

Informe de práctica empresarial. Protocolo de prevención y mantenimiento de máquinas

Juan Camilo Quiroz Prada

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecatrónico

Directora

Deisy Carolina Páez Casas

Ingeniera Electrónica

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Ingeniería Mecatrónica

2024

Dedicatoria

Quiero dedicar este documento principalmente a mis padres quienes siempre me dieron su apoyo y ánimos para conseguir mis objetivos. A mi hermana por siempre ayudarme, darme ánimos y demostrarme que todo es posible. Y a mi hermano por enseñarme que siempre hay tiempo para todo, incluso para los pasatiempos y mostrarme cómo vivir con alegría.

En segundo plano a mis amigos quienes hicieron de este proceso más fácil y agradable

Contenido

Introducción	10
1. Informe de práctica empresarial. Protocolo de prevención y mantenimiento de máquinas ..	11
1.1 Reseña de la empresa	11
1.2 Justificación.....	11
1.3 Identificación de problemática	12
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivo general	12
1.4.2 Objetivos específicos.....	13
1.5 Plan de trabajo	13
1.6 Detalle de actividades.....	14
2. Marco de referencia	15
2.1 Teoría de mantenimiento preventivo.....	15
2.2 Gestión de activos físicos	16
2.3 Mantenimiento predictivo	16
2.4 Gestión de la calidad total (TQM) y mejora continua.....	17
2.5 Contextos.....	17
2.5.1 Contexto técnico	18
2.5.2 Contexto económico	18
2.5.3 Contexto social	19
3. Desarrollo de la práctica	19
3.1 Mantenimiento preventivo	22

3.2 Mantenimiento correctivo	24
3.3 Avisos de actividades	25
3.4 Avisos de actividades	26
4. Conclusiones	34
5. Fórmulas	35
Referencias.....	36

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Plan de trabajo.</i>	13
Tabla 2. <i>Actividades por realizar de acuerdo con el plan de trabajo.</i>	14

Lista de figuras

Figura 1. <i>A Diseño de etiquetas en programa labelmark.</i>	19
Figura 2. <i>Archivo Excel generado organizado por máquina.</i>	20
Figura 3. <i>Archivo Excel generado organizado por máquina.</i>	21
Figura 4. <i>Etiqueta asignada al equipo.</i>	21
Figura 5. <i>Orden de mantenimiento preventivo completada.</i>	23
Figura 6. <i>Orden de mantenimiento correctivo.</i>	24
Figura 7. <i>Aviso generado solicitud de actividades</i>	25
Figura 8. <i>Formato solicitud de insumos, repuestos y materiales.</i>	26
Figura 9. <i>Planos eje roscado repasadora 5.</i>	27
Figura 10. <i>Planos punta bobinador Extrusora 9.</i>	28
Figura 11. <i>Formato supervisión y control de montacargas propios.</i>	29
Figura 12. <i>Supervisión y control de estibadoras y montacargas Distoyota.</i>	30
Figura 13. <i>Gráfica mantenimientos realizados y no realizados y su conformación por componente mecánico-eléctrico.</i>	31
Figura 14. <i>Rendimiento de mantenimiento, porcentajes de BDT por fallos y horas productivas.</i>	33

Resumen

Este proyecto aborda la importancia de implementar un sistema de mantenimiento preventivo en la compañía de fabricación de cables Nexans. El enfoque preventivo en el mantenimiento de equipos y maquinaria se presenta como un pilar fundamental para garantizar la calidad y continuidad de la producción. El proyecto analiza diversas estrategias y tecnologías innovadoras que permiten anticipar posibles fallas y optimizar el rendimiento de los equipos, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y reducir tiempos de inactividad. A través de la aplicación de prácticas avanzadas y el uso de herramientas especializadas, se busca contribuir a una producción continua y de alta calidad en la compañía de fabricación de cables.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, gestión de activos, mantenimiento predictivo, calidad total, mejora continua.

Abstract

This project addresses the importance of implementing a preventive maintenance system in the cable manufacturing company Nexans. The preventive approach in the maintenance of equipment and machinery is presented as a fundamental pillar to ensure the quality and continuity of production. The project analyzes various strategies and innovative technologies that anticipate potential failures and optimize equipment performance, with the aim of improving operational efficiency and reducing downtime. Through the application of advanced practices and the use of specialized tools, it seeks to contribute to a continuous and high-quality production in the cable manufacturing company.

Keywords: preventive maintenance, asset management, predictive maintenance, total quality, Continuous improvement.

Glosario

Mantenimiento preventivo: conjunto de actividades programadas para prevenir la ocurrencia de fallas y asegurar el buen funcionamiento de los equipos y maquinaria.

Mantenimiento predictivo: estrategia de mantenimiento basada en el monitoreo y análisis de la condición de los equipos, con el objetivo de detectar y predecir posibles fallas antes de que ocurran.

Mantenimiento correctivo: actividades realizadas para reparar una falla o avería en un equipo o maquinaria.

Gestión de activos físicos: enfoque integral para la administración y optimización del ciclo de vida de los activos industriales, incluyendo su planificación, adquisición, operación y mantenimiento.

Mejora continua: filosofía de gestión que busca incrementar de manera constante la eficiencia y efectividad de los procesos, productos y servicios de una organización.

Gestión de la calidad total (TQM): estrategia de gestión que busca la mejora continua de la calidad a través de la participación de todos los miembros de la organización.

Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM): metodología de mantenimiento que se enfoca en identificar las funciones críticas de los equipos y establecer tareas de mantenimiento que minimicen la probabilidad de fallas.

Mantenimiento productivo total (TPM): enfoque de mantenimiento que busca la mejora continua de la eficiencia del mantenimiento a través de la participación de todos los empleados.

Indicadores clave de desempeño (KPI): medidas cuantificables utilizadas para evaluar el rendimiento de un proceso o actividad en relación con metas u objetivos establecidos.

Introducción

Este proyecto surge a partir de las necesidades de la gestión de mantenimiento preventivo en una compañía de fabricación de cables. El enfoque preventivo en el mantenimiento de equipos y maquinaria en la producción de cables se posiciona como un pilar fundamental para garantizar la calidad y productividad del proceso fabril, por lo tanto, busca analizar la importancia de implementar medidas proactivas para asegurar la continuidad y eficiencia de las operaciones.

Además, se explorarán diversas estrategias y tecnologías innovadoras que permitan anticipar posibles fallas y optimizar el rendimiento de los equipos, con el propósito de maximizar la eficiencia operativa y reducir tiempos de inactividad. Mediante la aplicación de prácticas avanzadas y el uso de herramientas especializadas, se buscará mejorar la gestión del mantenimiento preventivo, contribuyendo a una producción continua y de alta calidad en la compañía de fabricación de cables.

1. Informe de práctica empresarial. Protocolo de prevención y mantenimiento de máquinas

1.1 Reseña de la empresa

Nexans es una multinacional que dedica sus actividades a la fabricación de cables para uso de todo tipo. Nexans es líder en el diseño y fabricación de sistemas de cableado y servicios con presencia industrial en 42 países, actividades comerciales alrededor del mundo y 25.000 empleados. Su unidad de negocios Andina está conformada por Chile, Perú y Colombia [1].

Nexans tiene como misión “inspirar y enriquecer la experiencia de nuestros clientes, desarrollando servicios y soluciones innovadoras que contribuyan a la electrificación sostenible del futuro mejorando la calidad de vida en nuestra sociedad” [2] y sigue como propósitos:

- Enriquecer cómo "agregar valor a las necesidades del cliente";
- Inspirar: generar confianza con las soluciones ofrecidas;
- Innovar y en alianza con socios estratégicos;
- Electrificación sostenible: nuestro compromiso es contribuir a la neutralidad de carbono.

1.2 Justificación

La importancia de implementar programas de mantenimiento preventivo en una compañía de fabricación de cables surge de la necesidad de asegurar la operatividad constante de los equipos y maquinaria clave en el proceso productivo. Al anticipar y prevenir posibles fallos o averías, se busca evitar interrupciones no planificadas en la producción, reducir costos asociados a reparaciones urgentes y optimizar la vida útil de los activos industriales. Además, al mantener los equipos en óptimas condiciones, se promueve la seguridad laboral y se garantiza la calidad de los

productos fabricados. La adopción de un enfoque preventivo en el mantenimiento en la compañía de fabricación de cables permitirá mejorar la eficiencia operativa, aumentar la productividad y fortalecer la competitividad en el mercado, asegurando así un desempeño sostenible y exitoso a lo largo del tiempo.

1.3 Identificación de problemática

En la industria, los tiempos de producción son críticos para una empresa, ya que definen los costos y las posibles ganancias. Sin embargo, los periodos de paro en los procesos debido a fallas aisladas de los equipos pueden ocasionar pérdidas significativas. Para abordar este problema, es crucial implementar un sistema de mantenimiento efectivo. Se identifican tres tipos principales de mantenimiento: el correctivo, el preventivo y el predictivo. El desafío radica en determinar la estrategia de mantenimiento más eficiente que minimice el impacto de las fallas en los equipos, garantice la continuidad de la producción y optimice los costos operativos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Brindar apoyo en el proceso de gestión y revisión de las diferentes máquinas que utiliza Nexans en el proceso de elaboración de cableado a nivel industrial, aplicando los conocimientos adquiridos durante el proceso académico.

ACTIVIDAD		SEMANA															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	Sistematizar la información y relacionar los datos obtenidos a través de la plataforma.																

1.6 Detalle de actividades

Tabla 2. Actividades por realizar de acuerdo con el plan de trabajo.

Actividad Por Realizar	Forma de realización
Actualizar la base de datos de los activos con los que cuenta la planta.	Identificar y registrar fotográficamente equipo, ubicación
Diseñar las piezas faltantes para repuestos de máquinas	Tomando medidas y diseñando las piezas en solidworks para su validación y fabricación
Diseño de etiquetas para la numeración e integración de la base de datos	Diseñar las etiquetas con logo de la empresa, número de código y QR para identificación
Estar al tanto de las máquinas y sus estados de funcionamiento. Supervisar el funcionamiento y rendimiento.	Asistir a las reuniones de sqdce, realizar revisiones con operarios y técnicos para identificar el estado de las máquinas.
Gestionar los KPIs del área a través de la plataforma PowerBi	En conjunto con el ingeniero realizar la revisión de los valores de costos y porcentajes de cumplimientos de mantenimientos.
Llevar el registro y conteo de los números seriales de cada máquina que forma parte del inventario.	Al momento del registro realizar la revisión de los códigos de inventario y números de activo fijo.
Participar en la administración de la plataforma PowerBi, sistema de análisis de datos de microsoft orientado a la presentación interactiva	Revisión, registro y publicación de los valores de kpi de mantenimiento para las demás secciones de la planta
Programar revisiones de los equipos de carga, revisión de estados de batería y condiciones de mantenimiento.	Realizar las revisiones de rutina de los estados de los equipos de carga como estibadoras eléctricas, montacargas a gas y eléctricos.
Sistematizar la información y relacionar los datos obtenidos a través de la plataforma.	Realizar los registros manuales y virtuales de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados, de la misma forma la gestión de avisos por medio de la plataforma sap.
Ubicar códigos QR en cada una de las máquinas para nutrir la base de datos	Realizar la identificación de los equipos y asignar su etiqueta correspondiente.

2. Marco de referencia

El presente marco de referencia establece las bases teóricas y conceptuales para el desarrollo del proyecto de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa Nexans. Este marco se basa en la integración de diversos conceptos y teorías relevantes en el área de mantenimiento industrial, con el objetivo de desarrollar estrategias efectivas que mejoren la eficiencia operativa y garanticen la continuidad de la producción.

2.1 Teoría de mantenimiento preventivo

Moubray, John. Reliability-Centered Maintenance [3]. Este libro clásico sobre RCM proporciona una guía completa para implementar esta estrategia de mantenimiento proactivo. Se enfoca en la identificación de las funciones críticas de los equipos y la implementación de tareas de mantenimiento que minimicen la probabilidad de fallos.

Pérez Rondón, F. A. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial [4]. Este libro ofrece una descripción completa de las técnicas de monitoreo de condición para diferentes tipos de equipos. Estas técnicas permiten detectar el inicio de la degradación de los equipos y programar su mantenimiento antes de que ocurra una falla.

Jafar Gheidar-Kheljani. [5] Developing the Wireman Model for Assessing Maintenance Management and transcending it to the High Level of a Technical Organization . Este artículo proporciona un ejemplo práctico para implementar TPM, un enfoque de mantenimiento proactivo que involucra a toda la organización. El TPM busca la mejora continua de la eficiencia del mantenimiento a través de la participación de todos los empleados.

2.2 Gestión de activos físicos

Campbell, John D., and Reyes-Picknell, James V. Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management [6]. Este libro ofrece una visión general de las mejores prácticas para la gestión del mantenimiento, incluyendo la gestión de activos físicos. Se enfoca en la optimización del rendimiento de los activos a lo largo de su ciclo de vida.

Ali Rastegari. Strategic maintenance management: Formulating maintenance strategy [7]. Este artículo proporciona un marco para desarrollar una estrategia de mantenimiento efectiva que se alinee con los objetivos estratégicos de la organización.

G. V. Satya Sekhar MBA, Ram. The management of mutual funds Capítulo 5: Asset Management [8]. Este libro ofrece una introducción completa a la gestión de activos, incluyendo temas como la evaluación de riesgos, la planificación del ciclo de vida y la gestión del mantenimiento.

2.3 Mantenimiento predictivo

Yanrong LI, et al, A review of condition-based maintenance: Its prognostic and operational aspects [9]. Este artículo proporciona una revisión completa del mantenimiento predictivo en el contexto de pronósticos. Se analizan las tecnologías emergentes como el big data para el mantenimiento predictivo.

Nannan Hu, et al, A Review on Prognostics and Health Management [10]. Este artículo ofrece una revisión completa de las técnicas de pronóstico y gestión de la salud para sistemas de ingeniería. Se describen las diferentes técnicas de pronóstico y su aplicación en el mantenimiento predictivo.

Kritzinger, Wolfgang, et al. "Digital Twin in manufacturing: A categorical review and classification." [11]. Este artículo describe el concepto de Gemelo Digital y cómo se puede utilizar para el mantenimiento predictivo. El Gemelo Digital es una copia virtual de un equipo físico que permite simular su comportamiento y predecir posibles fallos.

2.4 Gestión de la calidad total (TQM) y mejora continua

Application of Project Management Principles to the Management of Pharmaceutical R&D Projects capítulo 2: Total Quality Management (TQM) [12]. Este libro ofrece una introducción completa a la TQM, incluyendo sus principios, herramientas y técnicas. La TQM busca la mejora continua de la calidad de los productos y servicios a través de la participación de todos los empleados.

Deming, W. Edwards. Out of the Crisis [13]. Este clásico libro de Deming describe los 14 puntos para la gestión de la calidad. Estos puntos son una guía para implementar la TQM en una organización.

Juran, J. M. Juran on Quality handbook [14]. Este libro ofrece una guía para implementar la calidad, Un enfoque para la gestión de la calidad que se centra en la prevención de defectos.

2.5 Contextos

El proceso productivo de Nexans ejerce un impacto multidimensional que trasciende los límites de la fabricación, afectando diversos ámbitos interrelacionados. Estos ámbitos operan en conjunto y delinean los procedimientos a seguir, así como las áreas donde la empresa puede influir para implementar estrategias adecuadas en el proceso en ejecución. Desde la logística y la gestión de la cadena de suministro hasta la calidad del producto y la satisfacción del cliente, cada

componente del proceso productivo interactúa con otros para conformar un sistema complejo, a continuación, se enlistan algunos de los ámbitos relacionados con el trabajo de Nexans:

2.5.1 Contexto técnico

Tipo de equipos. Nexans utiliza una amplia variedad de equipos en la fabricación de cables, incluyendo extrusoras, máquinas de trefilado, bobinadoras y hornos.

Criticidad de los equipos. la mayoría de los equipos de Nexans son críticos para la producción.

Edad de los equipos. Nexans tiene una mezcla de equipos nuevos y antiguos.

Tecnologías disponibles. Nexans tiene acceso a una amplia gama de tecnologías de mantenimiento predictivo.

2.5.2 Contexto económico

Situación económica global. la economía global se encuentra en un estado de recuperación después de la pandemia de COVID-19.

Costo de la energía. el costo de la energía es un factor importante para Nexans, ya que utiliza una gran cantidad de energía en sus procesos de producción.

Competencia. Nexans compite con otras empresas líderes en la fabricación de cables.

2.5.3 Contexto social

Regulaciones ambientales. Nexans debe cumplir con una serie de regulaciones ambientales.

Expectativas de los clientes. los clientes de Nexans esperan productos de alta calidad y entregas a tiempo.

Responsabilidad social. Nexans está comprometida con la responsabilidad social y la sostenibilidad.

3. Desarrollo de la práctica

El primer objetivo planteado en esta práctica fue actualizar el registro de equipos en planta. Para llevarlo a cabo, se realizó una revisión de los activos presentes en la planta, basados en el archivo proporcionado donde se encontraba especificado su número de activo fijo, número de inventario y descripción específica. Se inició el diseño e impresión de las etiquetas de los distintos componentes que se encuentran en la planta, a cada uno de estos se les asigna su número de inventario y un código Qr con información pertinente del equipo (*Figura 1*).

Figura 1. A Diseño de etiquetas en programa labelmark.



Tras el proceso de generación de etiquetas vino la etapa de marcación. Esta etapa consistió en la búsqueda e imposición de la etiqueta correspondiente a cada equipo; para este proceso se empleó la ayuda de los tableros de FLM (mantenimiento de primer nivel por sus siglas en inglés) y de los operarios y técnicos de la planta. La finalidad de este proceso era la creación de un archivo donde se encuentre clasificado (*Figura 2*), máquina a máquina, el número de inventario, la descripción y la ubicación de cada equipo, una foto para su identificación y el posicionamiento de la etiqueta.

Figura 2. Archivo Excel generado organizado por máquina.

E2											\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-9 (1).jpeg										
A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K										
1	Activo fijo	SN	N° inventario	Denominación del activo fijo	FOTO EQUIPO	Ubicado															
2	3568	9	19-0064-9	Devanador Motorizado 1250	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-9 (2).jpeg																
3	3568	8	19-0064-8	Devanador Motorizado 1250	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-8 (2).jpeg																
4	3568	7	19-0064-7	Devanador Motorizado 1250	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-7 (2).jpeg																
5	3568	6	19-0064-6	Devanador Motorizado 1250	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-6 (2).jpeg																
6	3568	5	19-0064-5	Devanador Motorizado 1250	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-5 (2).jpeg																
7	3568	4	19-0064-4	Devanador Motorizado 1250	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-4 (2).jpeg																
8	3568	3	19-0064-3	Igualador de Tensiones	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-3 (2).jpeg																
9	3568	2	19-0064-2	Plato Reunidor Compactar	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-2 (2).jpeg																
10	3568	12	19-0064-12	Tablero Electrico	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-12 (2).jpeg																
11	3568	11	19-0064-11	Devanador de Canastillos 19 hilos	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-11 (2).jpeg																
12	3568	10	19-0064-10	Devanador Motorizado 1250	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-10 (2).jpeg																
13	3568	1	19-0064-1	Double Twist 1600 machine	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-1 (2).jpeg																
14	3568	0	19-0064	Double Twist 1600 machine	\\s0807501fsm\mcolombi\$\Documentación 2023\FOTOS ACTIVOS 2024\19-0064-1 (2).jpeg																
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					
51																					
52																					
53																					
54																					
55																					
56																					
57																					
58																					
59																					
60																					
61																					
62																					
63																					
64																					
65																					
66																					
67																					
68																					
69																					
70																					
71																					
72																					
73																					
74																					
75																					
76																					
77																					
78																					
79																					
80																					
81																					
82																					
83																					
84																					
85																					
86																					
87																					
88																					
89																					
90																					
91																					
92																					
93																					
94																					
95																					
96																					
97																					
98																					
99																					
100																					
101																					
102																					
103																					
104																					
105																					
106																					
107																					
108																					
109																					
110																					
111																					
112																					
113																					
114																					
115																					
116																					
117																					
118																					
119																					
120																					
121																					
122																					
123																					

Figura 3. Archivo Excel generado organizado por máquina.



Figura 4. Etiqueta asignada al equipo.



Las figuras 3 y 4 son las imágenes que se encuentran anexadas al archivo de la figura 2 con vínculos esto con la finalidad de una fácil identificación y ubicación del equipo.

El segundo objetivo buscaba gestionar y planificar las diferentes fases de los mantenimientos preventivos de los equipos. Se trabajó dividiendo la gestión en 4 componentes

importantes, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, creación de avisos de actividades y gestión de repuestos por parte del almacén.

3.1 Mantenimiento preventivo

Esta fase de la gestión consistió en la actualización y creación de las actividades estipuladas en las hojas de ruta para organizar la planeación de las máquinas que se encuentran a la espera de la programación de los mantenimientos a realizar. Las actividades se dividen en 1) Inspección: revisión del estado de los componentes representada por la letra I, 2) Revisión: comprobación del funcionamiento del componente representado por la letra R y 3) Estandarización: ajustes de los componentes según la normativa representada por la letra S (Figura 5).

Una vez son programados los mantenimientos entre el área de mantenimiento y área de producción inicia el proceso de creación de la orden de mantenimiento de la máquina para el día especificado, se realiza la asignación al técnico de turno y del área requerida.

Figura 5. Orden de mantenimiento preventivo completada.

Nexans
N° OT: 40040530 Fecha y Hora de imp: 2024.03.12 19:00:27

FM02 Orden de mantenimiento preventivo - Preventivo

Descripción de OT: MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELECTRICO FRA07
 Fecha de Inicio: 13.03.2024
 Fecha de Fin: 13.03.2024
 Nombre del responsable: MARCONI CRISTIAN
 Ubicación técnica: PLB-PRO-FRA - Area de Fraccionado
 Equipo: 10009345 - FRA 007 Fraccionadora 7 Conos

16/20 = 80%

Operaciones

Ope.	Descripción Operación	Proveedor	ok	PstaTrab SolPed
0010	DEVANADOR		1	COL_ELEC
0020	I Revision borneras de motores		2	COL_ELEC
0030	S Inspeccion limpieza ventilacion		3	COL_ELEC
0040	I Revision de sensores		4	COL_ELEC
0050	I Revision limpieza tableros electricos		5	COL_ELEC
0060	R Cambio filtros tableros electricos		6	COL_ELEC
0070	I Revision de paro de emergencia		7	COL_ELEC
0080	CHISPOMETRO		8	COL_ELEC
0090	S Limpieza revision tablero electrico		9	COL_ELEC
0100	I Revision conexion electrica		10	COL_ELEC
0110	CUENTAMETROS		11	COL_ELEC
0120	I Revision conexion encoder		12	COL_ELEC
0130	BOBINADOR		13	COL_ELEC
0140	I Revision conexion plataforma		14	COL_ELEC
0150	I Verificar funcionamiento sensor platf		15	COL_ELEC
0160	I Revision mandos electricos conec boto		16	COL_ELEC
0170	S Limpieza motores		17	COL_ELEC
0180	I Revision ventilacion motores		18	COL_ELEC
0190	S Limpieza tablero electrico		19	COL_ELEC
0200	I Revision de borneras		20	COL_ELEC

Repuestos

Ope.	Componente	Descripción Componente	Cantidad	Reserva-Pos	SolPed

Observaciones : - funcionamiento normal del motor-reductor
 subir-bajar en el devanador, se tomo registro de consumo
 de corriente con carga y sin nada. 5.3 Amp (Motor).

[Firma]

Tomado de [15]

3.2 Mantenimiento correctivo

Los mantenimientos correctivos a diferencia de los preventivos son generados al producirse una falla fortuita, no requieren del proceso de conciliación entre áreas puesto que las averías pueden ocurrir a cualquier hora del día. Estas órdenes cuentan con la asignación de técnicos y la descripción de las actividades a corregir (Figura 6).

Figura 6. Orden de mantenimiento correctivo.

Nexans
N° OT: 40040763
Fecha y Hora de imp: 2024.05.02 11:53:47

PM01 Orden de mantenimiento - Correctivo

<i>Descripción de OT</i>	MITO CORRECTIVO DEVANADOR DIAGONAL EXT08
<i>Fecha de Inicio</i>	02.05.2024
<i>Fecha de Fin</i>	02.05.2024
<i>Nombre del responsable</i>	RIYERO JOSE VICENTE
<i>Ubicación técnica</i>	-
<i>Equipo</i>	-

Operaciones

<i>Ope.</i>	<i>Descripción Operación</i>	<i>Proveedor</i>	<i>ok</i>	<i>PstoTrab/SolPed</i>
0010	MITO CORRECTIVO DEVANADOR DIAGONAL EXT08		___	COL_MEC
0020	R revisión de redamientos punta		___	COL_MEC
0030	R Revisión sistema hidráulico		___	COL_MEC
0040	Corrección platina de arrastre		___	COL_MEC
0050	Verificar plataforma de elevación		___	COL_MEC
0060	Desarmar tornillo y tuercas para recambio		___	COL_MEC
0070	actividad anterior junto a contratista		___	COL_MEC

Repuestos

<i>Ope.</i>	<i>Componente</i>	<i>Descripción Componente</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Reserva-Pos</i>	<i>SolPed</i>

Observaciones :

Tomado de [16]

3.3 Avisos de actividades

Esta fase es complementaria a las dos anteriores. Los avisos son generados para anexar actividades a las órdenes de mantenimiento creadas o para solicitar actividades de mejora en las máquinas, para la generación de los avisos se requiere la actividad, y un responsable, además, es necesario agregar una descripción detallada del trabajo a realizar. Este proceso es de alta importancia debido a que los avisos que son recibidos contienen información de averías, solicitudes de mantenimiento, condiciones inseguras que deben ser solucionadas u oportunidades de mejora en procesos o equipos (Figura 7).

Figura 7. Aviso generado solicitud de actividades

25.04.2024 Resumen avisos ADIAZ		Original	Página 1
<i>Aviso</i>	10100960		<i>Clase de aviso</i> M1
<i>Contenido</i>	PM-COLOM MT	Mantenimiento Autónomo	
<i>Descripción</i>	ADECUACIÓN PLATO REUNIDOR BUN011		<i>Solicitud PM</i>
<i>Autor del aviso</i>	JUAN QUIROZ	10:33:56	<i>Fecha de aviso</i> 25.04.2024
<i>Fecha de inicio</i>	26.04.2024		<i>Fecha de fin</i> 07.05.2024
<i>Hora de inicio</i>	10:33:56		<i>Hora de fin</i> 00:00:00
<i>Prioridad</i>	PM 2	2-alto	
<i>Ubicación técnica</i>	PLB-PRO-BUN		<i>Area de Buncheado</i>
<i>Equipo</i>	10010142	BUN 011 Buncher 1600 FLYMCA	
<i>Conjunto</i>			
<i>Orden</i>			
<i>Gr.planif.mant.</i>	GPO	Grp Plan N.Colombi	<i>Teléfono</i>

INSTALAR TORNILLO SIN FIN PARA APERTURA Y CIERRE DEL PLATO REUNIDOR DE LA BUNCHER 11

Responsable 400056	<i>Teléfono</i>
<i>Dirección</i>	
RIVERO JOSE VICENTE	
Producción	

Fin del informe

Tomado de [17]

3.4 Avisos de actividades

Esta fase es realizada en conjunto con el almacén donde se tiene el stock de repuestos o suministros necesarios para realizar un mantenimiento. Estos son solicitados por los técnicos quienes llenan un formato informando los componentes utilizados (Figura 8).

Figura 8. Formato solicitud de insumos, repuestos y materiales.

Nexans

Solicitud de Insumos y Repuestos y Materiales

CANT.	DESCRIPCION	CODIGO INSUMO	DESTINO/MAQUINA
1	FRASCO DE PEGANTE LOCTITE	92002089	MTO.
8	ALUBIA RECTA	92004025	"
9	" ANGULAR	92002947	"

Recibido: Fecha: 16/04/2024 Autorizado: _____

Tomado de [18]

Estos son recibidos y cargados a las órdenes y números de reserva estipulados, estas órdenes pueden pertenecer a suministros, mantenimientos correctivos o mantenimientos preventivos. Para este proceso se ingresa a las órdenes creadas y se modifican las actividades para agregar los insumos con su código.

En conjunto con todas las actividades se requiere la creación de planos para solicitud de repuestos, para esto los técnicos realizan la medición y creación de un plano a mano alzada para

su posterior digitalización y validación, estos planos son enviados a los proveedores con el fin de crear códigos de piezas para agilizar los procesos de solicitud de repuestos (Figura 9) y (Figura 10).

Figura 9. Planos eje roscado repasadora 5.

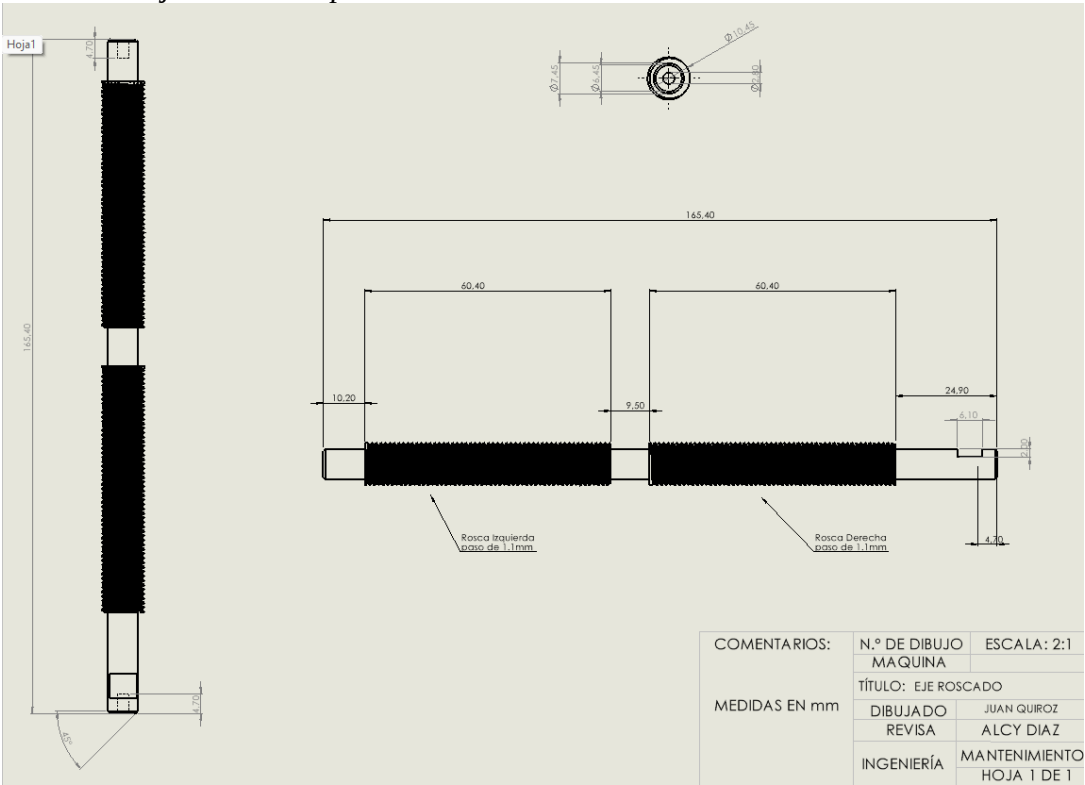
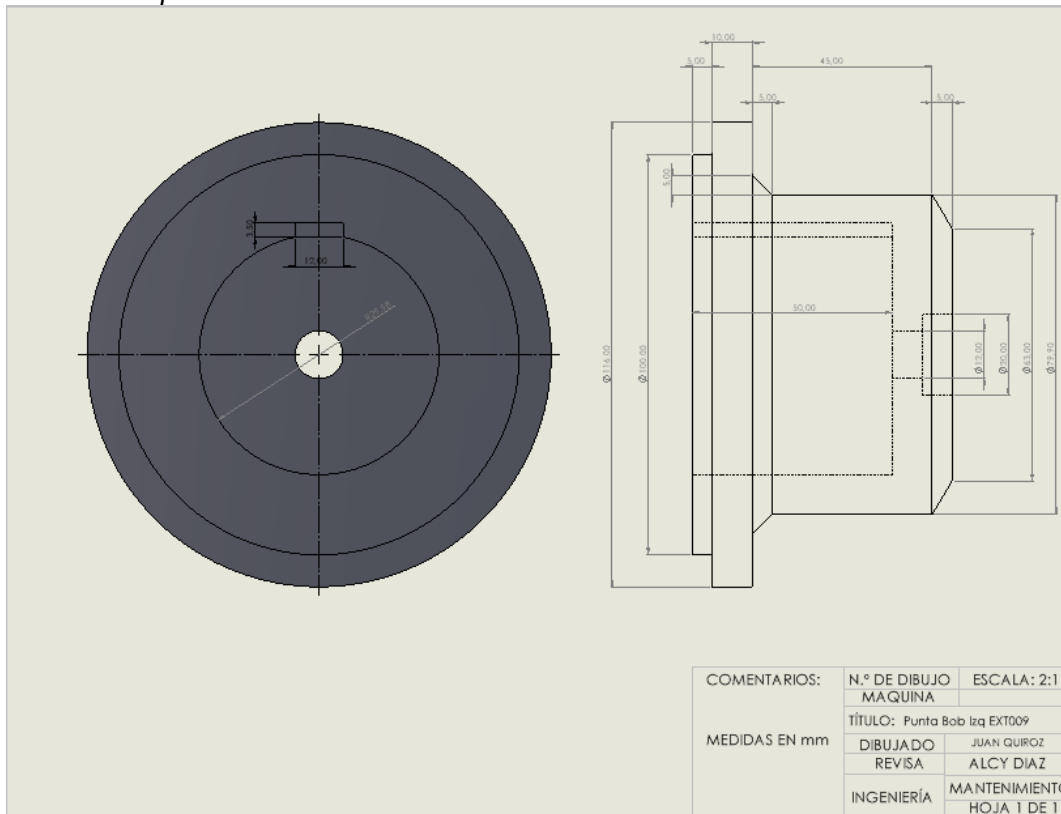


Figura 10. Planos punta bobinador Extrusora 9.


De la misma forma, para el correcto funcionamiento de los equipos auxiliares se realizan inspecciones periódicas para conocer su estado de batería y necesidad de mantenimiento. Las estibadoras y montacargas son equipos de alta importancia debido a su utilidad para facilitar el traslado de material y empalme entre procesos.

El proceso se hace a partir de rondas semanales para conocer el estado de estos equipos. En estas rondas son registrados los estados de batería, los problemas presentados y las anomalías: como baterías cambiadas entre estibadoras o daños en componentes de montacargas.

Existen dos tipos de revisiones, los equipos de proveedor (Distoyota) (*Figura 11*) y equipos propios (*Figura 12*). Los datos recopilados para equipos de distoyota son enviados al proveedor para programar los mantenimientos. En el caso de los equipos propios son recopilados los datos para programar el mantenimiento con contratistas.

Figura 11. Formato supervisión y control de montacargas propios.

		SUPERVISIÓN Y CONTROL DE MONTACARGAS PROPIOS Nexans Bucaramanga 2024	
Fecha de revisión: 5 de Abril de 2024			
MONTACARGAS			
# PLANTA	SERIAL MAQUINA	SERIAL BATERIA	HOROMETRO
3	FGZN30-21410	N/A	20095.2 H
OBSERVACIONES		Tanque de agua roto	
4	32-8FG25	N/A	Sin Bateria
OBSERVACIONES			
5	ILEGIBLE	N/A	30256 H
OBSERVACIONES			
8	FGZN30-21099	N/A	3733 H
OBSERVACIONES		Luz lateral derecha no funciona, velocimetro no funciona	

Tomado de [19]

Figura 12. Supervisión y control de estibadoras y montacargas Distoyota.



SUPERVISIÓN Y CONTROL DE ESTIBADORAS, APILADORAS Y MONTACARGAS

Nexans Bucaramanga 2024

Fecha de revisión: 5 de Abril de 2024

Encargado: Juan Quiroz

ESTIBADORAS ELECTRICAS (PEQUEÑAS)

# PLANTA	SERIAL MAQUINA	SERIAL BATERIA	HOROMETRO	ORDEN	UBICACIÓN
1	20210603963	FDAF242305141470C4	562 H	N/A	Scrap
2	20210603965	Sin batería	Mantenimiento	N/A	Taller Mantenimiento
3	20210603977	Sin batería	200 H	N/A	Extrusora 010
4	20210603968	FDAF24362305121272C4	685 H	N/A	Bodega de Logistica
5	20210603967	FDAF24362305141433C4	337 H	N/A	EXT 7 (EXT 1)
6	20210603973	Sin batería	Mantenimiento	N/A	Taller Mantenimiento
7	20210603984	FDAF24362305141428C4	404 H	N/A	Buncheadora 011
8	20210603953	IE2701608FP36NB	472 H	N/A	Buncheadora 005
9	20210603966	IE2706908FP36NB	216 H	N/A	Extrusora 009
10	20210603980	Sin batería	323 H	N/A	Extrusora 008
11	20210603981	IE2703208FP36NB	Sin batería	N/A	Trefiladora 001
12	20210603988	Fuera de operación			

ESTIBADORAS ELECTRICAS (GRANDES)

# PLANTA	SERIAL MAQUINA	SERIAL BATERIA	HOROMETRO	ORDEN	UBICACIÓN
13	6812557	N/A	373 H	N/A	Materias Primas
14	6993754	N/A	3338 H	N/A	Materias Primas
15	6812558	N/A	715 H	N/A	TRE006
16	6693755	N/A	3944 H	N/A	Bodega Logistica
18	6765337	N/A	924 H	N/A	TRE008
21	6886552	N/A	612 H	N/A	TRE001
22	6886553	N/A	566 H	N/A	Bodega Logistica
RAYMOND	23-0002005	N/A	9.6 H	N/A	Area FRA

MONTACARGAS

# PLANTA	SERIAL MAQUINA	SERIAL BATERIA	HOROMETRO	ORDEN	UBICACION
17	8FG50N-20301	N/A	2380.5 H	N/A	Materias Primas
19	FGZN30-21864	N/A	7682 H	N/A	Planta
20	FGZN30-21865	N/A	2664 H	N/A	Bodega Logistica

OBSERVACIONES

1. _____

El montacargas 19 no tiene velocimetro y requiere cambio de llantas traseras

2. _____

La estibadora 10 se encuentra funcionando con la batería de la estibadora 5

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

Tomado de [20]

La evaluación sistemática y periódica de las métricas relacionadas con el mantenimiento y la producción (tiempos de paro, porcentajes de cumplimiento y criticidad de la máquina) son esenciales para el cumplimiento de las metas establecidas por las compañías. Adicionalmente, este seguimiento permite un análisis más profundo de la eficiencia de cada uno de los procesos

establecidos dentro de las plantas de producción y facilita la toma de decisiones que optimizan la programación de los mantenimientos preventivos.

A continuación, se mostrarán las métricas de porcentaje de cumplimiento de mantenimientos preventivos y el porcentaje de mantenimientos preventivos eléctricos y mecánicos que fueron completados en marzo; para el cálculo de estos valores tenemos en cuenta la cantidad de mantenimientos realizados sobre la cantidad de mantenimientos programados y para el tipo de mantenimiento se calcula por medio de Tipo de mantenimiento/mantenimientos realizados.

Figura 13. Gráfica mantenimientos realizados y no realizados y su conformación por componente mecánico-eléctrico.



En la planta de Nexans Bucaramanga, trabajando a máxima capacidad, se produce un aproximado de 8 toneladas de cable en promedio por turno, es decir 357 toneladas a la semana. En marzo fueron programados 16 mantenimientos preventivos de los cuales se completaron 14;

de estos 14 mantenimientos completados, el 71.2 % fueron mantenimientos preventivos eléctricos.

Cada mantenimiento programado, ocupa 8 horas de trabajo. A lo largo de todo el mes se tuvieron 112 horas de paro en las diferentes máquinas. Esto se traduce en un 7.8% de la capacidad de producción total de la planta. Este impacto puede ser atenuado con una programación acorde a la cadena de producción.

Con la finalidad de ver los resultados del cumplimiento de los mantenimientos se contrastará el BDT producido por fallas en las máquinas de tipo A y las máquinas de tipo B, este BDT es el porcentaje de tiempo en el que las máquinas se mantuvieron inactivas debido a distintos factores que no son predecibles.

La planta Nexans Bucaramanga cuenta con 31 máquinas, de estas máquinas el 61.3% son máquinas tipo A y 38.7% son máquinas tipo B.

Figura 14. Rendimiento de mantenimiento, porcentajes de BDT por fallos y horas productivas.



En el mes de marzo las horas productivas fueron un 63% de las horas totales del mes, de este 63% que son 467 horas se determinó que el tiempo de improductividad no programada para este mes fue de 1.87% es decir 9 horas del total del tiempo productivo lo que se traduce en 8 toneladas de aproximadas de pérdida por fallas en los equipos. Para los dos tipos de máquinas se obtuvo un porcentaje de paro inferior a 2% para ambos casos.

Analizando estos resultados se evidencia que una programación óptima permite a la empresa atenuar el impacto económico producido por estas fallas, generando un programa basado en criticidad del mes mediado por el orden de la cadena productiva

4. Conclusiones

A lo largo del proceso de la práctica diferentes factores dentro del trabajo que realiza Nexans y sus colaboradores tomaron más importancia. Por ejemplo, el proceso de identificación, etiquetado e integración de la base de datos de los equipos de la planta es fundamental para tener un control preciso de los activos y poder gestionar eficazmente su mantenimiento. Además, la asignación de códigos QR a cada máquina facilita el acceso a la información relevante y permite rastrear su historial de mantenimiento.

La implementación de un sistema estructurado de mantenimiento preventivo, que incluye la programación de inspecciones, revisiones y ajustes, ha demostrado ser clave para anticipar y prevenir posibles fallas en los equipos, esto se complementa con una adecuada gestión de repuestos y la generación oportuna de avisos de mantenimiento.

Por otro lado, el seguimiento de métricas como el porcentaje de cumplimiento de mantenimientos preventivos y la distribución entre mantenimientos eléctricos y mecánicos, permiten evaluar la efectividad de las estrategias de mantenimiento implementadas, lo que facilita la toma de decisiones para optimizar la programación y asegurar la continuidad de la producción.

La reducción de tiempos de paro no planificados, gracias a una gestión proactiva del mantenimiento, se traduce en un aumento de la capacidad de producción de la planta. Esto se refleja en un porcentaje menor de horas de paro respecto a la capacidad total de producción, lo cual contribuye a la mejora de la eficiencia operativa y la competitividad de Nexans.

En conclusión, la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en Nexans ha demostrado ser una estrategia efectiva para asegurar la disponibilidad y el desempeño óptimo de los equipos de producción. Al anticipar y prevenir fallas, se logra minimizar

el impacto de las interrupciones no planificadas, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa, calidad de los productos y sostenibilidad a largo plazo de la empresa.

Desde otra perspectiva la empresa Nexans brindó aportes significativos en la formación del practicante al permitirle un acercamiento al ámbito industrial y profesional, dando la oportunidad de conocer las distintas normativas y estrategias implementadas en empresas de éxito multinacional. Asimismo, tuvo la oportunidad de participar en los distintos protocolos de control como auditorías realizadas por la casa matriz. Experiencia que le permite reconocer las dinámicas y prever los procesos y respuestas en futuras ocasiones.

5. Fórmulas

$$\% \text{ de mantenimientos realizados} = \frac{\text{Mantenimiento Realizados}}{\text{Mantenimientos Programados}}$$

$$\% \text{ de mantenimientos por tipo} = \frac{\text{Tipo de mantenimiento Realizado}}{\text{Mantenimientos Realizados}}$$

$$\text{producción semanal} = \text{toneladas por turno} \times \text{turnos trabajados}$$

$$\text{horas de paro programado} = \text{mantenimientos completados} \times 8$$

$$\% \text{ horas de paro programado} = \frac{\text{horas de paro programado}}{\text{Horas productivas}}$$

$$\% \text{ tipo de máquinas} = \frac{\text{cantidad tipo de máquinas A o B}}{\text{Total de máquinas en planta}}$$

$$\% \text{ horas productivas} = \frac{\text{Total de máquinas en planta}}{\text{horas totales del mes}}$$

$$\% \text{ BDT por tipo de máquina} = \text{Promedio \% BDT máquinas tipo A o B}$$

Referencias

- [1] Nexans. (2018). *Centelsa by Nexans*. Obtenido de Centelsa by Nexans: <https://www.nexans.co/es/company/Nexans-in-Colombia.html>
- [2] Nexans. (2018). *Centelsa by Nexans*. Obtenido de Centelsa by Nexans: <https://www.nexans.co/es/company/Misión-y-Propósito.html>
- [3] Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance II*. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing. Obtenido de <https://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2013/11/Reliability-Centered-Maintenance-II.pdf>
- [4] Pérez Rondón, F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33276>
- [5] Gheidar-Kheljani, J., & Govaresaki, M. H. (2017). Developing the Wireman Model for Assessing Maintenance Management and transcending it to the High Level of a Technical Organization. *Journal of Management and Social Studies; Hossein Beigian*, 4, 18-30.
- [6] Campbell, J. D., & Reyes-Picknell, J. V. (2016). *Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management*. Boca Raton: CRC Press.
- [7] Rastegari, A., & Salonen, A. (2016). Strategic maintenance management: Formulating maintenance strategy. *COMADEM: International Journal of Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management*.
- [8] Dr. G.V. Satya Sekhar MBA, P. (2017). *The Management of Mutual Funds*. Cham: Springer International Publishing AG.
- [9] Yanrong LI, S. P. (2020). A review of condition-based maintenance: Its prognostic and operational aspects. *Frontiers of Engineering Management*, 1-13.

- [10]Nannan Hua, X. S. (2018). Review on Prognostics and Health Management. *Advances in Computer Science Research*, 176-182.
- [11]Werner Kritzinger, M. K. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. 2018, *IFAC (International Federation of Automatic Control)* (págs. 1016-1022). Vienna: Elsevier.
- [12]Catalano, T. (2020). *Application of Project Management Principles to the Management of Pharmaceutical R&D Projects*. Cham: Springer.
- [13]Deming, W. E. (1989). *CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD LA SALIDA DE LA CRISIS*. Madrid: Diaz de Santos.
- [14]Juran, J. M. (1999). *JURAN'S QUALITY HANDBOOK*. New York: McGraw-Hill.
- [15]Nexans. Orden de mantenimiento preventivo (s.f). Bucaramanga.
- [16]Nexans. Orden de mantenimiento correctivo. (s.f). Bucaramanga
- [17]Nexans. Resumen de avisos. (s.f). Bucaramanga
- [18]Nexans. Solicitud de insumos y repuestos y materiales. (s.f). Bucaramanga
- [19]Nexans. Supervisión y control de montacargas propios. (s.f). Bucaramanga
- [20]Nexans. Supervisión y control de estibadoras y montacargas. (s.f). Bucaramanga