibrador.



**9.6. Mantenimiento al Control de imágenes y estiramiento.**

- 9.6.1. Revisar que los rodillos de goma (1) giren libremente, el superior que gire en ambos lados y el inferior gire sólo en un solo lado.
- 9.6.2. Revisar que los rodillos de goma estén en buenas condiciones, que tenga adherencia con la película de aluminio sino limpiar con solución HAPA. Si no tiene adherencia reportar para cambiar rodillos.
- 9.6.3. Revisar que los rodillos de guía de película (2) y freno (3) giren libremente. Reportar.



- 9.6.4. Revisar estado del freno para estiramiento ubicado en el actuador neumático. Reportar.

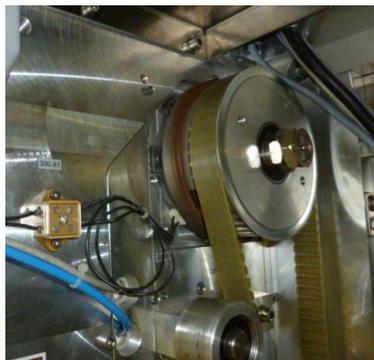




- 9.6.5. Abrir puerta trasera, y revisar la correa dentada. Tensar si es necesario. Para verificar el tensado de la correa, se puede hacer doblando a 90 grados la correa, con fuerza moderada. Si facilmente se mueve a mas de 90 grados, necesita tensarse. Pero si se necesita mucha fuerza para lograr doblar a 90 grados está muy tensa. Cambiar si es necesario.



- 9.6.6. Desarmar mecanismo de acople electromagnético para verificar estado del disco de acople y no haya desgaste. Para ello, retirar faja y quitar tuerca de la polea dentada.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 144 DE 183

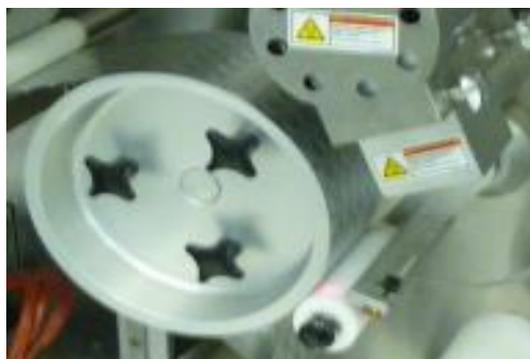
- 9.6.7. Revisar conexiones neumáticas que no haya fugas. Corregir en caso de.
- 9.6.8. Revisar regulador de presión (1) oscile a una presión entre 0,5 a 0,8 Bar. Revisar calcomanía (2) que este dentro del tiempo de evaluación de calibración (calibrado cada seis meses), sino reportar.



- 9.6.9. Revisar cableado y el correcto funcionamiento del péndulo de compensación tras estación de moldeo colocando el péndulo hasta abajo y comprobar que marque 0°.



**9.7. Mantenimiento al Rodillo de avance CS**



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 145 DE 183

- 9.7.1. Verificar que no haya fugas de agua en la boquilla giratoria (1) del alojamiento e inspeccionar mangueras. Corregir si existe fuga.
- 9.7.2. Verificar que no haya fugas en las conexiones neumáticas ni en el pistón del rodillo de presión. Corregir si existe fuga.
- 9.7.3. Verificar funcionamiento sensor de posición del rodillo. (2).
- 9.7.4. Verificar funcionamiento sensor de posición del rodillo de presión (3).
- 9.7.5. Revisar la correa dentada de transmisión. tensar si es necesario. para verificar el tensado de la correa, se puede hacer doblando a 90 grados la correa, con fuerza moderada. si facilmente se mueve a mas de 90 grados, necesita tensarse. Pero si se necesita mucha fuerza para lograr doblar a 90 grados está muy tensa. Cambiar si presenta desgaste.



**9.8. Inspección y limpieza del Rodillo de Sellado.**



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

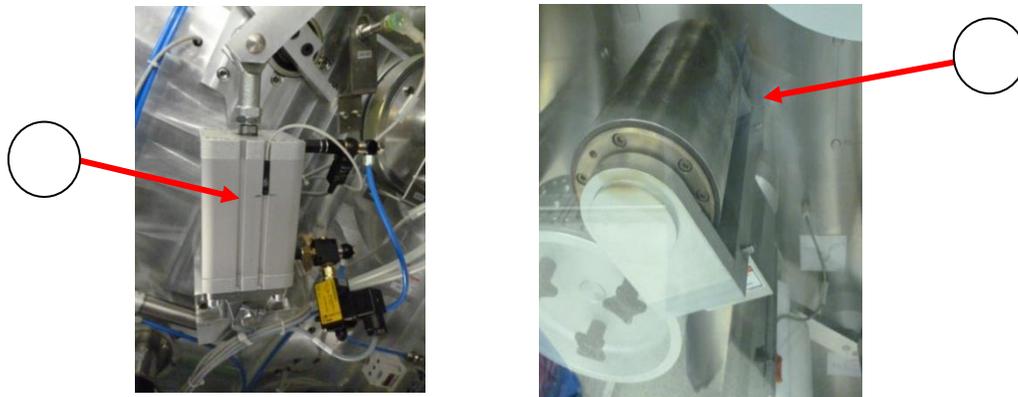
FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 146 DE 183

- 9.8.1. Girar en caliente el rodillo de sellado (1) para verificar el estado de los rodamientos, hacer girar el rodillo con guantes de cuero para protección contra el calor. Reportar si los rodamientos están dañados o no gire libremente.
- 9.8.2. Verificar que no hayan fugas en las conexiones neumáticas del pistón (2) de presión del rodillo de sellado.
- 9.8.3. Revisar que el rodillo este limpio y libre de restos de PVC recocidos anteriormente. Limpiar con cepillo de latón o con Rimatox el rodillo de sellado. Usar guantes y mascarilla ya que está solución tiene propiedades ácidas.



- 9.8.4. Revisar el rodillo de sellado, si se encuentra con desgaste o golpes en el moleteado (partes lisas). Reportar.
- 9.8.5. Revisar conexiones en el sensor de presión del rodillo de sellado..



**9.9. Inspección y lubricación de la estación de compactado.**

- 9.9.1. Verificar que las guías de montaje de las tres estaciones (1) estén sin daños. Reportar.

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 147 DE 183

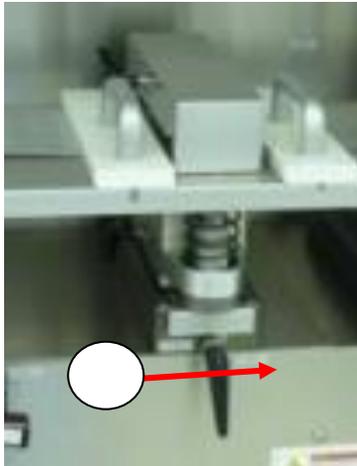


- 9.9.2. Revisar la condición de la correa dentada (2) y verificar tensado. Tensar correa dentada si es necesario. Para verificar el tensado de la correa, se puede hacer doblando a 90 grados la correa, con fuerza moderada. Si fácilmente se mueve a más de 90 grados, necesita tensarse. Pero si se necesita mucha fuerza para lograr doblar a 90 grados está muy tensa. Cambiar correa dentada si hay desgaste.



- 9.9.3. Revisar los tornillos de ajuste (1) de las guías que no estén dañados y revisar prisioneros de los porta tipos (2) de la estación de estampado. Cambiar si es necesario.

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**



- 9.9.4. Verificar si existe juego en el acople del rodillo CM, si existe, desarmar y verificar acople flexible. Cambiar acople flexible si está desgastado o roto.



- 9.9.5. Revisar que no haya fugas de aire comprimido en el regulador de presión y conectores, revisar que la presión del rodillo CM este entre 2.5 y 3 Bar.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 149 DE 183

- 9.9.6. Limpiar sensor láser que detecta burbuja y revisar conector que este en buen estado y alineamiento del láser. Utilizar dispositivo de alineamiento de laser suministrado por el soporte técnico de Uhlmann.



- 9.9.7. Abrir tapa frontal y lateral de la estación de compactación y revisar que no haya desgaste en el mecanismo excéntrico y articulaciones móviles. Realizar limpieza interna.
- 9.9.8. Lubricar guías y jaulas de bolas de movimiento de estaciones. Usar grasa Tipo 2 UH 1 14-151 aplicar con cepillo cilíndrico especial suministrado por uhlmann 928199. Véase manual de instrucciones para el manejo inciso 9.5.4.

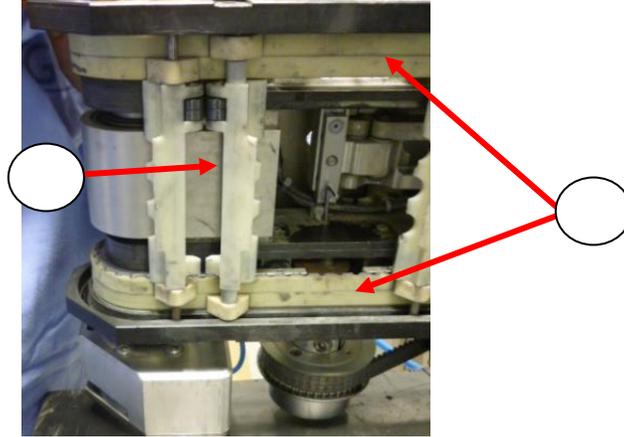


9.10. **Mantenimiento a la transferencia.**

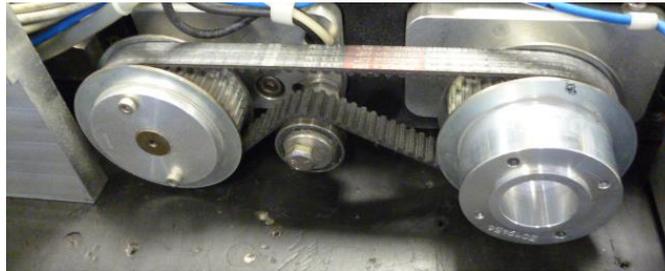
- 9.10.1. Apagar la máquina. Retirar cobertor de la transferencia (1), verificar el estado de los tornillos, reemplazar si es necesario.
- 9.10.2. Levantar la transferencia por medio del interruptor (2) de los compensadores de gas y retirar blíster de las paletas, si hubiera.



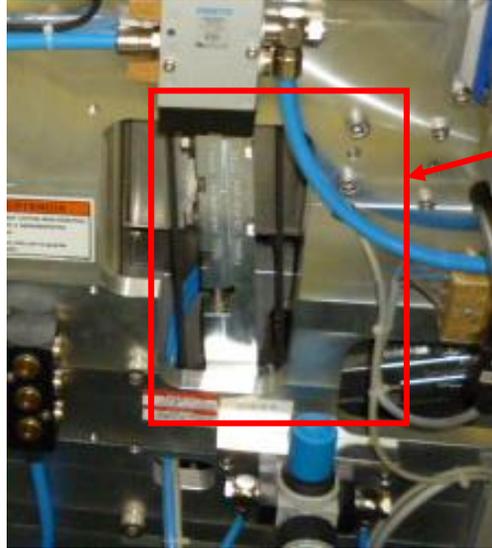
- 9.10.3. Desmontar, limpiar y soplar ventosas. Cambiar de ser necesario.
- 9.10.4. Limpieza de todas las paletas (1) y área interna de la transferencia.
- 9.10.5. Limpiar los rodillos de paletas, lubricar con una gota de aceite, si es necesario.
- 9.10.6. Revisar las 4 correas dentadas (2) de la cinta de transferencia. Reportar si están con algún daño o desgaste.



- 9.10.7. Revisar la correa dentada de accionamiento del combinador. Usar una lámpara para ver la parte trasera de la transferencia para poder ver la correa dentada. Reportar en caso de desgaste.



- 9.10.8. Revisar correas dentadas del combinador (1), abrir la puerta trasera, tensar si es necesario. Para verificar el tensado de la correa, se puede hacer doblando a 90 grados la correa, con fuerza moderada. Si fácilmente se mueve a más de 90 grados, necesita tensarse. Pero si se necesita mucha fuerza para lograr doblar a 90 grados está muy tensa. Reportar si existen daños o desgastes.



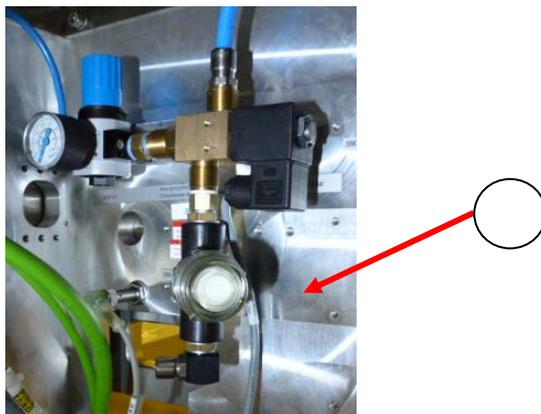
9.10.9. Limpiar sensores de las paletas y reflectores, ubicados en un orificio rectangular (1),  
ademas limpiar las terminaciones de las cinco fibras opticas.



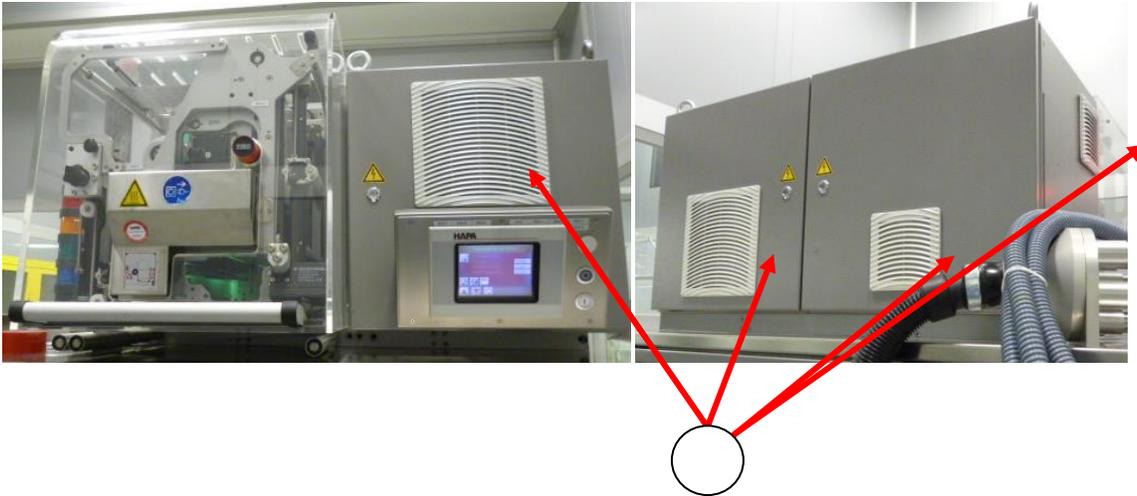
9.10.10. Lubricar las guías de desplazamiento (1) de la transferencia. Usar grasa Tipo 2 UH 1 14-151.



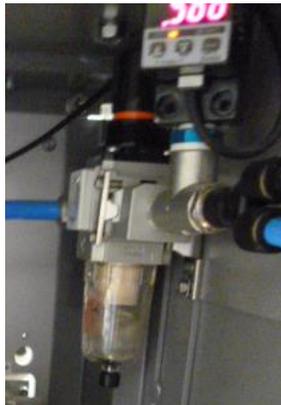
9.10.11. Limpiar filtro de vacío (1) de la transferencia. Cambiar si está de color amarillo o gris.



9.10.12. Limpiar estera filtrante del gabinete eléctrico. Cambiar si no se aprecia claramente una corriente de aire.



9.10.13. Drenar el recipiente de condensado de la unidad de mantenimiento. Ubicado dentro del gabinete de la HAPA 230.



9.10.14. Resocar bornes, a los que amerite, y revisar cableado del gabinete eléctrico y limpieza del mismo. Reportar cualquier anomalía.



9.11. **Mantenimiento de mecanismo de Entintador**

9.11.1. Retirar mecanismo entintador aflojando el tornillo de fijación (1).



9.11.2. Desmontar tapa del mecanismo entintador (2). Revisar que los tornillos no estén barridos.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

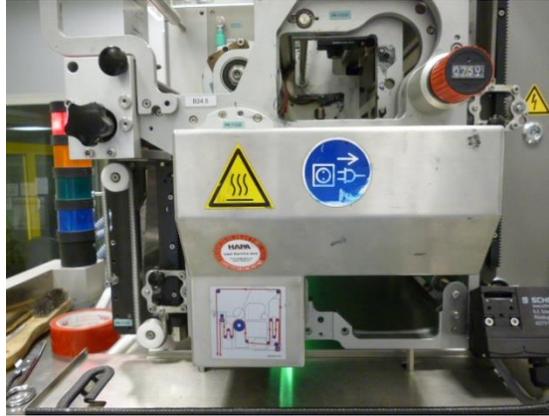
FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

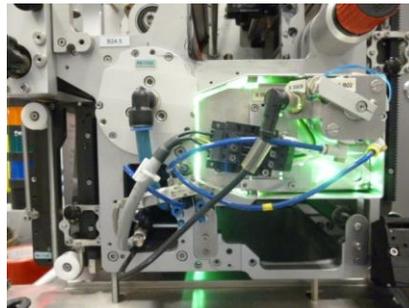
PAGINA 156 DE 183

- 
- 9.11.3. Drenar la tinta que haya en la bandeja antes de desarmar.
  - 9.11.4. Revisar si hay derrame de tinta en los extremos del rodillo.
  - 9.11.5. Revisar la condición de los tornillos de la porta-rasqueta. Cambiar si es necesario. Tornillos cabeza Allen M4x20.
  - 9.11.6. Limpiar la bandeja de tinta.
  - 9.11.7. Desmontar y limpiar rodillo reticulado con solución HAPA del mecanismo entintador. (Si el rodillo entintador está saturado de tinta seca se debe cambiar el rodillo y llevar el otro rodillo a una limpieza con ultrasonido o sustituir rodillo entintador).
  - 9.11.8. Usar una regla para verificar la paralelidad del rodillo que no haya desgaste en algún lado del rodillo.
  - 9.11.9. Retirar juntas del entintador.
  - 9.11.10. Lubricar las juntas nuevas del entintador con grasa UH1 64-2403, aplicar manualmente.
  - 9.11.11. Inspeccionar rasqueta (cuchilla limpiadora), sustituir en caso de:
    - 9.11.11.1. Ancho de la rasqueta sea inferior a 9,2 mm.
    - 9.11.11.2. Esquina o borde este dañado.
    - 9.11.11.3. No se efectúa reajuste aun cuando el tornillo de ajuste este completamente ajustado.
  - 9.11.12. Aplicar una película delgada de grasa a lo largo de los bordes delanteros de las juntas, tornillo de ajuste y las superficies de contacto para las rasquetas y el porta-rasquetas. UH1 54-2403.
  - 9.11.13. Armar mecanismo entintador.
  - 9.11.14. Llenar de tinta la bandeja y revisar nivel de tinta del mecanismo entintador hasta un nivel máximo de 22 mm con respecto a la tapa.
  - 9.11.15. Verificar que no haya derrame de tinta en los costados del mecanismo, si hubiera, se debe volver a ajustar y/o engrasar juntas del mecanismo entintador, si persiste el derrame, sustituir juntas del entintador.
  - 9.11.16. Ajustar rasqueta del rodillo entintador hasta que se vea una película de tinta regular y mate, sino ajustar rasqueta con el tornillo de ajuste.
  - 9.11.17. El rodillo debe girar manualmente por medio de la manija en sentido de las manecillas del reloj.
  - 9.11.18. Limpiar el alojamiento del mecanismo entintador y bandeja recolectora de tinta con solución HAPA.
  - 9.11.19. Montar mecanismo entintador.
- 9.12. **Mantenimiento a la Unidad del Secador UV**



9.12.1. Apagar el equipo

9.12.2. Abrir la tapa del secador UV



9.12.3. Desconectar el conector del sensor X0908 (sensor térmico) y mangueras neumáticas



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

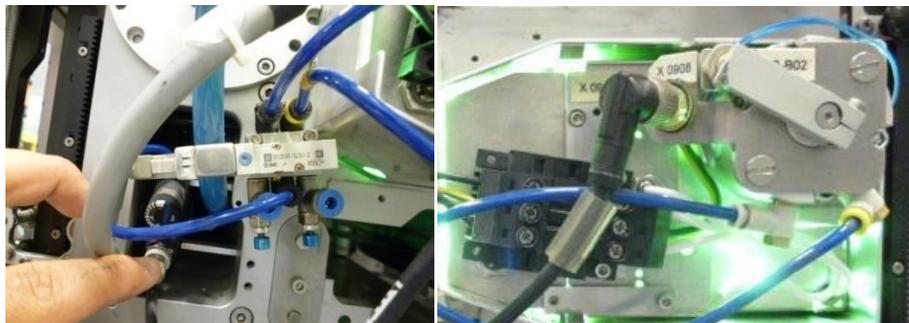
FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 158 DE 183

- 9.12.4. Desmontar la unidad del secador UV.
- 9.12.5. Remover los tornillos de fijación del obturador.
- 9.12.6. Extraer y cambiar el actuador neumático por uno nuevo.
- 9.12.7. Armar el mecanismo de secado.
- 9.12.8. Colocar en la posición correcta la palanca de control de posición del dámara.
- 9.12.9. Asegurar los tornillos con Loctite 243.
- 9.12.10. Cambiar la electroválvula, junto con sus reguladores de caudal del accionamiento del obturador.
- 9.12.11. Montar la unidad del secador UV.
- 9.12.12. Revisar que no haya fugas conexiones neumáticas del actuador neumático y electroválvula.

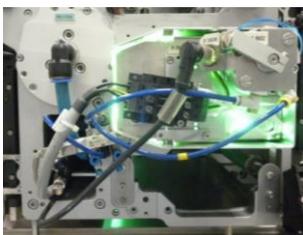


- 9.12.13. Revisar que este bien ajustado la pieza de aluminio que verifica la posición del dámara.
  - 9.12.14. Revisar conexiones del sensor de posición y cables del térmico este en buen estado.
  - 9.12.15. Cerrar tapa del secador UV
- 9.13. **Mantenimiento del Rodillo de avance por vacío.**
- 9.13.1. Antes de apagar el equipo, verificar que haya fluidez en el escape del vacío. Reportar.



9.13.2. Apagar el equipo desde el panel de control.

9.13.3. Abrir la tapa de la unidad de secado UV.

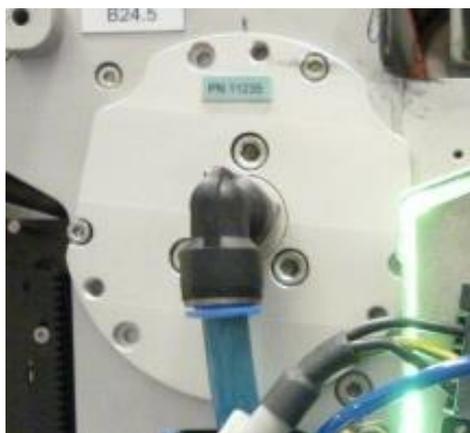


9.13.4. Desconectar la manguera neumática de la placa PN 11235.

9.13.5. Retirar los tornillos del cobertor del acople del motor con el rodillo de vacío.

9.13.6. Aflojar el acople.

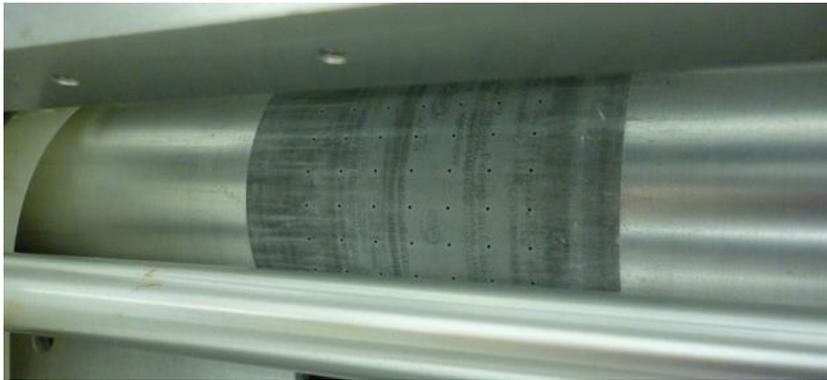
9.13.7. Retirar los tornillos cabezal Allen de la placa PN11235.



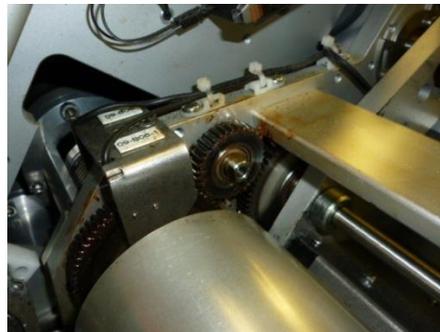
9.13.8. Extraer el eje de vacío.

9.13.9. Revisar rodamientos del eje de vacío. Reportar en caso de estar defectuosos.

9.13.10. Limpiar el rodillo de avance por vacío con solución HAPA para eliminar la tinta que se encuentre en el rodillo. Como se muestra en la figura.



9.13.11. Limpiar y Lubricar rueda dentada de transmisión. Usar grasa tipo UH1 64-62.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 161 DE 183

9.13.12. Soplar, si es necesario, la parte interna del rodillo de vacío para evitar obstrucciones futuras a la succión.

9.13.13. Revisar que no haya desgaste en el acople del motor con el rodillo de vacío.

9.13.14. Montar el rodillo de vacío por succión.

9.13.15. Verificar funcionamiento y conexión de los sensores de posición.

9.13.16. Engrasar los engranajes cerciorándose que no obstruya el orificio de posición de referencia.

9.13.17. Socar los tornillos

9.13.18. Acoplar rodillo de avance por vacío al motor.

9.13.19. Colocar y atornillar la placa PN11235.

9.13.20. Revisar que no haya fugas de aire en las conexiones ni en la placa PN11235.

9.13.21. Montar tapa del secador UV.

9.14. **Mantenimiento a los compensadores de entrada y salida.**

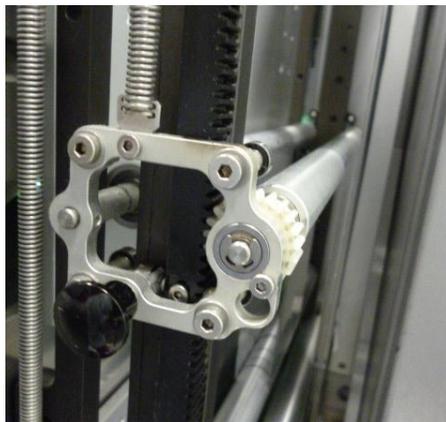
9.14.1. Apagar la impresora HAPA 230.

9.14.2. Retirar la película de aluminio de los rodillos.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

- 9.14.3. Revisar que giren adecuadamente los rodillos del compensador. Lubricar en caso necesario. Reportar.
- 9.14.4. Revisar que el resorte de compensación y los deflectores estén en buenas condiciones. Reportar.
- 9.14.5. Revisar la condición de la rueda dentada de nylon. Reportar.
- 9.14.6. Lubricar el mecanismo de cremallera y piñón, si es necesario. UH1 64-62, aplicar manualmente.



- 9.14.7. Revisar que giren adecuadamente los rodillos del compensador. Lubricar en caso necesario. Reportar.

9.14.8. Revisar que el resorte de compensación y los deflectores estén en buenas condiciones. Reportar.

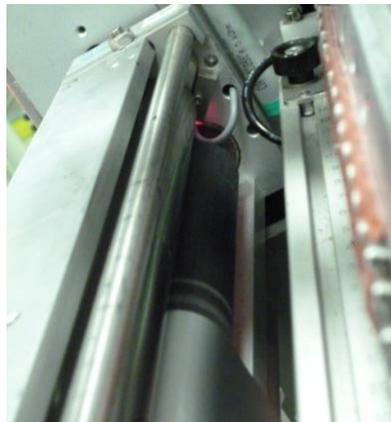
9.14.9. Lubricar el mecanismo de cremallera y piñón, si es necesario. Grasa UH1 64-62.

9.14.10. Revisar si hay desgaste en el acople del freno del rodillo de salida. Reportar.

9.14.11. Revisar funcionamiento que quede funcionando correctamente.

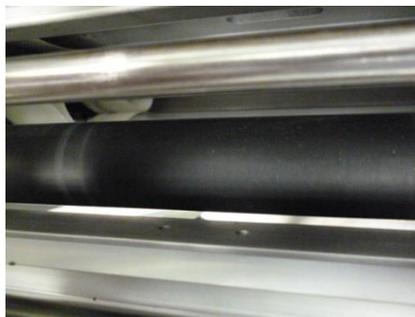
9.14.12. Limpieza rodillo de avance de película y contrapresión.

9.14.13. Levantar rodillo de presión. (Retirar anteriormente la película de cubierta).

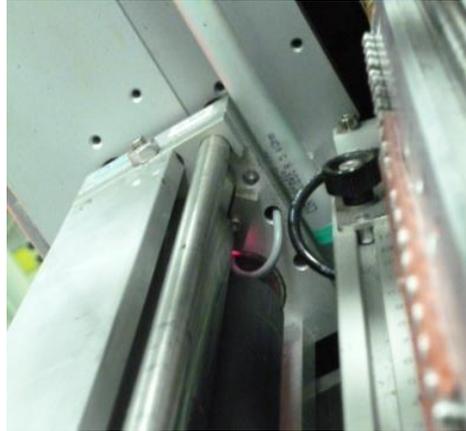


9.14.14. Revisar que gire libremente el rodillo de contacto. Reportar.

9.14.15. Limpiar el rodillo de avance de película. (Rodillo negro).



9.14.16. Revisar conexiones del sensor de posición 0. Reportar.

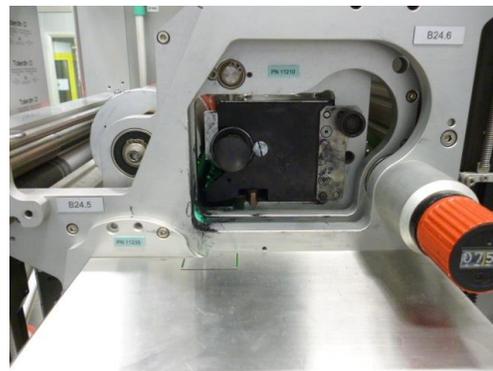


9.14.17. Revisar que el rodillo de presión arrastre adecuadamente la película de aluminio.

9.15. **Mantenimiento al mecanismo de movimiento excéntrico**

9.15.1. Apagar el equipo.

9.15.2. Desmontar el mecanismo de entintado.



9.15.3. Limpiar y lubricar las cuatro correderas en el casquillo y los lados laterales con grasa tipo UH 1 64-62.



9.15.4. Limpiar los ejes y los sensores de posición cero.

9.15.5. Revisar funcionamiento y conexiones de los sensores de posición. Reportar.

9.16. **Mantenimiento Motor del Ventilador**



9.16.1. Inspeccionar ducto de aire caliente en busca de daños por calentamientos o fugas de aire.

9.16.2. Apagar el equipo.

9.16.3. Desmontar motor-turbina y trasladarlo al taller, desenroscando los tornillos de la salida de la turbina y retirando la placa del ducto en la succión. Rotular orden de los cables del motor trifásico.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 166 DE 183

- 9.16.4. Retirar tapa del estator y desmontar rotor.
- 9.16.5. Limpiar bobinado con dieléctrico. Dejar secar por 10 minutos
  - 9.16.5.1. Rociar des-humificador al bobinado. Esperar 15 minutos.
  - 9.16.5.2. Rociar Barniz dieléctrico. Esperar 10 minutos.
  - 9.16.5.3. Cambiar rodamientos al motor eléctrico.
  - 9.16.5.4. Armar motor trifásico.
  - 9.16.5.5. El eje del rotor debe girar libremente. Corregir en caso contrario.
  - 9.16.5.6. Medir aislamiento del motor con el MEGGER. Resistencia de aislamiento mayor a 1 Mohm.
  - 9.16.5.7. Conectar y energizar por 30 minutos al motor para verificar el buen montaje.
  - 9.16.5.8. Montar el motor-turbina al gabinete de la HAPA.

**9.17. Mantenimiento al elevador Servolift**

- 9.17.1. Subir la horquilla hasta el nivel máximo
- 9.17.2. Retirar banda del elevador que cubre la parte interna del mecanismo.
- 9.17.3. Lubricar cadena de elevación y piñón de cadena. Usar grasa en spray grado alimenticio LUBE FOOD para cadenas.
- 9.17.4. Revisar que las mangueras neumáticas, dentro de la columna este en buenas condiciones y no exista fugas. Corregir en caso de.
- 9.17.5. Verificar funcionamiento de la elevación y giro de la columna. Corregir en caso de defectos.
- 9.17.6. Lubricar cadena de transmisión. Usar grasa en spray grado alimenticio LUBE FOOD para cadena.
- 9.17.7. Colocar la banda del elevador

**9.18. Inspección sistema neumático.**

- 9.18.1. Retirar tapa del panel neumático.
- 9.18.2. Revisar que no exista fugas de aire en las válvulas del panel de control. Corregir si es necesario.
- 9.18.3. Retirar banda de elevación de la columna para revisar las válvulas y finales de carrera que no exista fugas. Corregir en caso de.
- 9.18.4. Accionar la botonera de elevación/giro/inclinación para verificar funcionamiento correcto. Reportar.
  - 9.18.4.1. Revisar funcionamiento del motor neumático del giro de horquilla. Reportar en caso de defecto.
  - 9.18.4.2. Revisar que abra y cierre adecuadamente el dämpner neumático y que no tenga roturas (1).Reportar.
  - 9.18.4.3. Revisar que no exista fugas en la conexión neumática (2).

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 167 DE 183



9.18.4.4. Colocar la banda del elevador.

**9.19. Mantenimiento a la Bomba de vacío**



- 9.19.1. Desconectar motor monofásico y trasladarlo al taller.
- 9.19.2. Revisar que se encuentre en buenas condiciones el capacitor de arranque.
- 9.19.3. Retirar motor de la bomba de vacío.
- 9.19.4. Retirar tapa del estator y desmontar rotor.
- 9.19.5. Limpiar bobinado con dieléctrico. Dejar secar por 10 minutos.
- 9.19.6. Rociar deshumificador al bobinado. Esperar 15 minutos.
- 9.19.7. Rociar Barniz dieléctrico. Esperar 10 minutos.
- 9.19.8. Cambiar rodamientos al motor eléctrico.
- 9.19.9. Armar motor trifásico.
- 9.19.10. El eje del rotor debe girar libremente. Corregir en caso contrario.
- 9.19.11. Medir aislamiento del motor con el MEGGER. Resistencia de aislamiento mayor a 1 Mohm.
- 9.19.12. Conectar y energizar por 30 minutos al motor para verificar el buen montaje.
- 9.19.13. Colocar bomba de vacío a su lugar de trabajo.
- 9.19.14. Revisar que no haya fugas de aire y drenar recipiente de condensado del dispositivo de prueba de hermeticidad.



9.19.15. Revisar que no tenga fugas la válvula de drenaje del tanque de prueba de integridad, ubicado en la parte inferior del mismo. Reportar.



9.19.16. Revisar mangueras y funcionamiento de la aspiradora Nilfisk y ver que el manómetro se encuentre en la zona verde. Si se encuentra en zona roja reportar para cambiar filtro HEPA.



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 169 DE 183

9.19.17. Abrir tapa trasera (de color negra) de la aspiradora Nilfisk medir voltaje y corriente y compararlo con los datos de placa del motor.



**10. ANEXO**

10.1. Anexo 1-1: Lista de repuestos utilizados durante el año en las inspecciones de mantenimiento.

**11. LOG ESTATUS DE FIRMAS**

**12. SERVICIOS**

12.1. No requerido.

Nº	Status	Descripción	Fijado por	Fecha	Hora	Campo log	Vs.contenido	FirmaDig.
13	GD	Gestor Documenta	IBRENES	24.05.2017	08:51:43		X	
12	AB	Aprobado	CALVARADO	23.05.2017	08:38:52		X	X
11	RV	Revisión	LGUEVARA	12.05.2017	15:10:15		X	X
10	EL	Elaboró	KPALAVICINI	12.05.2017	11:52:44		X	X
9	DN	Documento Nuevo	KPALAVICINI	12.05.2017	10:17:43			



**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
BLISTER ULHMANN B1330/1440217-N°2**

FECHA DE EMISIÓN: 2017-05-05

FECHA DE VIGENCIA: 2017-05-19

FECHA DE VENCIMIENTO: 2020-05-19

PAGINA 170 DE 183

**POE20000000857/POEIM91  
ANEXO 1-1**

**LISTA DE REPUESTOS UTILIZADOS DURANTE EL AÑO EN LAS INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parte</b>
Rodillo entintador (Rodillo de Anilex)	1	230-37-00-011
Rodamientos de mecanismo entintador	2	6002 RSR (199-00-55-053)
Piñón de transmisión	1	230-37-00-010
Cojinete del piñón	1	199-00-59-008
Junta del entintador izquierdo	4	230-35-00-011
Junta del entintador derecho	4	230-35-00-012
Electroválvula del obturador	2	199-06-10-060
Reguladores de caudal	4	199-06-02-262
Actuador neumático del obturador	2	199-06-20-057
Lámpara UV	2	199-10-02-051
Reflector	1	236-41-01-009B
Cojinete del Piñón intermedio	1	199-00-55-168
Piñón intermedio	1	230-30-00-022
Solución HAPA	---	370738006
Grasa Castrol Optimol Paste White T	---	(Pendiente)
Grasa Castrol Obeen FS 2	---	(Pendiente)
Grasa en Spray grado alimenticio LUBE FOOD para cadena	---	3755030345

**TERMINA POE**