



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRÁCTICA PROFESIONAL

IMPLEMENTACIÓN DE KPI DE MANTENIMIENTO EN GILDAN HOSIERY FACTORY

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21311019 NELSON FELIPE VALLADARES CANTARERO

ASESOR:

ING. JAVIER VILLANUEVA

CAMPUS SAN PEDRO SULA;

MAYO, 2018

AUTORIZACIÓN

RESUMEN EJECUTIVO

Gildan Hosiery Factory Rio Nance es una empresa dedicada a la elaboración de prendas básicas de vestir para toda la familia, y de calcetines Verticalmente integradas. La práctica profesional consiste en desempeñar el cargo de superior en el área de mantenimiento de la planta, dicho cargo consiste supervisar y dirigir el mantenimiento correctivo y preventivo en las distintas maquinarias de la empresa con el equipo técnico del departamento, como supervisor de mantenimiento fue crucial saber cómo distribuir el personal técnico para cumplir con las distintas actividades en la empresa ya que la planta se encuentra en crecimiento, lo que supone una mayor carga para el departamento de mantenimiento ya que aumenta la cantidad de maquinaria a la cual se debe dar mantenimiento.

Adicionalmente como supervisor en el área de mantenimiento se tiene la responsabilidad de llevar un control de registro para cada mantenimiento realizado, y se es responsable de la creación y mejora de las rutinas de mantenimiento para cada máquina, por lo que fue crucial la implementación de un sistema de mantenimiento que facilitara el manejo y registro de los documentos, de esta manera mejorar el rendimiento y registro de los mantenimientos realizados en la planta.

Como practicante en el área de mantenimiento de Gildan Hosiery Factory fui responsable de la creación del sistema para la gestión de las rutinas de mantenimiento, la implementación de Key Performance Indicators así como también del diseño de un sistema de lavado de filtros para las teñidoras Tonello.

ÍNDICES

I.	Introducción.....	1
II.	Generalidades de la Empresa.....	2
2.1	Descripción de la empresa	2
2.2	Descripción del departamento	2
2.3	Objetivos.....	2
2.3.1	Objetivo General	2
2.3.2	Objetivos Específicos	2
III.	Marco Teórico	3
3.1	Mantenimiento	3
3.1.1	Tipos de Mantenimiento.....	4
3.2	RCM.....	7
3.2.1	Fases del RCM	8
3.2.2	Estructura del RCM	10
3.2.3	Ventajas del RCM.....	11
3.3	TPM	13
3.3.1	Etapas del TPM	14
3.4	Indicadores de Rendimiento.....	15
3.4.1	Características de los indicadores de Rendimiento.....	17
3.4.2	Tiempo Medio Entre Fallas y Tiempo Medio Para Reparar	18
3.4.3	Mantenibilidad	18
3.5	Base de Datos.....	20
3.5.1	Etapas de diseño de un sistema de bases de datos	21
3.5.2	Almacenamiento de la Información	22
3.5.3	Sistema de Archivos	23
3.6	Proceso de Teñido	24
3.6.1	Color Y Colorantes	26
3.6.2	Clasificación de los colorantes	27

IV Metodología	28
4.1.1 Variables Independientes	28
4.1.2 Variables Dependientes.....	28
4.2 Población y Muestra	28
4.3 Enfoque y Métodos	29
4.4 Fuentes de Información	30
4.5 Cronograma de Actividades	30
V. Descripción del trabajo desarrollado	31
VI. Conclusiones	34
VIII. Recomendaciones	35
Bibliografía	36
Anexos.....	38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mantenimiento preventivo	3
Ilustración 2 Análisis Termo grafico.....	4
Ilustración 3 Tipos de Mantenimiento.....	5
Ilustración 4 Mantenimiento correctivo por fuga de agua	6
Ilustración 5 Análisis de vibraciones mecánicas.....	7
Ilustración 6 Pasos de RCM	9
Ilustración 7 Estructura del RCM	10
Ilustración 8 Etapas del TPM	13
Ilustración 9 Pilares del TPM	15
Ilustración 10 Ciclo del KPI	16
Ilustración 11 Indicador de Eficiencia RCM	18
Ilustración 12 Etapas de Base de Datos.....	21
Ilustración 13 Sistema de Archivos.....	23
Ilustración 14 Teñido de Tela	24
Ilustración 15 Proceso de Teñido	25
Ilustración 16 Longitud de Onda Visible	26
Ilustración 17 estructura molecular del Colorante	27
Ilustración 18 Cronograma de Actividades	30
Ilustración 19 Macro de gestión de mantenimiento	31
Ilustración 20 código de programación de macros.....	32
Ilustración 21 sistema de lavado de filtros.....	33

Ilustración 22 Filtro Tonello	38
Ilustración 23 Plan Anual de mantenimiento.....	38
Ilustración 24 Rutina de mantenimiento RCM	39

ÍNDICE DE TABLAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

I. INTRODUCCIÓN

Debido al constante crecimiento en la demanda textil del país y del extranjero, satisfacer esta demanda se ha vuelto un reto, ya que el mercado exige un producto de calidad en el menor tiempo y al precio más bajo, por estas razones son pocas las empresas que logran triunfar en el mercado textil ya que para lograr suplir la demanda, la empresa debe estar en constante crecimiento e implementar mejoras en sus procesos de producción para lograr la mayor calidad en el menor tiempo y al costo más bajo. Por razones como está la Ingeniería Mecatrónica es sumamente importante para la industria textil por ser capaz de ofrecer distintas soluciones y aplicaciones.

“La ingeniería es el arte de modelar materiales que no comprendemos completamente, en forma que no podamos analizar precisamente y soportando fuerzas que no podemos prever exactamente (...)” (Dykes, 2000).

El proceso de teñido se trata de la adición del color en las prendas crudas (Color Blanco) para su posterior empaque y envío, dicho proceso consta de dos partes: Teñido y curado. El teñido es el proceso de coloración de la tela por medio de pigmentación con químicos, estos aseguran que los pigmentos se adhieran a la tela. La segunda parte del proceso consiste en el curado del pigmento mediante un proceso de secado a 200 grados Celsius lo que asegura que la tela no pierda su color.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Gildan Hosiery Factory S. de R. L. es una planta textil dedicada a la creación de prendas básicas de vestir para toda la familia. Realiza el proceso de teñido mediante el uso de pigmentos y químicos que aportan el color y textura deseada. Este tipo de pigmentación se realiza con químicos que cambian la carga de los iones en la tela lo que asegura que los pigmentos se adhieran a esta.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de Mantenimiento de Gildan Hosiery Factory es el encargado de brindar el mantenimiento a toda la maquinaria de la planta, dicha maquinaria incluye 35 Teñidoras de la marca Tonello y 15 Secadoras de la Marca Lavatec. El departamento se hace cargo de brindar el mantenimiento correctivo y preventivo según lo programado. Así como también de llevar un registro de todos los mantenimientos realizados en la planta.

2.3 OBJETIVOS

Los objetivos sirven como una guía para la etapa de ejecución de las acciones. Son fuente de legitimidad: los objetivos justifican las actividades de todos los miembros de una empresa o un proyecto. Sirven para evaluar las acciones, la eficacia y productividad del equipo que conforma la empresa o que está a cargo del proyecto. (Diana de León, 2010)

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema que ayude a la gestión de Rutinas de mantenimiento para la maquinaria de toda la planta, así como también la implementación de KPI (Key Performance Indicators) de la maquinaria en planta.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mejorar el registro de mantenimientos del departamento mediante un sistema de control.
- Realizar y mejorar las rutinas de mantenimiento para las distintas máquinas de la planta.
- Diseñar un sistema de lavado automatizado de filtros para Teñidora Tonello.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 MANTENIMIENTO

Navarro Elola (1997) nos dice que: La experiencia nos demuestra que cualquier máquina o equipo sufre a lo largo de su vida una serie de degradaciones. Si no las evitamos, o eliminamos una vez aparecidas, el objetivo para el que se crearon no se alcanza plenamente, su rendimiento disminuye y su vida útil se reduce. Esto nos lleva a que cualquier instalación necesitará alguien que la maneje, pero también alguien para poderla reparar. Cuanto más automatizada esté la instalación menos personal de producción necesitaremos, pero, sin embargo, el número de elementos susceptibles de averiarse aumentará. Para poder obtener una tasa de utilización alta, deberemos tener un buen sistema de mantenimiento. (p. 5)

el mantenimiento aparece como un conjunto de acciones con el propósito de prolongar el funcionamiento continuo de las instalaciones, reducir costes, alargar la vida útil de cualquier equipo haciendo más rentable su inversión, contribuir a la fabricación de un producto de mayor calidad, evitar cualquier pérdida, etc.



Ilustración 1 Mantenimiento preventivo

Fuente: Infopl.net

3.1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

La ingeniería del mantenimiento es la parte de la ingeniería dedicada al estudio y desarrollo de técnicas que faciliten o mejoren el mantenimiento de una instalación, que puede ser una planta industrial, un edificio, una infraestructura, etc. La gestión del mantenimiento de una instalación afecta a los cuatro objetivos básicos del mantenimiento, que son la disponibilidad, la fiabilidad, la vida útil y el coste de explotación a lo largo de toda su vida.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

El Servicio de Mantenimiento se ocupa de garantizar la buena conservación y adecuado funcionamiento de los edificios e instalaciones, así como de servir de apoyo técnico a los eventos extraordinarios (congresos, reuniones científicas, etc) que se celebren. Existen operarios cualificados en distintas especialidades (electricidad, electrónica, calefacción, fontanería, carpintería, albañilería, pintura, etc).



Ilustración 2 Análisis Termo grafico

En la industria textil podemos encontrarnos con muchas averías en las maquinas ocasionadas por un sin número de factores que las provoquen, dichas averías las definimos como un fallo que impide que la instalación mantenga el nivel productivo. Esta idea debemos ampliarla a los fallos que ocasionan falta de calidad del producto, falta de seguridad, pérdidas energéticas y contaminación ambiental. Todo esto puede ser evitado con la implantación de un mantenimiento adecuado, por lo que es importante saber los tipos de mantenimiento:

Mantenimiento de conservación:

Está destinado a compensar el deterioro de equipos sufrido por el uso, de acuerdo a las condiciones físicas y químicas a las que fue sometido. En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:

- A) Mantenimiento correctivo: Es el encargado de corregir fallas o averías observadas.
- B) Mantenimiento preventivo: Dicho mantenimiento está destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por algún deterioro.

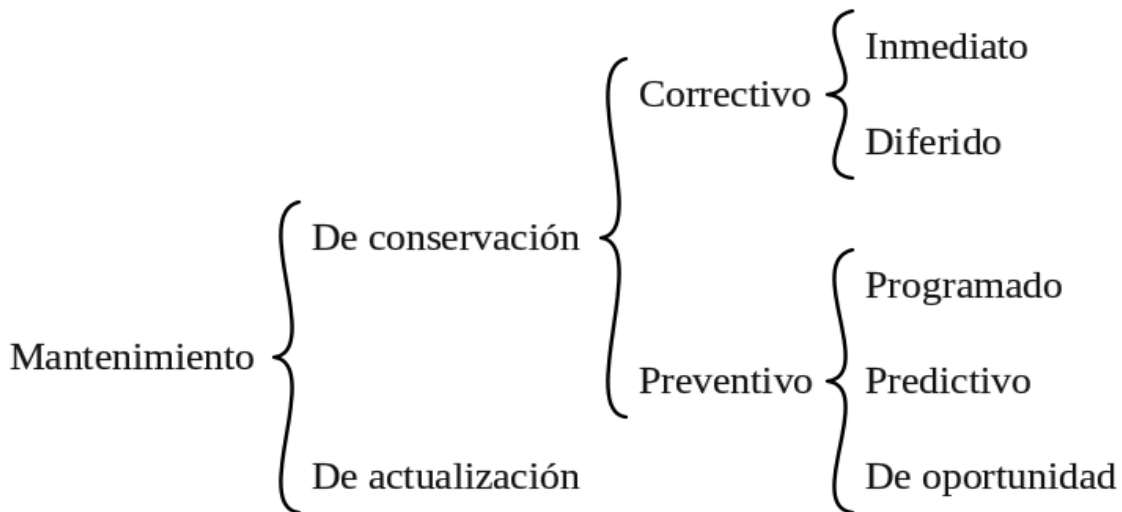


Ilustración 3 Tipos de Mantenimiento

Fuente: emprender-facil.com

Mantenimiento de actualización:

Tiene como propósito compensar la obsolescencia tecnológica o las nuevas exigencias que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad sí deben serlo.

Se denomina mantenimiento correctivo: aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

García Garrido (2009) nos dice: El mantenimiento era básicamente correctivo y el operario era el responsable de solucionarlo porque era quien más conocía los equipos, el que más familiarizado estaba con ellos. No cabe duda de que fueron los precursores del TPM o mantenimiento productivo total que mucho más tarde se desarrollaría en Japón y se exportaría al resto del mundo, y en el que el operador de la máquina juega un papel fundamental en su mantenimiento. (p. 3)

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues puede implicar el cambio de algunas piezas del equipo en caso de ser necesario.



Ilustración 4 Mantenimiento correctivo por fuga de agua

Fuente: hidrocapital.com

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados. Este mantenimiento persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.



Ilustración 5 Análisis de vibraciones mecánicas

Fuente: sica.com

3.2 RCM

RCM o Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas.

RCM es el eje central y se apoya en TPM para su desarrollo. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos (García Garrido, 2009, p. 5)

Cuando se habla de RCM o de la implementación de RCM se tiende a pensar en una metodología compleja, farragosa y de difícil aplicación. Nada más lejos de la realidad: con pocos recursos, pero con un buen conocimiento de la instalación y algo de tiempo se puede desarrollar esta metodología y beneficiarse de sus excelentes resultados, espectaculares en algunos casos. En el mundo de la aviación, por ejemplo, el plan de mantenimiento se diseña aplicando RCM, y a nadie se le escapa que para el número de horas de vuelo que acumula la aviación mundial se reportan muy pocos accidentes.

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento. El análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados.

3.2.1 FASES DEL RCM

La metodología en la que se basa RCM supone ir completando una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen la planta, a saber:

- Fase 0: Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.
- Fase 1: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Listado de funciones del sistema en su conjunto. Listado de funciones de cada subsistema y de cada equipo significativo integrado en cada subsistema.
- Fase 2: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos
- Fase 3: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior
- Fase 4: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias
- Fase 5: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

- Fase 6: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías. Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento
- Fase 7: Puesta en marcha de las medidas preventivas

El mantenimiento centrado en fiabilidad se basa en el análisis de fallos, tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de evitar con determinadas acciones preventivas como por último aquellos que tienen cierta probabilidad de ocurrir y pueden tener consecuencias graves.

El mantenimiento del resto de los equipos se elabora atendiendo a las recomendaciones de los fabricantes y a la experiencia de los técnicos y responsables de mantenimiento. En el mejor de los casos, sólo se estudian sus fallos y sus formas de prevenirlos después de que éstos se produzcan, cuando se analizan las averías sufridas en la instalación, y se hace poca cosa por adelantarse a ellas.

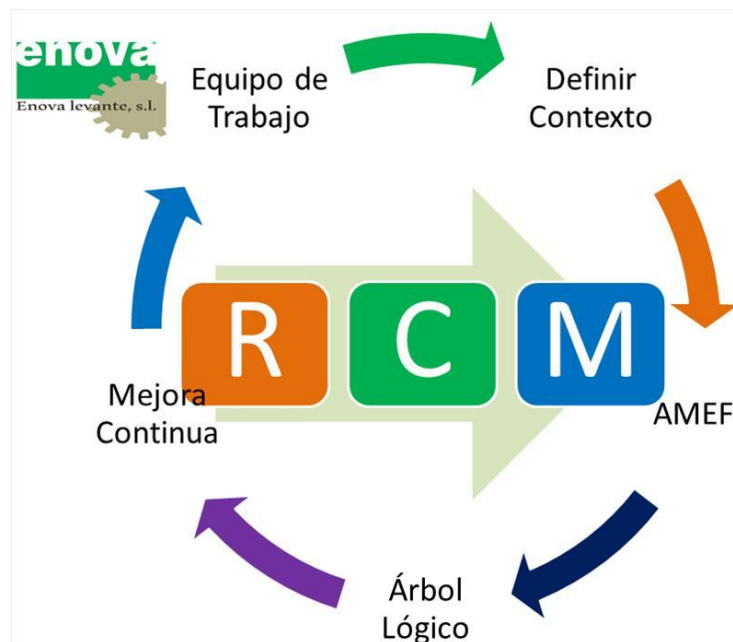


Ilustración 6 Pasos de RCM

Fuente: enovalevante.es

3.2.2 ESTRUCTURA DEL RCM

El Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM va más allá. Tras el estudio de fallos, no sólo obtenemos un plan de mantenimiento que trata de evitar los fallos potenciales y previsibles, sino que además aporta información valiosa para elaborar o modificar el plan de formación, el manual de operación y el manual de mantenimiento



Fuente:

Ilustración 7 Estructura del RCM

rcm3.org

Romero Gonzales (2012) nos dice: La organización del mantenimiento engloba ciertas actividades necesarias para su consecución. Entre ellas se pueden destacar el planeamiento de las acciones propias de mantenimiento a largo y corto plazo.(p. 225)

3.2.3 VENTAJAS DEL RCM

El análisis de una instalación, basándose en la metodología de RCM3 y la aplicación práctica de las medidas preventivas y paliativas que emanan de este riguroso estudio, tiene una serie de ventajas sobre otras formas de abordar el mantenimiento de una instalación y de evitar las averías y sus daños colaterales. Estas ventajas tienen mucho que ver con el rigor con el que se realiza el estudio y con el hecho de que se trata de un plan de mantenimiento que considera no solo los equipos, sino la instalación como un todo que va más allá de una simple suma de equipos. A la vez presenta algunos inconvenientes que es necesario conocer antes de comenzar una posible implantación.

La mejora de la seguridad

La primera de estas ventajas es la mejora que se produce en la seguridad de la planta, es decir, en la prevención de los riesgos derivados del trabajo. Al identificar, categorizar y tratar de evitar todos los fallos potenciales de la instalación con posibilidades de causar daños a las personas implícitamente se está trabajando de forma efectiva en la prevención de riesgos, de una manera realmente eficaz y detallada. RCM no puede sustituir a la evaluación de riesgos de una instalación, pero puede complementar indudablemente ésta.

El aumento de la producción

La tercera de las ventajas es la mejora en los datos de producción. Las plantas industriales cuyos fallos han sido estudiados y en las que se han implementado las medidas necesarias para evitarlos, acordes con la importancia de éstos, tienen producciones mayores que aquellas en las que la base del mantenimiento es mucho menos rigurosa. Cuando se habla de producción debe entenderse que la mejora no solo es relativa a la calidad, sino también a la calidad del producto, entendiendo esta calidad como la identificación y la adopción de medidas para evitar que un producto no alcance sus especificaciones.

El aumento de fiabilidad de la instalación

Una parada no programada con anterioridad, un fallo que afecte a la seguridad, al medio ambiente, o a la planificación de la producción. Ese aumento de la fiabilidad, que auguraban los precursores de RCM, fue precisamente la razón por la que las centrales nucleares se interesaron por esta técnica, al margen de que el mundo nuclear buscara mantener altos estándares de fiabilidad a un coste menor.

El aumento en el conocimiento de la instalación

Otra de las indudables ventajas de la aplicación de RCM3 es la mejora que se produce en el conocimiento de las instalaciones. Todos los técnicos que han estudiado una instalación desde el punto de vista de RCM3 aseguran que el conocimiento que han adquirido sobre la instalación y su funcionamiento durante el estudio realizado ha sido mucho mayor que la realización del mejor de los cursos de formación.

La disminución de la dependencia de los fabricantes

La consecuencia directa del mejor conocimiento de la instalación es indudablemente que este conocimiento contribuye a disminuir la dependencia técnica de los fabricantes, a entender mejor sus instrucciones, a estar en capacidad para discutir instrucciones erróneas o perjudiciales para la instalación, a discutir los planes de mantenimiento que proponen e incluso a entender mejor sus informes y las actuaciones que realizan durante revisiones o reparaciones.

Nº	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	Nº	CAUSA
1	Transferir agua desde tanque "A" hasta tanque "B" a no menos de 800 Lts/min.	A	No transfiere nada de Agua	1	Falla de Rodamiento
				2	Impeler trabado
				3	Falla Acople
				4	Falla de motor
				5	Válvula trabada
		B	Transfiere menos de 800 Lts/Min	1	Impeler desgastado
				2	Succión parcialmente Bloqueada
				3	Etc...

Tabla 1 Cuadro de Falla RCM

Fuente: Dialnet

3.3 TPM

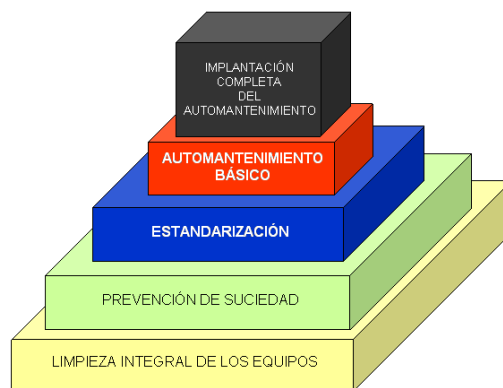
Lefcovich y Mauricio (2009) nos dicen: "El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM. "

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción "Just in Time", la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Estas grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Sánchez, Rozo (2007) nos dice: Podríamos definir mantenimiento total productivo TPM como un sistema de gerencia de mantenimiento, que busca la de producción, involucrando a todo el personal de la empresa. Mejora continua de la maquinaria y el logro del 100% de eficiencia del proceso. (p. 10)



Fuente: leanroots.com

Ilustración 8 Etapas del TPM

Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas. Siendo la primera de ellas el Mantenimiento de Reparaciones (o Reactivo), el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y, una vez ejecutada la reparación todo quedaba allí.

Dounce Villanueva (2014) afirma: "El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC)" (p. 7)

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

3.3.1 ETAPAS DEL TPM

1. Limpieza integral de los equipos.

Al igual que en las 5S, esta limpieza integral pretende sobre todo sacar los problemas a la superficie, de modo que puedan resolverse. La idea es dejar los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento. Posteriormente se trabajará en cómo mantener las mejoras conseguidas.

2. Medidas preventivas para el sostenimiento de las condiciones de limpieza.

Esta etapa vendría a coincidir con la conclusión de las 5S: Sostener. A partir de este momento, y hasta el final, la colaboración de los supervisores o líderes de equipo es fundamental.

3. Estandarización.

Se definen cuáles van a ser las tareas básicas de mantenimiento a realizar periódicamente. También se inicia un registro continuo de desviaciones.

4. Asunción de responsabilidad del operario sobre la disponibilidad de sus equipos.

Formación del personal para las actividades de auto mantenimiento, inspección y mantenimiento correctivo limitado. El operario asume la responsabilidad sobre la disponibilidad de sus equipos.

5. Auto mantenimiento.

Implantación completa del auto mantenimiento, inspección y mantenimiento correctivo limitado.

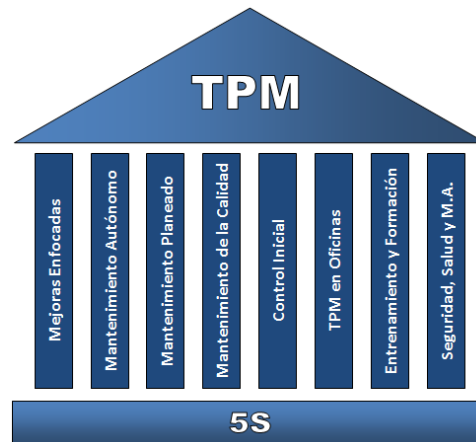


Ilustración 9 Pilares del TPM

Fuente: blogspot.com

3.4 INDICADORES DE RENDIMIENTO

Un Indicador de rendimiento clave (KPI) es un valor mensurable que demuestra la eficacia con que una empresa está logrando los objetivos comerciales clave. Las organizaciones usan KPI para evaluar su éxito en alcanzar los objetivos. Un KPI se diseña para mostrar cómo es el progreso en un proceso o producto en concreto, por lo que es un indicador de rendimiento. Existen KPI para diversas áreas de una empresa: compras, logística, ventas, servicio al cliente, etc. Las grandes compañías disponen de KPI que muestran si las acciones desarrolladas están dando sus frutos o, si, por el contrario, no se progresa como se esperaba.

Los indicadores clave de desempeño son mediciones financieras o no financieras utilizadas para cuantificar el grado de cumplimiento de los objetivos; reflejan el rendimiento de una organización y generalmente se recogen en su plan estratégico. Estos KPI se utilizan en inteligencia de negocios para reflejar el estado actual de un negocio y definir una línea de acción futura. (Pimenta da Gama & Martínez Ruiz, 2014, p. 55)

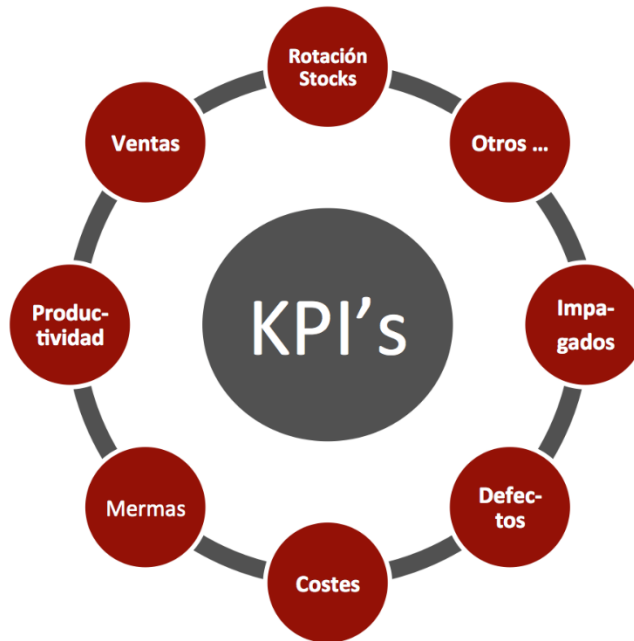


Ilustración 10 Ciclo del KPI

Fuente: proyectainnovacion.com

Los KPIs se organizan en un "cuadro de mando" donde se recogen los más importantes, sobre la base de los objetivos de la empresa, y se esquematizan de un modo claro. Es importante escoger los indicadores correctos y que no sean incompletos ya que los resultados se podrían ver afectados o no se alcanzarían los objetivos.

Los KPI tienen como objetivos principales: medir el nivel de servicio, realizar un diagnóstico de la situación y monitorizar y controlar, a modo de cuadro de mando, aquellos procesos clave e importantes para la empresa. Los valores de los indicadores están directamente relacionados con los objetivos y metas fijados de antemano. Normalmente se expresa en porcentaje, siendo medidas de productividad, mermas, tiempo de ciclo, etc.

3.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO

Mora García (2012) afirma: La definición de KPIs es fundamental en el mundo del Marketing Online donde a veces se plantean objetivos tan etéreos como "aumentar la reputación online de la empresa" o "mejorar el engagement de los contenidos de una web".(p. 33)

Medibles

Por definición un KPI debe poderse medir.

Alcanzables

Los objetivos que nos plantearemos a la hora de establecer nuestros KPIs tienen que ser creíbles.

Relevantes

En ocasiones el exceso de información puede ser un problema y tenemos decenas de KPIs donde elegir, pero solo unos pocos nos dan información de interés.

Disponibles a tiempo

Los KPIs deben ajustarse a unos plazos de tiempo razonables. Por ejemplo, si mi objetivo es aumentar las ventas en un 20 % en el primer trimestre del año no puedo usar como KPI el número de ventas anuales.

Los KPI's pueden ser muy específicos y medir una sola actividad, o muy generales y registrar el desempeño total de una planta; pueden ser elementales o de apoyo, calculados en forma simple o compleja. Los KPI's deben seguir lineamientos básicos para asegurar la confiabilidad de sus resultados.(Hernández Barrueco, 2016, p. 124)

La eficacia de un departamento de mantenimiento se mide por la cantidad de tareas que pueda realizar preventivamente en relación a las que realiza correctivamente, es decir cuando ya ha ocurrido un incidente. Dependerá de la habilidad y conocimiento del conductor del departamento para realizar una completa planificación y una rigurosa ejecución de la prevención.

3.4.2 TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS Y TIEMPO MEDIO PARA REPARAR

El "Tiempo Medio Entre Fallas" (MTBF) es literalmente el promedio de tiempo transcurrido entre una falla y la siguiente. Usualmente la gente lo considera como el tiempo promedio que algo funciona hasta que falla y necesita ser reparado (otra vez).

El "Tiempo Medio Para Reparar" (MTTR) es el tiempo promedio que toma reparar algo después de una falla.

Para algo que no puede ser reparado, el término correcto es "Tiempo Medio Para Falla" (MTTF). Algunos definirían el MTBF –para aparatos capaces de reparación- como la suma de MTTF más MTTR. (MTBF = MTTF + MTTR). En otras palabras, el tiempo medio entre fallas es el tiempo de una falla a otra. Esta distinción es importante si el tiempo de reparación (MTTR) es una fracción significativa del MTTF.

$$\text{Indicador Eficiencia RCM} = \frac{\text{Número de Fallos Repetidos}}{\text{Número de Fallos Totales}}$$

Ilustración 11 Indicador de Eficiencia RCM

Fuente: ingenieriamantenimiento.org

3.4.3 MANTENIBILIDAD

Cuando se produce un fallo en un equipo, se necesita un tiempo para detectar en qué componente se ha producido y para repararlo o sustituirlo por uno nuevo a fin de dejar el equipo en condiciones de funcionamiento. Se define como mantenibilidad, la probabilidad de que un equipo que ha tenido un fallo sea puesto de nuevo en funcionamiento, mediante la aplicación de ciertas acciones, dentro de un tiempo t que se conoce como tiempo de restauración.

La mantenibilidad, por tanto, no está asociada únicamente a las características técnicas de la instalación sino también a las capacidades, experiencias y medios técnicos de los equipos de trabajo, por lo que los valores de mantenibilidad obtenidos con distintos equipos de trabajo pueden ser diferentes, al no ser iguales las capacidades y experiencias de sus miembros, como tampoco necesariamente las herramientas o útiles específicos empleados por cada uno de ellos.(Arques Patón, 2010, p. 45)

La mantenibilidad se representa por $M(t)$ y se expresa por la ecuación:

$$M(t) = \int_0^t g(t)dt$$

Ecuación 1 Formula de Mantenibilidad

Fuente: ebookCentral

en la que $g(t)$ es la función densidad de probabilidad de los tiempos de restauración y representa la probabilidad de que un sistema averiado esté reparado en el instante t , sabiendo que se inició la acción de restauración en el instante $t = 0$.

Al igual que se estableció para la fiabilidad, llamaremos tasa de restauración a la probabilidad condicional de completar la acción de mantenimiento correctivo durante el intervalo de tiempo $(t, t + dt)$, suponiendo que la acción comenzada en el instante $t = 0$ no se haya completado antes del tiempo t . Se representa por $\mu(t)$ y vale:

$$M(t) = 1 - e^{-u(t).t}$$

Lo que confirma que la mantenibilidad $M(t)$ es una función creciente con el tiempo t de manera análoga a la función $F(t)$. Si se conoce la expresión matemática de la función $g(t)$, podremos calcular la media de sus valores mediante la expresión:

$$M(t) = \int_0^{\infty} g(t)dt = MTTR$$

3.5 BASE DE DATOS

La información en la sociedad red es un recurso fundamental de decisión que impacta las acciones en los contextos sociales, políticos y económicos de los países. La toma de decisiones acertadas en las organizaciones se fundamenta en informaciones almacenadas que cumplan las características de estar estandarizadas, actualizadas y con disponibilidad inmediata para los usuarios de la empresa. Las características mencionadas en las unidades de información de las empresas, en el marco de un paradigma informacional soportado por la red y al servicio de la sociedad del conocimiento, implican la organización de los datos en sistemas estructurados en bases de datos que operando en red permitan a las organizaciones ser competitivas en sus negocios con una visión global.

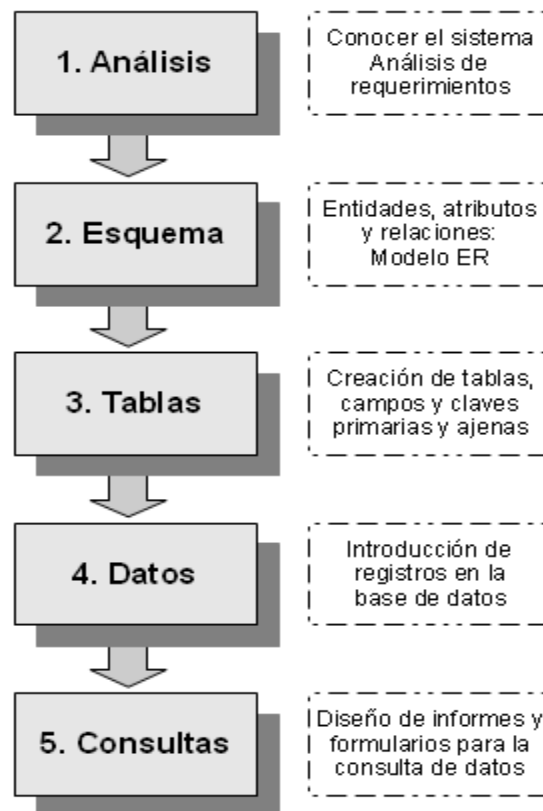
Capacho Portilla (2017) nos dice: "Los sistemas de información en bases de datos, más de permitir el cumplimiento de las características mencionadas, cumplen con la escalabilidad y la portabilidad en las condiciones cambiantes que deben cumplir las organizaciones en su dinámica al tener que adaptarse a nuevos sistemas productivos, flujos de información e informes y reportes dinámicos derivados de la base de datos".(p. 1)

Las bases de datos son repositorios que almacenan informaciones de carácter estructurado o no estructurado con sus contenidos tanto sintácticos como semánticos; contenidos cuya esencia constituyen las unidades de conocimiento de las cuales se sirven los países y los ciudadanos que pertenecen a una nación o Estado. Por lo tanto, es de la mayor importancia el conocimiento relacionado con las fases de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de un sistema de bases de datos. El conocimiento mencionado según los lineamientos internacionales de la ACM / IEEE - CS corresponde al área del saber que en la Ciencia de la Computación recibe el nombre de Information Management o Administración de la Información.

3.5.1 ETAPAS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE BASES DE DATOS

La creación de una base de datos de soporte a la operación de un sistema informático está estructurada en los siguientes pasos metodológicos: Planificación del desarrollo del sistema informático. Diseño Conceptual (Lógico) de la base de datos.

- i) Analizar del contexto del sistema en bases de datos.
- ii) Identificar las entidades del sistema.
- iii) Asociar valores semánticos a las componentes del contexto.
- iv) Agrupar las componentes del contexto.
- v) Diseñar los atributos de las Entidades y Relaciones.
- vi) Seleccionar las claves primarias y foráneas de las entidades/relaciones de la base de datos.



Fuente: Esferatic

Ilustración 12 Etapas de Base de Datos

3.5.2 ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Todas las aplicaciones informáticas trabajan en última instancia con datos o información que deben ser almacenados en un medio físico, como discos duros, memorias flash o DVD. Estos medios forman una jerarquía que distingue entre tres niveles de almacenamiento: primario, secundario e intermedio.(Hueso Ibañez, 2014, p. 12)

Almacenamiento primario

Se refiere a aquellos medios sobre los que la CPU del ordenador puede acceder directamente y, por tanto, más rápidamente. Son la memoria principal o memoria RAM y las memorias caché de primer y segundo nivel, más pequeñas, pero más rápidas.

Almacenamiento secundario

Se refiere a dispositivos más lentos, pero de mayor capacidad, como los discos ópticos y magnéticos o las cintas. Para acceder a los datos la CPU debe copiarlos previamente en el almacenamiento primario. El almacenamiento secundario de más amplio uso es el disco, aunque las cintas se usan sobre todo para copias de seguridad por su estabilidad, capacidad y durabilidad. En un disco duro normalmente se agrupan varios discos ópticos, cada uno de los cuales se divide en pistas o círculos concéntricos. En ellas se almacena la información. La agrupación de pistas de todos los discos se denomina cilindro. Es importante que los datos a los que se suelen acceder simultáneamente estén en el mismo cilindro ya que se leen con mayor rapidez.

Almacenamiento intermedio

Cuando se necesita transferir varios bloques de disco a memoria principal y se conocen todas las direcciones de bloque es posible reservar varias áreas de almacenamiento intermedio o buffers dentro de la memoria principal para agilizar la transferencia.

3.5.3 SISTEMA DE ARCHIVOS

Registros

La información se almacena en forma de registros, que son colecciones de valores o elementos de información relacionados, cada uno de los cuales corresponde a un campo del registro. Por ejemplo, un registro de alumno incluiría campos como el nombre, fecha de nacimiento o teléfono, cuyos valores para cada alumno forman cada registro. A su vez, cada campo tiene un tipo de dato que especifica el tipo de valores que puede tomar.

Archivos

Podemos definir un fichero informático como un conjunto de registros, grabados sobre un soporte que pueda ser leído por el ordenador. Estos registros pueden tener longitud fija si todos los registros son iguales en tamaño, o variable si los registros son de distinto tipo o si, aun siendo iguales en formato tienen campos de tamaño variable u opcionales

Los ficheros son importantes porque son la unidad básica de información utilizada por cualquier programa, incluidos los sistemas gestores de bases de datos. Todos los datos son, en última instancia gestionados mediante ficheros mediante cuatro operaciones básicas: consulta o lectura, inserción, modificación y borrado. Cualquier operación más compleja (como búsqueda, ordenación, etc.) es combinación de dos o más operaciones básicas. (Torres Remon, 2009, p. 57)

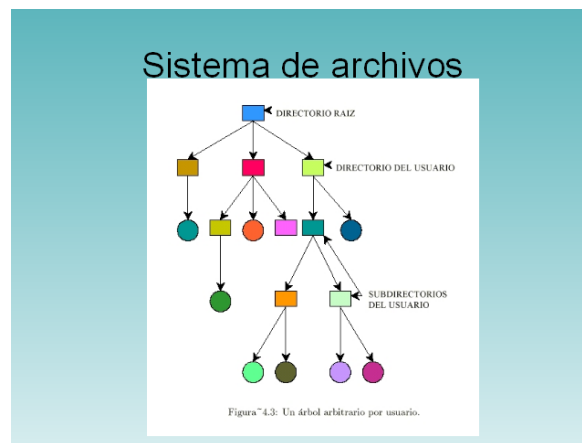


Ilustración 13 Sistema de Archivos

Fuente: blogspot.com

3.6 PROCESO DE TEÑIDO

Para que se produzca el teñido es necesario que el colorante se una químicamente a la fibra. De ahí la importancia de conocer la relación entre la composición química de la fibra y la del colorante. Un verdadero colorante se adsorbe sobre la fibra, pero un pigmento no. Los sustituyentes polares (como $-SO_3H$ y $-OH$) juegan un papel primordial al fijar la molécula del colorante sobre la superficie de una fibra también polar por enlaces de hidrógeno. (Esteban Santos, 2008, p. 48)

El teñido de la tela es una de las fases más complejas del proceso productivo pues en ella intervienen una gran diversidad de colorantes y agentes auxiliares de teñido. Se entiende por acabado de un tejido, el tratamiento que recibe según el uso final a que vaya ser destinado, y siempre para mejorar su aspecto y calidad. Es un proceso que requiere el uso no solamente de colorantes y químicos, sino también de varios productos especiales conocidos como auxiliares de teñido. Estos materiales incrementan las propiedades de los productos terminados y mejoran la calidad del teñido, la suavidad, la firmeza, la textura, estabilidad dimensional, resistencia a la luz, al lavado, etc.

El proceso de teñido de telas comienza por preparar la tela para el teñido, y el primer paso es el descruce para sacar los aceites que se usaron para tejer.



Ilustración 14 Teñido de Tela

Fuente: tintoreriamaldonado

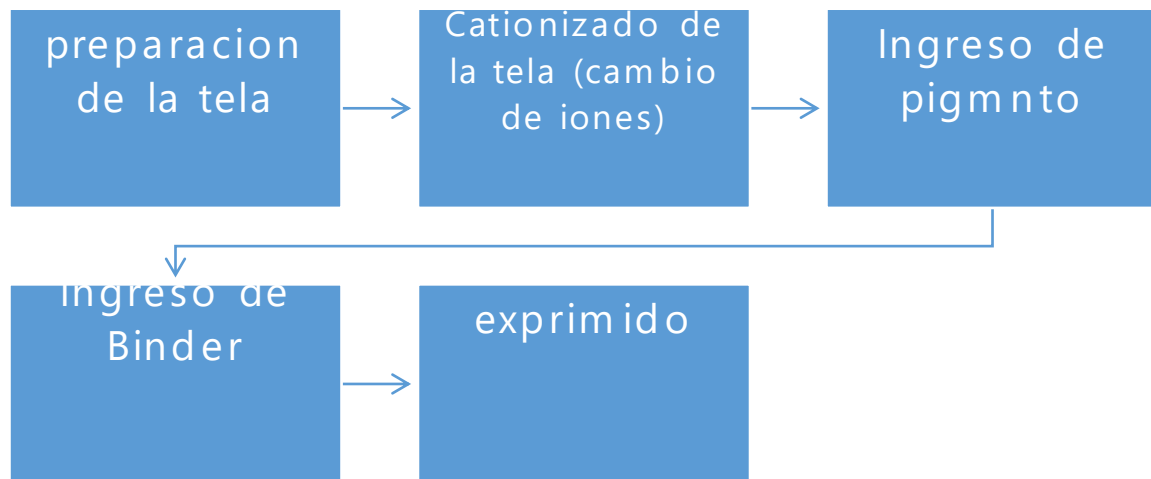


Ilustración 15 Proceso de Teñido

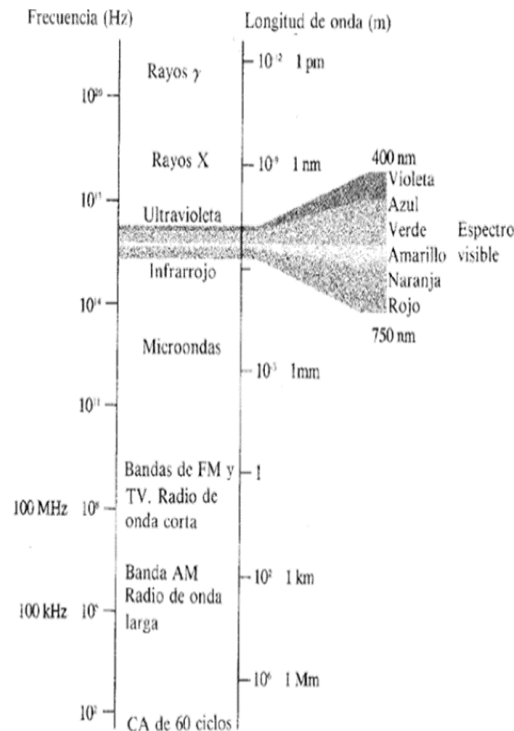
Fuente: Elaboración Propia

- Acabados generales: son aquellos a los que se someten los tejidos para obtener un determinado aspecto (limpieza, cepillado, secado, etc.)
- Acabados con efecto de superficie: son aquellos que modifican la apariencia y el tacto de los tejidos originando uno nuevo. Suelen hacerse mediante procesos mecánicos o químicos (laminado, arrugado, etc.)
- Acabados químicos: son aquellos que se dan a los artículos para mejorar su calidad y rendimiento, aunque su aspecto no cambie (antideslizante, antipilling, antiestático, anti moho)
- El estampado consiste en la realización de diseños en distintos colores sobre la materia textil. El colorante se aplica localmente hasta formar el diseño.

3.6.1 COLOR Y COLORANTES

Las sustancias coloreadas son las que absorben luz en la región visible del espectro (380 a 750 nm). Una sustancia presenta el color complementario del que absorbe ya que este se resta de la luz reflejada o transmitida. Las sustancias que no absorben luz visible son blancas o incoloras, y las que absorben todas las longitudes de onda son negras. Si la banda de absorción es aguda el color es brillante, mientras que una banda ancha y difusa da lugar a un color opaco.

Un colorante es una sustancia capaz de teñir fibras vegetales y animales. Los colorantes se han usado desde los tiempos más remotos, empleándose para ello diversas materias procedentes de vegetales, animales, así como de distintos minerales. Es una sustancia capaz de absorber y/o expulsar radiación electromagnética en un rango de longitud visible, es decir, una especie química portadora de color. Son sustancias que se fijan en otras sustancias y las dotan de color de manera estable ante factores físicos o químicos como la luz y agentes oxidantes.



Fuente: eii.uva

Ilustración 16 Longitud de Onda Visible

3.6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES

Para la clasificación de los colorantes tenemos varios criterios de clasificación:

El primer criterio de clasificación de los colorantes se basa en su aplicación a la fibra. Resulta el más importante para el tintorero, puesto que le interesa sobre todo la reacción de los colorantes frente a la fibra que intenta teñir, los colorantes se dividen así en:

- colorantes directos o sustantivos: que se fijan químicamente a la fibra sin la ayuda de cualquier otra sustancia.
- colorantes adjetivos o con mordiente: que requieren la presencia de esa otra sustancia o mordiente para fijarse al tejido de forma permanente y evitar el debilitamiento del color por lavado o por acción de la luz.

El segundo criterio se basa en el concepto de acidez o basicidad. Así, hay colorantes ácidos, que son nitrofenoles o compuestos con grupos ácidos carboxílicos o sulfónicos, y tiñen directamente las fibras animales, pero no las vegetales, por lo que se suelen aplicar a la lana y la seda.

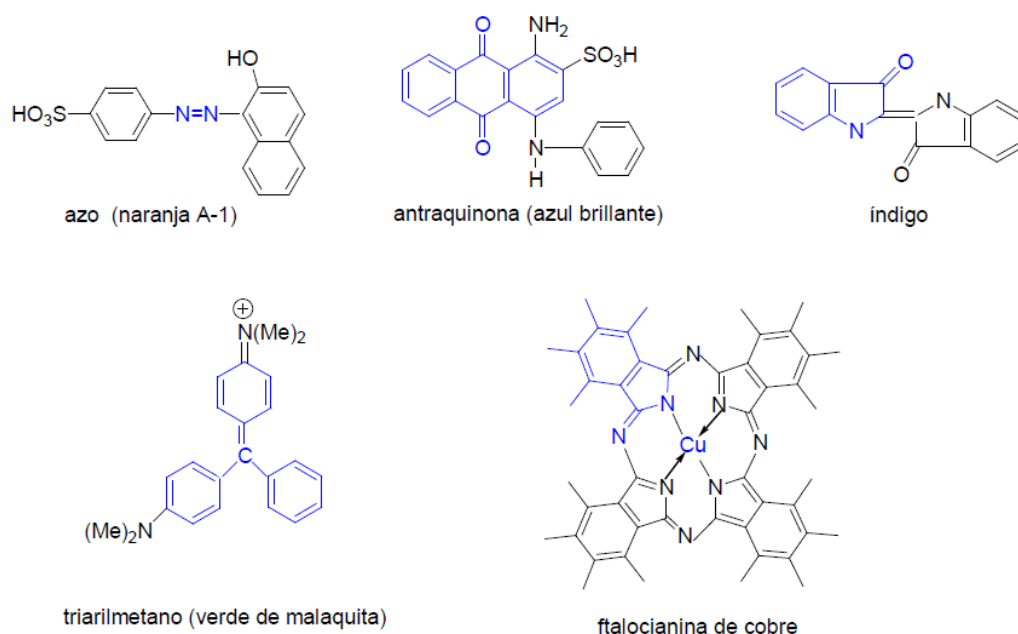


Ilustración 17 estructura molecular del Colorante

Fuente: Química orgánica Industrial

IV METODOLOGÍA

4.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis.

Tena Suck & Turnbull Plaza (2001) Afirma: "La palabra 'variable' es gramaticalmente un adjetivo, no un sustantivo. Es decir, califica a algo diciéndonos que varía. Es prudente preguntarnos qué es este algo que varía. La respuesta más aceptable es que nos estamos refiriendo a características o categorías variables."

4.1.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Frecuencia de mantenimiento en la maquinaria
- Cantidad de personal para realizar los mantenimientos

4.1.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- Tiempo muerto por mantenimiento preventivo
- Tiempo muerto por mantenimiento correctivo
- Eficiencia del departamento de mantenimiento

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Mediante la investigación de campo junto a los supervisores de mantenimiento y haciendo uso de indicadores de mantenimiento en la planta, los mantenimientos más extensos son los mantenimientos mensuales, ya que estos consisten en una revisión más profunda de la máquina, al mismo tiempo el aumento de maquinaria en planta conlleva a una mayor carga para el departamento en la parte administrativa.

Población:

Como población se tomó la maquinaria de teñido en la planta, la cual consta de 35 máquinas teñidoras Tonello, a esta maquinaria se le está brindando mantenimiento mensual, quincenal y anual.

Muestra:

Como muestra se decidió tomar la maquina Tonello 14 ya que esta es una de las más grandes de la planta, a esta máquina se le monitoreo el tiempo que se necesita para realizar los mantenimientos.

4.3 ENFOQUE Y MÉTODOS

El enfoque de la investigación es un proceso sistemático, disciplinado y controlado y está directamente relacionada a los métodos de investigación que son dos: método inductivo generalmente asociado con la investigación cualitativa que consiste en ir de los casos particulares a la generalización; mientras que el método deductivo, es asociado habitualmente con la investigación cuantitativa cuya característica es ir de lo general a lo particular. («ENFOQUES CUANTITATIVO, CUALITATIVO Y MIXTO», s. f., párr. 3)

Para la parte investigativa en este proyecto, el método cuantitativo resultó ser el más apropiado, para la obtención de datos, como ser: el tiempo promedio entre los mantenimientos, la cantidad de técnicos que se necesitan para llevar a cabo las rutinas, la eficiencia del sistema de mantenimiento anterior, etc. Todo esto fue necesario para implementar una mejora en el sistema de mantenimiento.

4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

Son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. (Maria Silvestrini y Jacqueline Vargas 2008)

Se denominan fuentes de información a cualquier origen de información susceptible de ser representado mediante una señal analógica o digital. Una fuente de información se refiere a informaciones recogidas de manera consciente por individuos u organizaciones con el fin de poder controlar, monitorizar o documentar hechos relevantes para los individuos o las sociedades humanas. El objetivo es poder procesar, almacenar o transmitir la información que supone las alteraciones del medio. Así como otros diversos tipos de documentos que contienen datos útiles.

Para la implementación de mejoras al departamento de mantenimiento las principales fuentes de información fueron entrevistas con los supervisores de mantenimiento, técnicos del área de teñido y entrevista con la asistente de mantenimiento. Se hizo uso de los manuales de la maquinaria en general para la recolección de datos técnicos de la maquinaria.

4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recopilación de Datos	■	■								
investigación de procesos		■	■							
Realizar Checklist del sistema			■	■	■					
creación del listado de repuestos					■					
Creación de Macro en Excel						■	■	■	■	
elaboración de sistema de mantenimiento						■	■	■		

Ilustración 18 Cronograma de Actividades

Fuente: Elaboración Propia

V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

En el departamento de mantenimiento de Gildan Hosiery Factory RN3 el principal problema es la falta de un sistema de mantenimiento que les permita la correcta gestión y programación de estos, la principal tarea fue la de crear una macro en Excel que ayudara a la gestión de los mantenimientos preventivos para toda la maquinaria en planta, luego se implementó un sistema de KPI's para el departamento, con el cual se tenga una retroalimentación de la eficiencia de dicho departamento.

En primer lugar, se realizó un estudio del sistema anterior para comprender como se gestionaban los mantenimientos en la planta; la anterior mente la asistente de mantenimiento realizaba la impresión manual de cada una de las rutinas de mantenimiento basándose en un plan anual de mantenimiento, para corregir este problema se creó una macro en Excel cuyo trabajo consiste en escanear el plan de mantenimiento anual del departamento, luego crea una lista semanal de las máquinas y las ordena según el día y tipo de mantenimiento que le corresponda luego, la asistente selecciona que día desea imprimir y automáticamente el programa imprime las rutinas de mantenimiento según el día y el tipo de rutina.

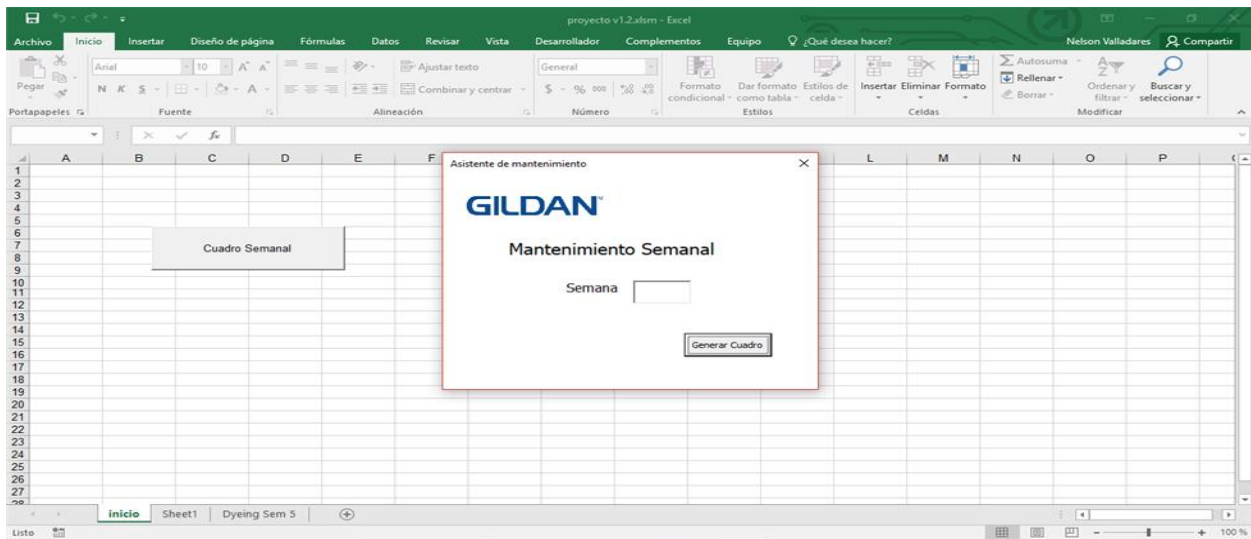


Ilustración 19 Macro de gestión de mantenimiento

Fuente: propia.

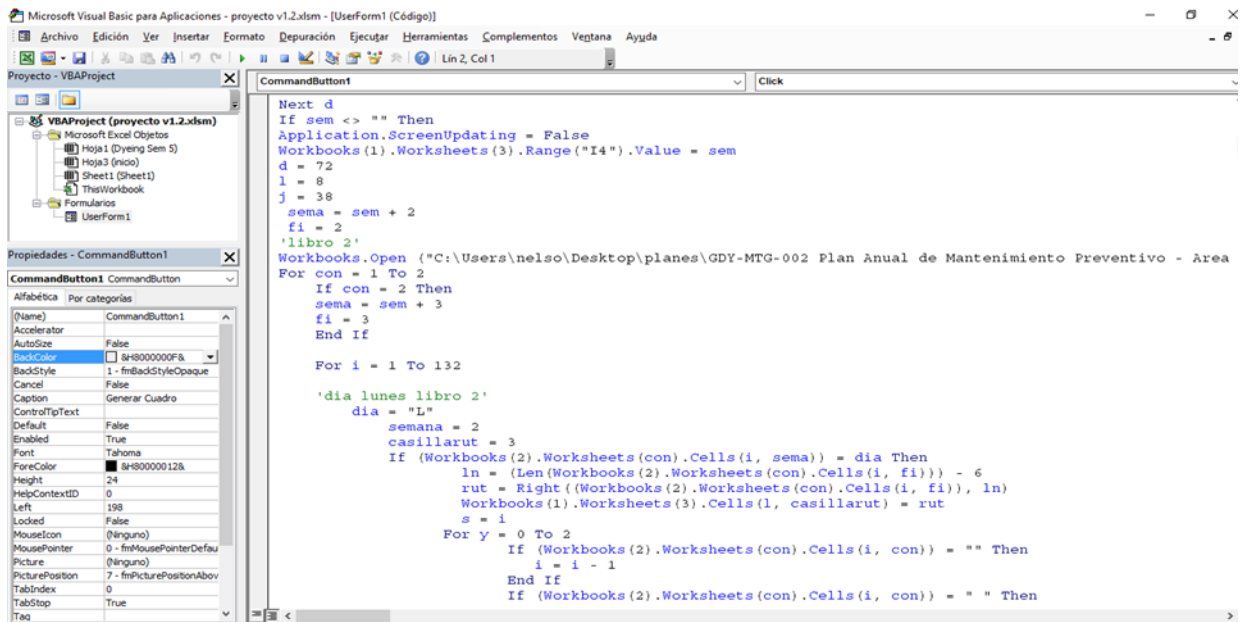


Ilustración 20 código de programación de macros

Fuente: propia.

La programación de la macro se realizó en Visual Basic mediante la opción desarrollador de Excel ya que de esta forma el archivo puede ser usado por cualquier usuario en el departamento.

Una vez realizada la macro en Excel, se procedió con la mejora de las rutinas de mantenimiento, ya que estas eran obsoletas y poco funcionales, se decidió implementar una mejora en las actividades que se realizaban en cada máquina.

Ya que estos planes se basan en el mantenimiento basado en la confiabilidad de la máquina, fue necesario realizar un estudio de la maquinaria en la planta, con el objetivo de logra comprender el funcionamiento de cada máquina y cuáles son los puntos críticos a tomar en cuenta en cada mantenimiento. Finalmente se trabajó en las mejoras de los KPI (KEY Performance Indicators), de modo que estos se actualicen de manera automática cada vez que se realizan las rutinas de mantenimiento.

Como finalización se realizó un sistema de lavado de filtros para las teñidoras Tonello, con la finalidad de automatizar el proceso de lavado de dichos filtros. El sistema consiste en un cepillo giratorio encargado de remover el tamo acumulado en el filtro, haciendo uso de agua y aire a presión, de esta manera el sistema logra remover todo el tamo en filtro y se elimina la necesidad de un operario para la limpieza continua de este.

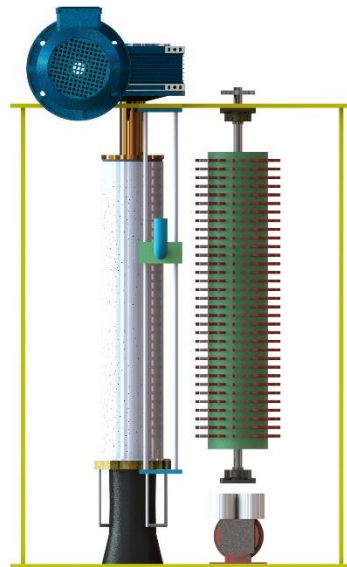


Ilustración 21 sistema de lavado de filtros

Fuente: propia

VI. CONCLUSIONES

- Se mejoró el registro de los mantenimientos preventivos realizados en la planta mediante el sistema de KPI, el cual muestra cual es la eficiencia real del departamento
- Se crearon rutinas de mantenimiento basadas en RCM para la nueva maquinaria en planta de Color Service, y se actualizaron las rutinas obsoletas de mantenimiento para la maquinaria existente.
- Se diseñó exitosamente un sistema automatizado capaz de realizar la limpieza de los filtros de las teñidoras Tonello, este modelo será utilizado para realizar el proyecto en físico.

VIII. RECOMENDACIONES

Para la empresa:

- Realizar capacitaciones al personal administrativo del departamento de mantenimiento sobre RCM y cómo aplicarlo
- Mejorar los inventarios de bodega ya que la planta no cuenta con un manual de repuestos para cada máquina.

Para la universidad:

- Dar cursos de mantenimientos basados en RCM ya que en la mayoría de empresas se está implementando este tipo de mantenimientos ya sea en la Clase de vibraciones mecánicas o como un taller de formación extra
- Implementar cursos para la creación de planos y esquemas eléctricos en clases existentes o como talleres de formación.

BIBLIOGRAFÍA

- Arques Patón, J. L. (2010). *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario*. Madrid, SPAIN: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3189491>
- Capacho Portilla, J. R., & Nieto Bernal, W. (2017). *Diseño de base de datos*. Barranquilla, UNKNOWN: Universidad del Norte. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5309026>
- Dounce Villanueva, E. (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial (3a. ed.)*. México, D.F., MEXICO: Grupo Editorial Patria. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3227904>
- García Garrido, S. (2009). *La contratación del mantenimiento industrial: procesos de externalización, contratos y empresas de mantenimiento*. Madrid, SPAIN: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3196541>
- Hernández Barrueco, L. C. (2016). *Técnicas para la gestión financiera en logística*. Barcelona, SPAIN: Marge Books. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5045315>
- Hueso Ibañez, L. (2014). *Base de datos: grado superior*. Madrid, SPAIN: RA-MA Editorial. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3229711>
- Mora García, L. A. (2012). *Indicadores de la gestión logística*. Bogotá, COLOMBIA: Ecoe Ediciones. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3203137>
- Navarro Elola, L., Pastor Tejedor, A. C., & Mugaburu Lacabrera, J. M. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona, SPAIN: Marcombo. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3185475>
- Pimenta da Gama, A., & Martínez Ruiz, M. P. (2014). *Análisis de la performance en las empresas: una perspectiva integrada*. Barcelona, SPAIN: Editorial UOC. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3222952>
- Romero Gómez, S. (2012). *Mantenimiento preventivo de instalaciones frigoríficas (UF0416)*. Málaga, SPAIN: IC Editorial. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3211350>

- Torres Remon, M. (2009). Normalización de base de datos. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3182217>
- Productos químicos peligrosos: manejo y aspectos de seguridad. (2012, junio 11). Recuperado 27 de febrero de 2018, a partir de <http://www.revistaseguridadminera.com/materiales-peligrosos/manejo-de-productos-quimicos-peligrosos/>
- LOS PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL LUGAR DE TRABAJO. (s. f.). Recuperado 27 de febrero de 2018, a partir de http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/kemi/ciwmain.htm
- BERNAL, C. (2016). *Metodología de la investigación* (4.ª ed.). Colombia: Pearson Education. Recuperado a partir de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=2404>
- Metodologia de la investigación 5ta Edición.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Viña, M.J. y Hernández, L.V. (2016): *Lenguaje de bloques funcionales* obtenido de <https://es.slideshare.net/PLCAREADEGRADO/tema-8-programacion-de-pl-cs-lenguaje-bloques-funcionales>

ANEXOS

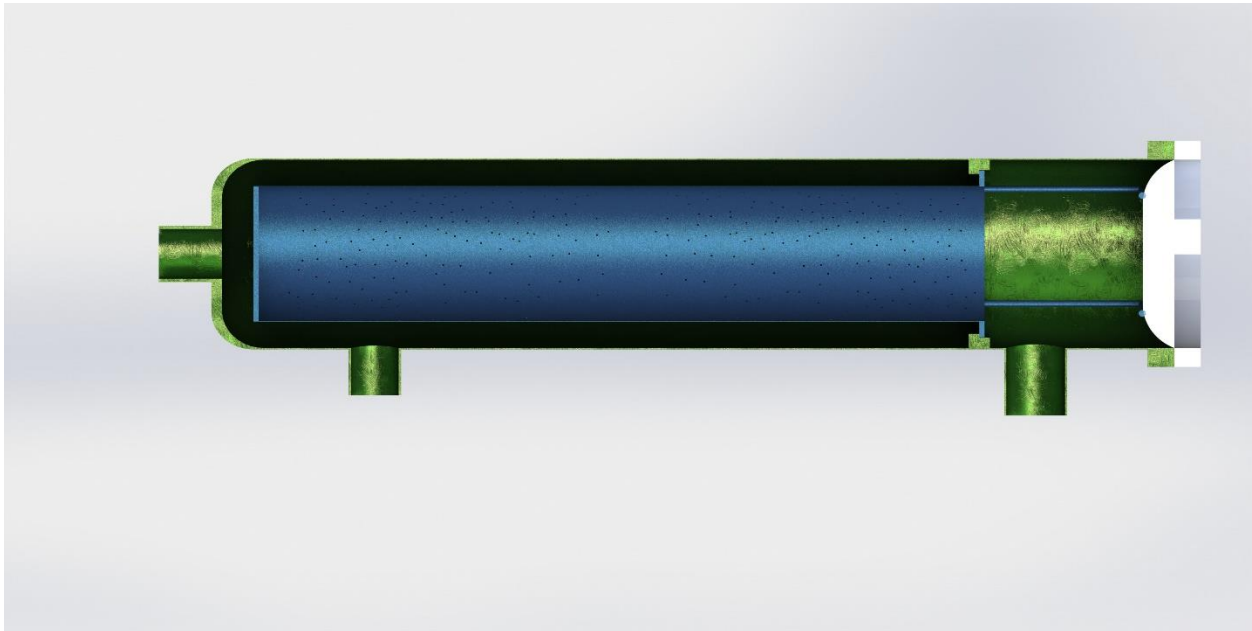


Ilustración 22 Filtro Tonello

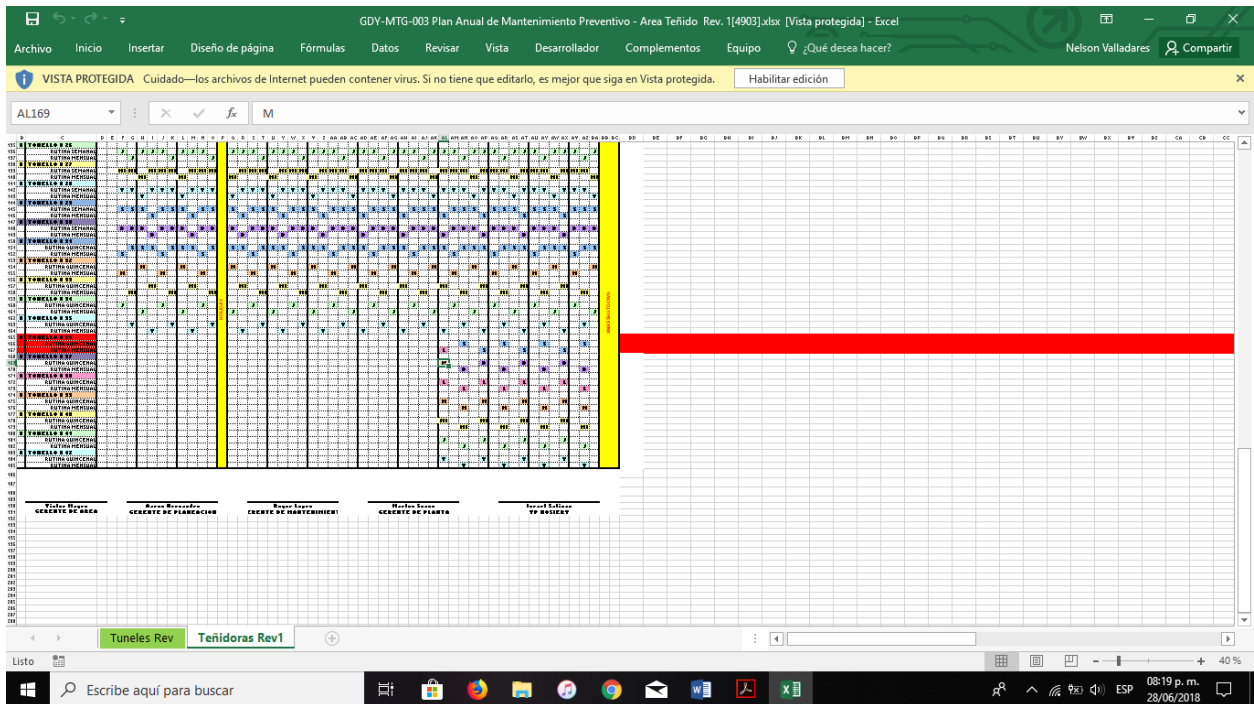


Ilustración 23 Plan Anual de mantenimiento

HOSIERY FACTORY (RN3)																										
GILDAN		RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (RCM)			GQS																					
Mensual DLV Referencia GQS																										
No. Semana: _____		Máquina: _____		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Simbología</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI</td> <td>Limpieza</td> <td>L</td> <td>Lubricación</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>Inspección / Verificación</td> <td>D</td> <td>Descarte</td> </tr> <tr> <td>VO</td> <td>Verificación operativa</td> <td>S</td> <td>Servicio</td> </tr> <tr> <td>MCP</td> <td>Mantenimiento Correctivo Programado</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Simbología				LI	Limpieza	L	Lubricación	IV	Inspección / Verificación	D	Descarte	VO	Verificación operativa	S	Servicio	MCP	Mantenimiento Correctivo Programado		
Simbología																										
LI	Limpieza	L	Lubricación																							
IV	Inspección / Verificación	D	Descarte																							
VO	Verificación operativa	S	Servicio																							
MCP	Mantenimiento Correctivo Programado																									
Fecha: _____		Bahía: _____																								
Nombre Técnico: _____		Hora de Inicio: _____																								
Nombre Técnico: _____		Hora Final: _____																								
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				Tipo de Actividad	Realizado	MCP																			
	<i>Realizar procedimiento de lockout tagout, así como también demarcar el área de trabajo y utilización equipo de protección personal correspondiente (El USO DE GUANTES DE LATEX ES OBLIGATORIO).</i>				NA		NA																			
1	SISTEMA ELECTRICO																									
1.1A	COMPONENTE: CARRITO DE DESPLAZAMIENTO LINEA 1																									
1	Verificar funcionamiento de los sensores inductivos de posicionamiento M12 (FA-SQ02,FA-SQ03)(SP63020514)				IV																					
2	Verificar funcionamiento de los Micro Switch de posicionamiento FF4112-2DN (FA-SQ05,FA-SQ04)(SP66000330)				IV																					
1.1B	COMPONENTE: Cilindro neumático de envió línea 1																									
1	Verificar el funcionamiento y la calibración del sensor magnético RSUAC1 (FA-SQ07)(SP30020530)				IV																					
2	Verificar el funcionamiento y la calibración del sensor inductivo M8 (FA-SQ06)(SP63020525)				IV																					
1.1C	COMPONENTE: Cilindros Neumático de Apertura de Válvulas línea 1																									
1	Verificar el funcionamiento y la calibración del sensor magnético CR22M (FA-SQ08)(SP30021526)				IV																					
2	Verificar funcionamiento del sensor inductivo M8 (FA-SQ09)(SP63020525)				IV																					
1.1D	COMPONENTE: CARRO DE DESPLAZAMIENTO LINEA 2																									
1	Verificar funcionamiento de los sensores inductivos de posicionamiento M12 (FA-SQ10, FA-SQ11)(SP63020514)				IV																					
1	Verificar funcionamiento de los Micro Switch de posicionamiento FF4112-2DN (FA-SQ12, FA-SQ13)(SP66000330)				IV																					
1.1E	COMPONENTE: Cilindro neumático de Envío línea 2																									
1	Verificar el funcionamiento y la calibración del sensor magnético RSUAC1 (FA-SQ15)(SP30020530)				IV																					
2	Verificar el funcionamiento y la calibración del sensor inductivo M8 (FA-SQ14)(SP63020525)				IV																					
1.1F	COMPONENTE: Cilindro Neumático de Apertura de Válvulas línea 2																									
1	Verificar el funcionamiento y la calibración del sensor magnético CR22M (FA-SQ16)(SP30021526)				IV																					
2	Verificar funcionamiento del sensor inductivo M8 (FA-SQ17)(SP63020525)				IV																					
1.1G	COMPONENTE: PANEL DE CONTROL																									
1	Verificar el correcto funcionamiento del sistema de ventilación del panel, limpiar filtro si es necesario				IV																					
2	Limpieza exterior del panel con Orange clean				LI																					
3	Verificar el correcto funcionamiento de los solenoides 5/2 (A)(SP31030200)				IV																					
4	Verificar el correcto funcionamiento de los solenoides 5/2 (B)(SP31030210)				IV																					
5	Verificar el correcto funcionamiento de los solenoides 3/2 (A) (SP31020200)				IV																					
2	SISTEMA MECANICO																									
2.1A	COMPONENTE: Carritos de desplazamiento Línea 1 y Línea 2																									
1	Limpieza de los rodamientos de desplazamiento, reemplazar rodamiento si es necesario. (SPDIS019C135)				L																					
2	Verificar tensión y limpiar banda dentada de desplazamiento del carrito. (HTD 5M15)(SP27020010)				IV																					
3	Verificar el estado de la estructura del equipo, buscar puntos de corrosión y reparar si es necesario				IV																					
4	Limpiar las guías de desplazamiento de los rodamientos del carrito con Orange Clean				LI																					
5	Limpiar bandeja de drenaje en la parte inferior				LI																					

Ilustración 24 Rutina de mantenimiento RCM