

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE LA MÁQUINA ENCELOFANADORA DLL 320 DE LA
EMPRESA BAÜER EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**CARLOS ALEXIS SOTO
CESAR ROBERTO CASTRO MOGOLLON
JHONATAN DIAZ**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA DESARROLLO EMPRESARIAL
BOGOTÁ D.C**

2011

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE LA MÁQUINA ENCELOFANADORA DLL 320 DE LA
EMPRESA BAÜER EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

CARLOS ALEXIS SOTO

CESAR ROBERTO CASTRO MOGOLLON

JHONATAN DIAZ

**INFORME FINAL DE SEMINARIO EN TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE
PROCESOS INDUSTRIALES**

DOCENTES ASESORES

ESP. ING. RUBÉN DARIO BUITRAGO

ING. HENRY CORTÉS CASTILLO

ING. PEDRO ELADIO GARCIA BENAVIDES

Msc. RAFAEL ORLANDO PAEZ DÍAZ

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROGRAMA DESARROLLO EMPRESARIAL

BOGOTÁ D.C

2011

Nota de aceptación

Director del Proyecto

Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C , Julio de 2011.

Dedicado a nuestras familias, gracias por su apoyo, esfuerzo y paciencia durante estos días.

Agradecemos a todos nuestros amigos y compañeros que hicieron más fácil este difícil trayecto.

Agradecemos a los trabajadores de la empresa BAÜER, quienes nos colaboraron y nos ofrecieron todo su conocimiento para llevar a cabo este proyecto.



CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| 0. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 6 |
| 1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 7 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN | 9 |
| 1.3 OBJETIVO GENERAL | 10 |
| 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 11 |
| 1.5 MARCO REFERENCIAL | 12 |
| 1.5.1 MARCO TEORICO | 12 |
| 1.5.1.1 Gestión de Mantenimiento Industrial | 12 |
| 1.5.1.1.1 Definición de Mantenimiento | 12 |
| 1.5.1.1.2 Historia de Mantenimiento | 12 |
| 1.5.1.1.3 Importancia del Mantenimiento | 13 |
| 1.5.1.1.4 El Proceso de Gestión de Mantenimiento en los Activos | 14 |
| 1.5.1.1.5 Tipos de Mantenimiento | 15 |
| 1.5.1.1.6 Fallas | 17 |
| 1.5.1.1.7 Análisis de criticidad | 19 |
| 1.5.1.1.8 Análisis de Modos y Efectos de Falla | 20 |
| 1.5.1.2 Expresión Grafica | 21 |
| 1.5.1.3 Tecnologías Ambientales en los Procesos Industriales | 21 |
| 1.6 DISEÑO METODOLÓGICO | 23 |
| 1.6.1 Análisis | 23 |
| 1.6.2 Diseño | 23 |
| 1.6.3 Desarrollo | 23 |
| 2. EXPRESIÓN GRÁFICA | 24 |
| 3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | 25 |
| 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA ENCELOFANADORA DLL-320 | 25 |
| 3.2 FOTO DE LA ENCELOFANADORA DLL-320 | 26 |
| 3.3 INFORMACIÓN GENERAL DE LA ENCELOFANADORA DLL-320 | 27 |
| 3.4 FICHA TÉCNICA DE LA ENCELOFANADORA DLL-320 | 27 |
| 3.5 PARTES DE LA ENCELOFANADORA DLL-320 | 28 |
| 3.5.1 Rodillos de Sellado | 29 |
| 3.5.2 Sistema de sincronización | 30 |
| 3.5.3 Programador de Levas | 30 |
| 3.5.4 Fuente de Voltaje | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.5.5 Relevos | 31 |
| 3.5.6 Controladores de temperatura | 32 |
| 3.5.7 Interface Hombre – Máquina | 32 |
| 3.5.8 Variadores de Frecuencia | 33 |
| 3.5.9 Reguladores de Precisión de Presión | 33 |
| 3.5.10 Detectores de faltante de Aluminio | 34 |
| 3.5.11 Válvulas de Escape Rápido | 34 |
| 3.5.12 Conectores Multipolo | 35 |
| 3.6 Protocolo de Mantenimiento según el Plan de Mantenimiento Preventivo | 35 |
| 3.6.1 Instrumentos Críticos | 36 |
| 3.6.2 Instrumentos No Críticos | 36 |
| 3.6.3 Materiales en Contacto con el Producto | 37 |
| 3.6.4 Equipos Auxiliares | 37 |
| 3.6.5 Sistemas de Apoyo | 37 |
| 3.7 A.M.E.F. Máquina Encelofanadora DLL.320 | 39 |
| | |
| 4. TECNOLOGÍAS AMBIENTALES EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES | 40 |
| 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TABLETAS | 40 |
| 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TABLETAS | 42 |
| 4.3 EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | 43 |
| 4.4 MATRIZ MED | 47 |
| | |
| 5. RECOMENDACIONES | 48 |
| | |
| 6. CONCLUSIONES | 49 |
| | |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 50 |
| | |
| ANEXOS | 51 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|-----------|
| Tabla 1. Proyecto DLL-320 | 8 |
| Tabla 2. Información General de la Encelofanadora DLL-320 | 27 |
| Tabla 3. Ficha Técnica de la Encelofanadora DLL-320 | 27 |
| Tabla 4. Partes de la Encelofanadora DLL-320 | 29 |
| Tabla 5. Instrumentos Críticos | 36 |
| Tabla 6. Instrumentos No Críticos | 37 |
| Tabla 7. Materiales en Contacto con el Producto | 37 |
| Tabla 8. Sistemas de Apoyo | 38 |
| Tabla 9. A.M.E.F. Máquina Encelofanadora DLL.320 | 39 |
| Tabla 10. Activo utilizado en proceso Dosificación | 43 |
| Tabla 11. Activo utilizado proceso Pesado | 43 |
| Tabla 12. Activo utilizado proceso Pulverizado | 43 |
| Tabla 13. Activo utilizado proceso Filtrado | 44 |
| Tabla 14. Activo utilizado proceso Mezclado | 44 |
| Tabla 15. Activo utilizado proceso Secado | 44 |
| Tabla 16. Activo utilizado proceso Granulado | 45 |
| Tabla 17. Activo utilizado proceso Recubrimiento | 45 |
| Tabla 18. Activo utilizado proceso Entabletado | 45 |
| Tabla 19. Activo utilizado proceso Inspección y Empaque | 46 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-----------|
| Figura 1. Foto Encelofanadora DLL-320 | 26 |
| Figura 2. Partes de la Encelofanadora DLL-320 | 28 |
| Figura 3. Rodillos de Sellado | 29 |
| Figura 4. Rodillos de Sellado | 29 |
| Figura 5. Sistema de Sincronización | 30 |
| Figura 6. Sistema de Sincronización | 30 |
| Figura 7. Programador de Levas | 30 |
| Figura 8. Fuente de Voltaje | 31 |
| Figura 9. Relevos | 31 |
| Figura 10. Controlador de temperatura | 32 |
| Figura 11. Interface Hombre-Máquina | 32 |
| Figura 12. Variadores de Frecuencia | 33 |
| Figura 13. Reguladores de Precisión de Presión | 33 |
| Figura 14. Detectores de faltante de Aluminio | 34 |
| Figura 15. Válvulas de Escape Rápido | 34 |
| Figura 16. Conectores Multipolo | 34 |
| Figura 17. Diagrama de flujo Proceso de Producción de Tabletas | 42 |
| Figura 18. Matriz MED | 47 |

0. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se encontraran herramientas encaminadas al área industrial, las cuales son el mantenimiento preventivo, la gestión ambiental y un software como lo es autocad 2010 quienes fueron actores principales para el estudio de trabajo que se realizo y que permitieron el buen desarrollo del objetivo general que se dio como propuesta. Así paso a paso se ira relatando teorías de autores quienes plasman su punto de vista sobre investigaciones realizadas y hacen alusión de la importancia de las herramientas ya mencionadas.

No se puede excluir que el mantenimiento preventivo también lleva a una serie de inconvenientes que originan el no aprovechamiento de la vida útil completa del equipo y que a su vez puede generar el aumento de gastos y disminuye la disponibilidad, si de forma conveniente no se elije la frecuencia de toda acción preventiva.

Si bien hablamos de mantenimiento es necesario hablar de gestión ambiental la cual también aplica para el estudio de caso y que en la actualidad es requisito de toda empresa para el funcionamiento de los sus activos y de si misma.

Para una adecuada gestión ambiental es necesario ejecutar una metodología definiendo los vectores ambientales donde se sitúe los impactos tales como el consumo de energía, manejo de residuos sólidos y aguas residuales. Es necesario en la identificación de los riesgos ambientales comprender la actividad generadora de impacto significativo.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este trabajo está orientado a la evaluación y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo de la maquina encelofanadora DLL 320, de la empresa BAÜER, en la ciudad de Bogotá; con el cual se busca la optimización del activo, y demostrar que es más rentable un mantenimiento preventivo, que uno correctivo. Además se levantarán los planos correspondientes a la encelofanadora DLL-320, con el programa de diseño asistido por computador Autocad 2010, encontrando posibles mejoras, y se terminará con un análisis de impacto ambiental por medio de la matriz MED.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, la máquina encelofanadora DLL-320, no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, se ha venido trabajando con las recomendaciones del proveedor, las cuales indican que se le debe practicar un mantenimiento general a la máquina de forma anual.

Durante el último año, la máquina ha sufrido problemas con algunas de sus piezas, las cuales ha tocado reemplazar de inmediato, ya que esto ha generado paradas en la línea de producción, ocasionando un deficiente funcionamiento de la encelofanadora DLL-320.

A continuación se encontrara un resumen detallado de la pieza cambiada o labor realizada con su respectico costo. Esta tabla relaciona los cambios hechos durante 10 meses, tiempo menor al indicado por el fabricante.

Tabla 1. Proyecto DLL-320

| Proyecto DLL 320 | | | |
|------------------|---|----------------------|----------------------|
| # | PIEZA | PROVEEDOR | VALOR |
| 1 | Controles de temperatura cromalox | Instruelectronic | \$ 1.255.500 |
| 2 | PLC, pantalla, reles, sensores inductivos, fuente | Colsein | \$ 6.133.204 |
| 3 | Presostato y valvulas de escape rapido | Micro | \$ 353.465 |
| 4 | Juego de Rodillos 2 | Meprecol | \$ 18.328.000 |
| 5 | Variador Yakawa para motor banda transportadora | Variadores S.A. | \$ 1.143.760 |
| 6 | Cofre para tablero en acero inox con codos y giro a 90° | tecinox | \$ 916.400 |
| 7 | Reguladores y manometros Festo 2 | Festo | \$ 1.446.039 |
| 8 | Soportes encoder, bujes para ejes, disco con corredera, rueda de 4" | Meprecol | \$ 374.680 |
| 9 | Cables, canaleta, libretas dexson, tomas y clabijas | Codelec | \$ 677.013 |
| 10 | valvula escape rapido y conectores rectos | Micro | \$ 93.068 |
| 11 | Tornilleria en inox para cambio | RVD | \$ 238.496 |
| 12 | Variador Yakawa para motor principal | Variadores S.A. | \$ 1.135.000 |
| 13 | Soportes sensores y laminas | Montajes integrales | \$ 208.800 |
| 14 | Placa con características del equipo cantidad 2 | Grabados nacionales | \$ 117.600 |
| 15 | Accesorios neumaticos | Micro | \$ 2.463.559 |
| 16 | Cadenas y rodamientos | Casa sueca | \$ 793.916 |
| 17 | Rodamientos para cuchillas | Casa sueca | \$ 689.040 |
| 18 | Fabricacion piezas en acero inox y placas en duraluminio | Meprecol | \$ 3.273.520 |
| 19 | Cromado y fabricacion de partes | Metal mecanica P y S | \$ 1.020.000 |
| 20 | Sensor capacitivo 30 mm pnp | Instrumatic | \$ 334.080 |
| 21 | Cable encauchetado y prensaestopas | Codelec | \$ 274.549 |
| TOTAL | | | \$ 41.269.689 |

Fuente BAÜER (Proyecto DLL-320)

1.2 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo es realizado con el fin de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante los cinco semestres de la carrera Técnico Profesional en Desarrollo Empresarial, y el seminario de nivelación a Tecnología en Gestión de Procesos Industriales, al tomar un problema real y aplicar toda la metodología concerniente al área industrial, vista desde las partes de Mantenimiento Industrial, de Expresión Gráfica, de Tecnologías ambientales y la Investigación; área que es nuestro fuerte como futuros Ingenieros Industriales.

Es de resaltar que este informe es la pieza clave para nosotros poder optar al título Tecnólogo en Gestión de Procesos Industriales, ya que en este trabajo queda plasmado todo lo aprendido y lo que nos ayudará a ser profesionales calificados para desenvolvernos en un ámbito laboral más adecuado.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta que permita la optimización de la máquina encelofanadora DLL-320, por medio de un plan de mantenimiento preventivo y un análisis de riesgos ambientales; ubicada en la empresa BAÜER en la ciudad de Bogotá D.C.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar por medio de un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF), las piezas más críticas de la máquina, para diseñar un plan de mantenimiento preventivo a la encelofanadora DLL-320.
- Diseñar la maquina y las piezas que la componen las cuales son caso de estudio, dicho diseño se hará por medio del software AUTOCAD 2010.
- Evaluar por medio de la matriz MEG los materiales, consumo y desechos que pueda generar el activo, observando así el impacto ambiental que este genere y permita crear una estrategia que reduzca los problemas que presente en el medio ambiente.

1.5 MARCO REFERENCIAL

1.5.1 MARCO TEORICO

1.5.1.1 Gestión de Mantenimiento Industrial

1.5.1.1.1 Definición de Mantenimiento

La European Federation of National Maintenance Societies (EFNMS), define la palabra mantenimiento como todas las acciones (técnicas y administrativas) que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida¹.

1.5.1.1.2 Historia de Mantenimiento

La historia de mantenimiento acompaña el desarrollo Técnico-Industrial de la humanidad. Al final del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones.

Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación o producción.

Con el advenimiento de la primera guerra mundial y de la implantación de la producción en serie, fue instituida por la compañía Ford-Motor Company, fabricante de vehículos, las fabricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sentir la necesidad de crear equipos de que pudieran efectuar el mantenimiento de las maquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocida como mantenimiento correctivo. Esa situación mantuvo hasta la década del año 30, cuando en función de la segunda guerra mundial, y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, la alta administración industrial se preocupó, no solo en corregir fallas, sino evitar que estos ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento, pasó a desarrollar el proceso del mantenimiento preventivo, de las averías que, juntamente con la corrosión, completaban el cuadro general de mantenimiento como de la operación o producción.

Por el año de 1950, con el desarrollo de la industria para atender a los esfuerzos de la post-guerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observan que, en muchos casos, el tiempo de parada de la producción, para diagnosticar las fallas, eran mayor, que la ejecución de la reparación; el da lugar a seleccionar un equipo de especialistas para componer un órgano de asesoramiento a la producción que se llamó

¹ <http://www.efnms.org>

«Ingeniería de Mantenimiento» y recibió los cargos de planear y controlar el mantenimiento preventivo y analizar causas y efectos de las averías.

A partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas al final del periodo anterior, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento, pasa a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, visando la optimización de la actuación de los equipos de ejecución de mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento PREDICTIVO O PREVISIVO, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. Como así también hay otros tipos de mantenimiento, de precisión, mantenimiento clase mundial, (pro activo) y hoy mejora continua.

Hoy en día, en las industrias, el mantenimiento cobra un sentido de amplia relevancia, debido a muchos factores como el acelerado desarrollo del mundo contemporáneo, donde se exige cada vez más en aspectos tales como calidad, tiempos de procesos, tiempos de fabricación, tiempos de entrega etc. Es por ello que la industria actual no puede atrasarse y cada vez busca alternativas de solución para satisfacer sus necesidades.

Pero no solo se queda la búsqueda en el mantenimiento, sino que profundiza en el concepto y analiza posibilidades de evitar las fallas, y es por ello que se desarrollaron los conceptos de mantenimiento predictivo y preventivo, y por tanto, también se crearon, y se siguen creando, diversos métodos, herramientas y técnicas para facilitar estos estudios.

1.5.1.1.3 Importancia del Mantenimiento

El mantenimiento dentro de la industria es el motor de la producción, sin mantenimiento no hay producción.

El mantenimiento es un proceso en el que interactúan maquina y hombre para generar ganancias, las inspecciones periódicas ayudan a tomar decisiones basadas en parámetros técnicos, ya que cada equipo está sujeto a normas constantes de mantenimiento.

La calidad de mantenimiento que se provea a cada uno de los elementos, es de suma importancia, tener una visión a futuro, planificar y programar el mantenimiento para cubrir toda el área en el tiempo, ya sea a mediano o largo plazo, ayuda, además, a reducir costos de repuestos y materiales, para un mejor desempeño de los equipos o instalaciones.

El mantenimiento está enfocado en la mejora continua y prevención de fallas, para asegurar que todas las tareas de mantenimiento se hagan correcta y eficientemente.

1.5.1.1.4 El Proceso de Gestión de Mantenimiento en los Activos

La gestión de mantenimiento, consiste en dar solución a un problema que se compone de dos elementos claves: “conocer claramente que tipo de acciones hay que tomar sobre los equipos o activos, y estar en la capacidad de ejecutarlas oportunamente”. O como se diría coloquialmente “saber que hacer y poder hacerlo”. Este enfoque nos remite a una filosofía de mantenimiento que se compone de tres partes fundamentales, como lo son:

- Un modelo analítico de mantenimiento conformado por diagramas que modelan el comportamiento en términos de mantenibilidad y confiabilidad, con el cual podemos definirse manera analítica el tipo de acciones que deben ser tomadas sobre los equipos, la periodicidad de estas acciones, los costos y las mejoras de desempeño obtenibles.
Los resultados que obtenemos de este modelo son planes de mantenimiento, estrategias de optimización y todas las acciones que deben ser tomadas para su consecución.
- Un modelo de gestión conformado por diagramas que modelan el comportamiento que debe seguir la organización de mantenimiento para ejecutar de manera efectiva las acciones requeridas sobre los equipos (definidas en el modelo analítico de mantenimiento).
- Una estrategia de medición e indicadores que permita tener evidencia directa del grado de éxito alcanzado y que permita identificar si las restricciones ocasionales son producto de una inadecuada descripción de las fallas o de los problemas asociados a la apropiada coordinación de las partes que se involucran en la organización.

El modelo de gestión de mantenimiento de activos nos conduce a la optimización de todas las estrategias de mantenimiento, bien sea predictivo, preventivo o correctivo; a través del desarrollo de sí mismo, el cual debe estar soportado por procesos que permitan direccionar de manera efectiva los recursos de mantenimiento disponibles, tales como personal, repuestos, equipos, herramientas, entre otros.

El modelo de gestión se ha convertido en una herramienta clave para asegurar la efectividad de procesos de toma de decisiones que:

- Asignen responsabilidades claras y permitan la valoración cuantitativa de su cumplimiento y efectividad.
- Identifiquen los ahorros de manera continua y consistente.
- Cuantifiquen riesgos.
- Pronostiquen falla.
- Sean fluidos y prácticos.

- Aprovechen los beneficios de la tecnología disponible en gestión de activos.
- Se enfoquen en el desempeño y den soporte a requerimientos futuros.

El pilar del modelo de gestión de mantenimiento de activos es el proceso de Recolección y Análisis de Información de Mantenimiento, en el cual se sujeta la información de equipos, eventos de falla y trabajos de mantenimiento de acuerdo a los parámetros de la norma ISO 14224 – *Recolección e Intercambio de Información de Confiabilidad y Mantenimiento de equipos de la Industria del Petróleo y Gas Natural*.² Este proceso es utilizado para realizar estudios en las áreas de confiabilidad, eficiencia, mantenibilidad, seguridad y medio ambiente.

1.5.1.1.5 Tipos de Mantenimiento

El mantenimiento puede ser de diversos tipos.

Reparación de una avería

El tipo más elemental de mantenimiento es el de la reparación de una avería, el cual consiste en las actividades necesarias para restablecer u un servicio cortado o deteriorado por un fallo de algún elemento de la instalación. Su característica más importante es que debe procurar por que haya pocas averías y que estas duren lo menos posible. La segunda característica se basa en que la avería debe resolverse rápidamente aunque la instalación quede en un estado precario, es decir, lo importante no es dejar la instalación como estaba, o mejor antes de la avería, sino minimizar el tiempo que dura esta.

Mantenimiento Correctivo

El segundo tipo es el denominado Mantenimiento Correctivo, el cual consiste en las acciones necesarias para dejar el equipo en el estado en el que se encontraba antes de la avería. Su principal característica es que al ver el estado del equipo tras repararse la avería, se debe decidir si conviene mejorar el equipo.

El mantenimiento correctivo tiene algunas ventajas como que no genera gastos, pues sólo se gasta dinero cuando está claro lo que se necesita hacer, ofreciendo a corto plazo un buen resultado económico; no es necesario programar ni prever ninguna actividad.

El mantenimiento correctivo implica que la producción se vuelva impredecible y poco fiable al descuidar tareas importantes, implica asumir riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes, implica que la vida útil del equipo se acorte, se impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, entre otras.

² Norma ISO 14224 (Petroleum and Gas Natural Industries). International Organization for Standardization. 1998.

Mantenimiento Preventivo

El tercer tipo de mantenimiento es el llamado Mantenimiento Preventivo, que consiste en efectuar determinadas revisiones a los elementos de un equipo, independientemente de que se haya averiado o funcione correctamente.

Este mantenimiento se ejecuta de manera planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina o equipo y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de la máquina.

La revisión periódica de un equipo tiene algunas ventajas: permite minimizar el número y consecuencias de las averías al vigilar el estado de los elementos que la constituyen y posibilitar la reparación o la reposición programadas; permite alargar la vida útil del equipo o al menos evitar la degradación imprevista reduciendo el número de fallas y tiempos muertos; reduce los niveles de inventario en stock mejorando la utilización de los resultados y optimizando la relación beneficio – costo.

El mantenimiento preventivo implica altos costos iniciales, al momento de su implantación, y que se pueda ver afectada la disponibilidad operacional del equipo o máquina.

Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

La información más importante que arroja este tipo de seguimiento de los equipos es la tendencia de los valores, ya que es la que permitirá calcular o prever, con cierto margen de error, cuando un equipo fallará; por ese el motivo se denominan técnicas predictivas.

Frente al mantenimiento sistemático tiene la ventaja indudable de que en la mayoría de las ocasiones no es necesario realizar grandes desmontajes, y en muchos casos ni siquiera pararla. Si tras la inspección se aprecia algo irregular se propone o se programa una intervención. Además de prever el fallo catastrófico de una pieza, y por tanto, pudiendo anticiparse a éste, las técnicas de mantenimiento predictivo ofrecen una ventaja adicional: la compra de repuestos se realiza cuando se necesita, eliminando pues stocks y altos inventarios.

1.5.1.1.6 Fallas

Una falla es el deterioro o desperfecto en las instalaciones, máquinas o equipos que no permiten su normal desempeño. Estas fallas se pueden catalogar como: fallas por desgaste, fallas por fatiga, fallas por fractura o fallas por flujo plástico.

Las fallas por desgaste, generalmente se presentan cuando hay pérdida de material en la superficie del elemento; puede ser abrasivo, adhesivo y corrosivo. Se puede catalogar como una falla de lubricación (tipo de lubricante).

Fallas por fatiga superficial, a consecuencia de los esfuerzos cíclicos de tensión, compresión y esfuerzo cortante sobre una superficie, los cuales dan como resultado grietas profundas de fatiga que causan finalmente la presencia de picaduras y escamas.

Fallas por fractura las cuales se pueden presentar del tipo frágil o dúctil, su huella debe ser analizada para encontrar el motivo de la falla. La pieza queda inservible, generalmente es causada por el fenómeno de la fatiga.

Fallas por flujo plástico en las cuales se presenta deformación permanente del material; es causado por presencia de cargas que generan esfuerzos superiores al límite elástico del material

Se puede decir que existe una falla cuando la pieza o equipo queda completamente inservible, cuando a pesar de que funciona no cumple su función satisfactoriamente y cuando su funcionamiento es poco confiable debido a los riesgos que presenta.

Generalmente una falla es el resultado de un mal diseño, al tener insuficientes criterios de diseño por no tener la información suficiente sobre los tipos y magnitudes de las cargas especialmente en piezas complejas, o al hacer cambios del en el diseño sin tener en cuenta los factores elevadores de los esfuerzos, o debido a errores al no considerar adecuadamente los efectos de las entallas; resultado de una mala selección de material, al tener datos poco exactos del material ,como ensayos de tensión o dureza, al emplear criterios erróneos en la selección de materiales y principalmente por darle mayor importancia al costo del material que a su calidad; resultado de imperfecciones del material o los materiales debido a segregaciones, porosidades, incrustaciones, grietas generadas durante el proceso, que puedan conducir a la falla del material, resultado de imperfecciones en el proceso y/o de su fabricación, ya que las marcas del maquinado pueden originar grietas que conducen a la falla, debido a esfuerzos residuales causados en el proceso de formación en frío o en el tratamiento térmico, que no se hacen bajo las normas establecidas teniendo en cuenta la temperatura, el tiempo del proceso, el medio de enfriamiento o la velocidad, debido a recubrimientos inadecuados o a soldaduras y/o reparaciones inadecuadas ; es el resultado de errores en el servicio y en el montaje, errores en

el control de calidad, mantenimiento y reparación, resultado de factores ambientales que puedan intervenir o porque puedan recibir sobrecargas.

Inspección de Fallas

Consiste en la observación de la superficie de la fractura y de la pieza fallada en general. Para tratar de hallar el tipo u origen de la falla se debe tener un amplio conocimiento de los tipos de fallas y saber interpretar las pistas que nos puede dar el aspecto de la falla.

La inspección de falla en campo se debe hacer tan pronto como sea posible. Se deben tomar fotografías (a color) y hacer anotaciones de todos los detalles que se observen.

En una inspección se debe determinar:

1. Localización de las piezas rotas respecto a cada una de las otras.
2. Identificación del origen de la falla.
3. Orientación y magnitud de los esfuerzos.
4. Dirección de propagación de la grieta y secuencia de la falla.
5. Presencia de oxidación, colores de temperatura o productos de corrosión.
6. Presencia de defectos obvios en el material, concentración de esfuerzos, etc.
7. Presencia de peligros secundarios no relacionados con la falla principal.

Además es importante hablar con los operarios, ya que pueden suministrar datos o pistas importantes para el posterior análisis, indagar por la presencia de ruidos, vibraciones, o temperaturas anormales.

Es importante escoger las muestras del material y de los fluidos presentes, preservando muy bien las superficies de fractura para hacer pruebas de laboratorio. La recopilación ordenada de los datos y observaciones hechas en el sitio del accidente permitirán hacer un acertado análisis.

Se debe tener una historia de cada pieza o equipo (esto generalmente se hace en el programa de mantenimiento). De ser posible se debe examinar esta información antes de visitar el sitio del accidente. Esto permitirá hacer una estimación en forma más inteligente.

La información que se necesita es:

1. Nombre de la pieza, identificación, propietario, usuario, fabricante.
2. Función que cumple.
3. Datos de la historia de servicio.
4. Discusión u opinión de los operarios que la han utilizado.
5. Material de fabricación.

6. Procesos de manufactura y métodos de fabricación.
7. Tratamientos térmicos aplicados.
8. Documentación de los Estándares y técnicas usadas en la inspección.
9. Fecha y tiempo de falla, con temperatura y condiciones ambientales.
10. Documentación de los Estándares de diseño y cálculos modificados en el diseño.
11. Conjunto de planos, incluyendo cualquier modificación hecha en manufactura o en montaje.

Al analizar los datos recopilados en las inspecciones se debe plantear una hipótesis para contrastarla con ellas. Este método de análisis permitirá confirmar o descartar los supuestos hechos al pretender encontrar el origen de la falla. En esta etapa es comúnmente escuchar y analizar las opiniones de los expertos.

Al dar un diagnóstico sobre la falla de una pieza es necesario plantear o dar soluciones para cada caso. La falta de esto haría inútil el trabajo realizado en las inspecciones.

1.5.1.1.7 Análisis de criticidad

El Análisis de Criticidad es la herramienta que permite establecer niveles jerárquicos en sistemas, equipos y componentes en función de los impactos globales que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. Es el análisis de confiabilidad que establece un orden de prioridades de mantenimiento sobre una serie de instalaciones y equipos, otorgando un valor numérico o estatus, en función de una matriz que combina la condición actual del equipo, el nivel de producción de cada equipo o instalación, el impacto ambiental y de seguridad, la producción. Establecer un orden de prioridades, que dependerá de la estructura jerárquica del proceso³.

Un Análisis de Criticidad se realiza definiendo el alcance y objetivo para el estudio, estableciendo los criterios de importancia, seleccionando o diseñando un método de evaluación que permita jerarquizar los sistemas objeto de estudio.

Cuando se hace mención a criterios de importancia se refiere a los siguientes aspectos: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, frecuencia de falla, tiempo promedio para reparar, entre otros.

Un Análisis de Criticidad se debe aplicar cuando estén presentes los siguientes requerimientos:

- Establecer líneas de acciones prioritarias en sistemas complejos.
- Solventar problemas con pocos recursos
- Determinar el impacto global de cada uno de los sistemas, equipos y componentes presentes en el negocio.

³ Introducción a la Confiabilidad Operacional. CIED. (2000).

- Aplicar las metodologías de Confiabilidad Operacional⁴.

1.5.1.1.8 Análisis de Modos y Efectos de Falla

El A.M.E.F es un método que nos permite determinar los modos de fallas de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan. De esta forma se podrán clasificar las fallas por orden de importancia, permitiéndonos directamente establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando un mayor impacto económico, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Este proceso necesita de cierto período de tiempo para aplicarlo en el estudio de un sistema, un análisis detallado y una documentación acertada para poder generar una jerarquía clara y bien relacionada. Su procedimiento como tal implica las siguientes actividades:

- Definir el sistema: Se refiere a que se debe definir claramente el sistema a ser evaluado, las relaciones funcionales entre los componentes del sistema y el nivel de análisis que debe ser realizado.
- El análisis de los modos de fracaso: Consiste en definir todos los modos de falla potenciales a ser evaluados en el nivel más bajo. Por ejemplo, la pérdida del rendimiento, funcionamiento intermitente, etc.
- Análisis de los efectos de fallas: Define el efecto de cada modo de falla en la función inmediata, los niveles más altos de riesgos en el sistema, y la función misión a ser realizada. Esto podría incluir una definición de síntomas disponible al operador.
- La rectificación (Opcional): Determina la acción inmediata que debe ejecutar el operador para limitar los efectos de las fallas o para restaurar la capacidad operacional inmediatamente, además de las acciones de mantenimiento requeridas para rectificar la falla.
- Cuantificación de la Rata de Fallas (Opcional): Si existe suficiente información, la rata de falla, la proporción de la rata, o la probabilidad de falla de cada modo de fallo deberían ser definidas. De esta forma puede cuantificarse la proporción de fracaso total o la probabilidad de falla asociada con un efecto de un modo de fallo.
- Análisis crítico (Opcional): Nos permite determinar una medida que combina la severidad o impacto de la falla con la probabilidad de que ocurra. Este análisis puede ser cuantitativo o cualitativo.
- Acción correctiva (Opcional): Define cambios en el diseño operando procedimientos o planes de prueba que mitigan o reducen las probabilidades críticas de falla.

⁴ Introducción a la confiabilidad Operacional. CIED. (2000).

Análisis de Modos y Efectos de Fallas Funcionales

Un A.M.E.F. funcional se basa en la estructura funcional del sistema en lugar de los componentes físicos que lo componen. Un A.M.E.F. de este tipo debe utilizarse sí cualquiera de los componentes no tienen identificación física o si el sistema es muy complejo. Es idéntico al A.M.E.F. normal, solo que los modos de fallas son expresados como fallas para desarrollar las funciones particulares de un sub-sistema.

Igualmente el análisis funcional debe considerar las funciones primarias y secundarias, que quieren decir, las funciones para que el sub-sistema está provisto y las funciones que son solamente una consecuencia de la presencia del sub-sistema respectivamente.

1.5.1.2 Expresión Grafica

AUTOCAD es un programa de diseño asistido por computador para dibujo en dos y tres dimensiones; reconocido a nivel mundial por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de cualquier objeto, desde planos de edificios hasta planos de una pequeña pieza, recreándolos en imágenes en 3D.⁵

La función de AUTOCAD es gestionar una base de datos de entidades geométricas como puntos, líneas, arcos, etc; con las que se pueden operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el cual se conoce como el editor de dibujo. La interacción con este software se realiza por medio de comandos, bien sean de edición, de dibujo, de órdenes; a la que el programa está principalmente orientado.⁶

En este programa se dibujan figuras básicas o primitivas, como círculos, líneas, arcos, etc; las cuales con ayuda de las herramientas de edición se pueden crear gráficos más complejos. AUTOCAD también permite organizar los objetos por medio de capas, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color; de igual forma las series de dibujos se modifican mediante el uso de bloques, los cuales posibilitan la definición y modificación de múltiples objetos repetidos. También se tienen los recursos de materiales, texturas, colores, para dar el realismo que se necesita mostrar al crear estos diseños, planos o cualquier elemento que necesitemos diseñar.

1.5.1.3 Tecnologías Ambientales en los Procesos Industriales

Las tecnologías Ambientales en los procesos industriales, nos ayudan a realizar un proceso sistemático para evaluar las consecuencias ambientales de las

⁵ www.autodesk.es/autocad

⁶ www.autodesk.es/autocad

iniciativas propuestas en plan o programa de Gestión Ambiental, para asegurar que estas consecuencias son completamente incluidas y tratadas apropiadamente en la etapa mas temprana de la toma de decisiones, teniendo en cuenta la afectación que puedan tener en los aspectos económico y social.

Los riesgos ambientales son factores importantes que se deben considerar dentro de una institución cualquiera, debido a que la frecuencia y la probabilidad de que un suceso o incidente se pueda presentar en cualquier momento o en un determinado lugar. Con periodicidad se observa que en una institución o empresa se presentan riesgos que están asociados a la infraestructura, al entorno o a los procesos mismos de desarrollo, pero se olvida que si estos no se tratan con oportunidad, las consecuencias podrían ser graves y acarrear a futuro problemas legales, económicos, sociales, patrimoniales y por supuesto ambientales.⁷

⁷ GTC 104 (2004)

1.6 DISEÑO METODOLÓGICO

1.6.1 Análisis

En el proceso de implementar el plan de mantenimiento preventivo de la máquina encelofanadora DLL-320, se tuvo la oportunidad de visitar la empresa BAÜER, con lo que se pudo ver la puesta en marcha y funcionamiento de este activo, tomando un registro fotográfico y un video, en el cual se evidencia su estado actual y los posibles problemas que se entrarían a analizar.

Al hablar con el operario de la máquina, comentó que el tipo de mantenimiento que se le practicaba a la encelofanadora no era preventivo sino correctivo, es decir arreglo al momento de la falla, además de que no se llevan verificaciones diarias de las partes susceptibles a daños, además no se ha revisado a fondo el tema ambiental, ya que esta máquina genera un grado de contaminación por polución que puede ser perjudicial para el operario.

1.6.2 Diseño

Después de analizar la situación de la máquina encelofanadora DLL-320, se comenzó a estructurar la propuesta de mantenimiento preventivo con la cual se espera optimizar este recurso, disminuir los costos de mantenimiento, y el riesgo que pueda representar al operario.

Se elabora un diseño de la máquina encelofanadora DLL-320, en el programa de diseño asistido por computador AUTOCAD, para evaluar y mostrar la estructura de este equipo, que a su vez nos sirve para entender cada una de sus partes.

1.6.3 Desarrollo

Para la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la máquina encelofanadora DLL.320, se desarrollan una serie de formatos de mantenimiento como lo son:

- Orden de mantenimiento.
- Historial de fallos.
- Lista de chequeo (verificación diaria – turno).
- Reporte semanal de mantenimiento.
- Descripción de actividades.

Se hace un análisis de criticidad basado en un AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas), con el fin de mostrar los elementos más propensos a falla.

2. EXPRESIÓN GRÁFICA

Se realizaron los planos correspondientes a la máquina encelofanadora DLL-320, en el programa de diseño asistido por computador AUTOCAD, para dar un entendimiento más profundo a la estructura de este equipo.

Para lograr mostrar una mejor comprensión de este plano, se utilizaron herramientas básicas y avanzadas como lo fueron las de diseño en 3D, con las cuales se crearon regiones a base de líneas múltiples, matrices, intersecciones; para transformar estas zonas de un plano bidimensional a uno tridimensional con las herramientas de extrusión, revolución; para seguir modelando con otras herramientas como diferencia de sólidos, para finalmente dar una visión más real se utilizaron efectos visuales como asignación de materiales, texturas y por último se da una presentación foto realista bajo la herramienta render, para plottear y presentar estos planos.

VER ANEXO A (Plano Vistas)
VER ANEXO B (Plano Detalles)
VER ANEXO C (Plano Detalles)
VER ANEXO D (Plano Detalles)

3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA ENCELOFANADORA DLL-320

La encelofanadora DLL-320, es una máquina que está diseñada para envolver productos bien sea alimenticios o farmacéuticos, en un envase laminar de aluminio con una capa de polietileno denominado ALUMINIO FOIL PE, denominado foil, el cual es sellado herméticamente con un par de rodillos, por medio de transferencia de calor, quedando envasados en forma de capsulas en la que se aloja el producto, permitiendo al mismo presentarlo y protegerlo de la luz, de la humedad, de los golpes; durante las operaciones de manipulación y transporte.

Estos foils suelen utilizarse para productos de tamaño pequeño constituyendo en muchas ocasiones una unidad de venta. Una lámina de aluminio, recubierta con una capa de polietileno sirve de soporte al producto, aprovechándose a menudo para insertar determinados mensajes destinados al usuario como lo son la marca del producto, el logotipo, las instrucciones de manejo, la fecha de fabricación y vencimiento, los ingredientes, el fabricante, entre otras.

Esta encelofanadora se utiliza actualmente para el empaque del producto CEBION.

3.2 FOTO DE LA ENCELOFANADORA DLL-320

Figura 1. Foto Encelofanadora DLL-320



Fuente BAÜER

3.3 INFORMACIÓN GENERAL DE LA ENCELOFANADORA DLL-320

Tabla 2. Información General de la Encelofanadora DLL-320

| Información General de la Encelofanadora DLL-320 | |
|---|--------------------------------------|
| Marca | BAÜER |
| Modelo | DLL |
| Serie | 320 |
| Dimensiones | L 3600 mm x W 955 mm x H 1470 mm |
| Peso Aproximado | 1400kg |
| Ubicación | Área Producción Laboratorio La Santé |

Fuente BAÜER

3.4 FICHA TÉCNICA DE LA ENCELOFANADORA DLL-320

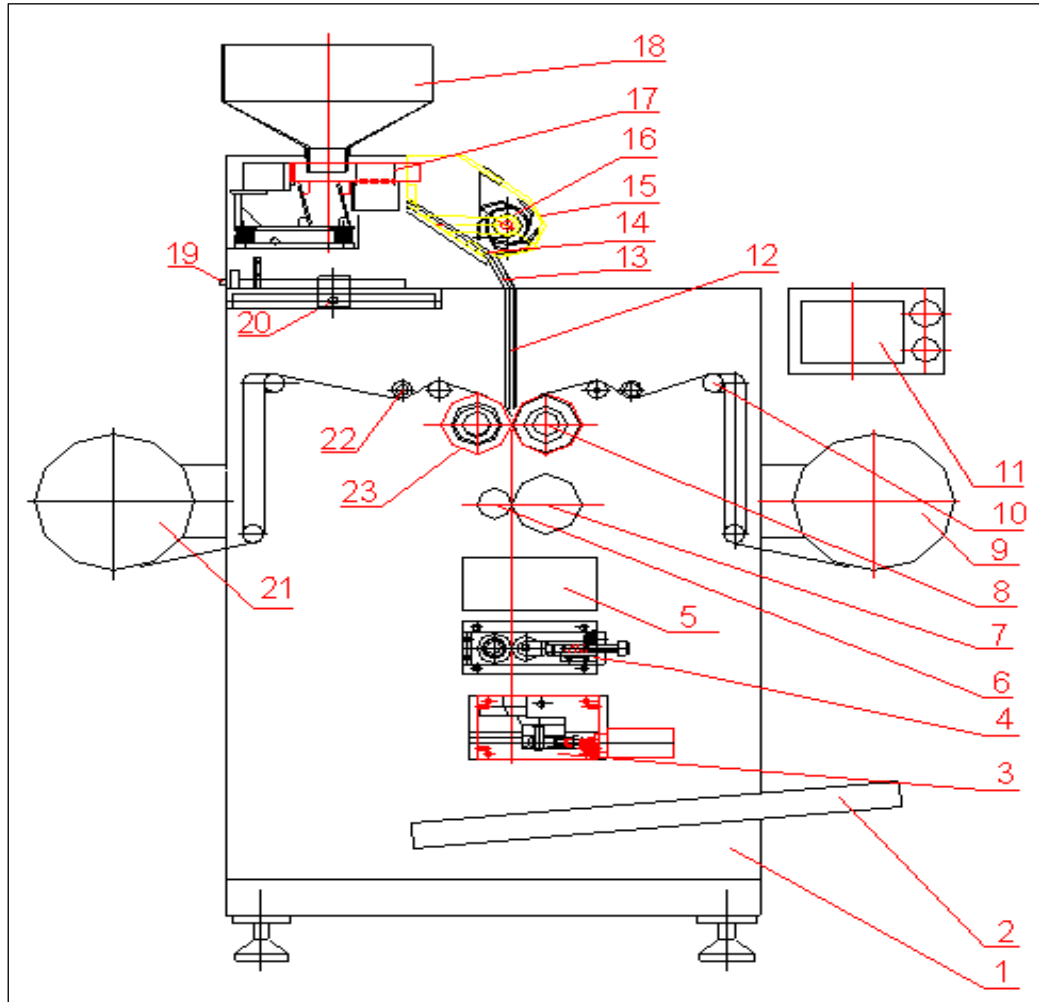
Tabla 3. Ficha Técnica de la Encelofanadora DLL-320

| Ficha Técnica de la Encelofanadora DLL-320 | |
|---|-----------------------------|
| Nombre | Parámetros |
| Equipo para Encelofanar Tabletas con Alu-Alu | |
| Capacidad de Producción | |
| Diámetro de las bobinas de material | Mm |
| Max ancho del material de formado (mm) | Mm |
| Material de formado max 400mm | Mm |
| Material de cubierta (aluminio) max 240mm | |
| Velocidad | 5-100 Veces/m ⁻¹ |

Fuente BAÜER

3.5 PARTES DE LA ENCELOFANADORA DLL-320

Figura 2. Partes de la Encelofanadora DLL-320



Fuente BAÜER

Tabla 4. Partes de la Encelofanadora DLL-320

| (Tabla N°3)- Partes de la Encelofanadora DLL-320 | | | | | |
|--|----------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------------|
| # | NOMBRE | # | NOMBRE | # | NOMBRE |
| 1 | Cuerpo | 9 | Lámina de Aluminio | 17 | Canal de Vibración del Material |
| 2 | Instalación de transporte | 10 | Sección de Enturbamiento | 18 | Embudo de Vibración |
| 3 | Maquinaria de corte | 11 | Monitor | 19 | Regulador Derecho e Izquierdo |
| 4 | Línea de Corte de Presión | 12 | Tablero de Control de Material | 20 | Regulador Frontal y Trasero |
| 5 | Lámina de metal Caliente | 13 | Canal de Material | 21 | Regulador Frontal y Trasero |
| 6 | Carga Asistente No Rodillo | 14 | Canal Superior de Material | 22 | Bloque de Calentamiento |
| 7 | Carga No Rodillo | 15 | Cobertor de Cepillo de Enturbamiento | 23 | Varilla o Barra Redonda Izquierda |
| 8 | Polea Derecha | 16 | Cepillo de Enturbamiento | | |

Fuente BAÜER

A continuación tenemos una breve descripción de las partes más importantes de esta máquina:

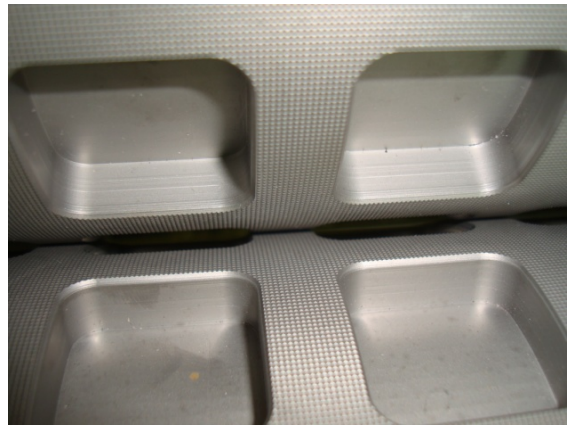
3.5.1 Rodillos de Sellado

Figura 3. Rodillos de sellado



Fuente BAÜER

Figura 4. Rodillos de sellado

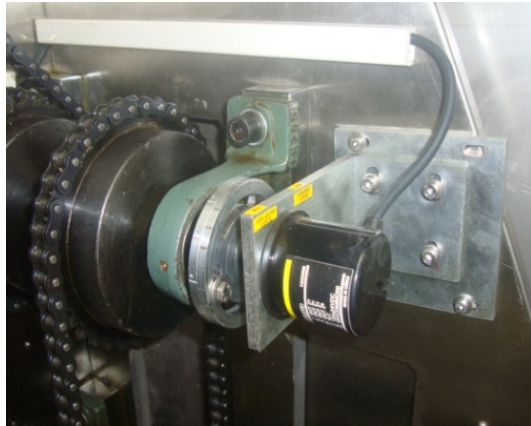


Fuente BAÜER

Los rodillos de sellado fueron construidos en acero martensítico con grafilado. Tras un tratamiento térmico, se obtuvo buena dureza y buenas características de tenacidad, son resistentes a la corrosión, y el grafilado es uniforme.

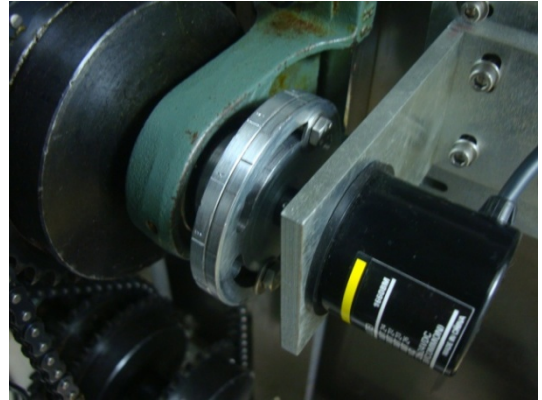
3.5.2 Sistema de sincronización

Figura 5. Sistema de Sincronización



Fuente BAÜER

Figura 6. Sistema de sincronización



Fuente BAÜER

El sistema de sincronización de la maquina se realiza por medio de un encoder absoluto que digitaliza cada posición angular del eje para ser utilizados en la programación específica de la maquina. Este está acoplado al piñón de transmisión que presenta una relación 1 a 1 con el ciclo de la maquina.

3.5.3 Programador de Levas

Figura 7. Programador de Levas



Fuente BAÜER

La maquina cuenta con un programador de levas electrónico que permite la fácil programación y ajuste de los tiempos de las diferentes fases del proceso. Al seleccionar la leva a modificar, moviéndose con los pulsos “cam” es posible anticipar, postergar, incrementar o disminuir cualquiera de las levas electrónicas programadas.

3.5.4 Fuente de Voltaje

Figura 8. Fuente de Voltaje

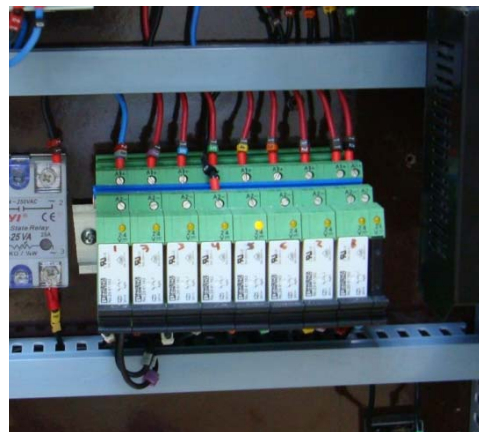


Fuente BAÜER

Ubicada en el tablero de control la fuente instalada marca Phoenix Contac suministra el voltaje DC para todo el sistema de control. Con una capacidad de 5 A.

3.5.5 Relevos

Figura 9. Relevos



Fuente BAÜER

La máquina cuenta con relevos Phoenix Contact a la salida del plc con una característica, que son muy delgados lo que aumenta la eficiencia y aprovechamiento del espacio dentro del tablero de control.

3.5.6 Controladores de temperatura

Figura 10. Controladores de temperatura



Fuente BAÜER

La maquina presenta 2 controladores de temperatura chromalox con sintonización PID de doble display, salida por relevo de estado sólido y código de seguridad entre otras cosas. Logrando así precisión en la indicación y un excelente control de la variable.

Cada controlador se encarga de mantener estable y dentro del rango permitido la temperatura de cada uno de los rodillos.

3.5.7 Interface Hombre – Máquina

Figura 11. Interface Hombre-Máquina



Fuente BAÜER

La máquina cuenta con un brazo para la pantalla, el cual permite más accesibilidad al mando desde la misma, y se ubica en la posición en la que menor desplazamiento genera para poder trabajar. En la parte derecha de la pantalla se ubica la parada de emergencia.

3.5.8 Variadores de Frecuencia

Figura 12. Variadores de Frecuencia



Fuente BAÜER

Cuenta con una velocidad variable en la banda que recibe los foils, ya que es independiente este sistema de la transmisión de la maquina, y lo complementa un motor reductor con variador de frecuencia.

3.5.9 Reguladores de Precisión de Presión

Figura 13. Reguladores de Precisión de Presión

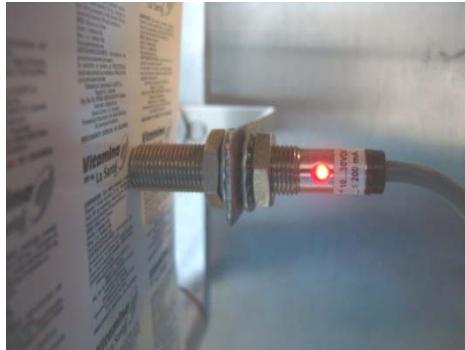


Fuente BAÜER

Cuenta con dos reguladores de presión de precisión Festo con un rango de 0 a 10 bar, para garantizar en cada extremo la misma presión en el foil y no tener inconvenientes con sobrepresiones en el material.

3.5.10 Detectores de faltante de Aluminio

Figura 14. Detectores de faltante de Aluminio

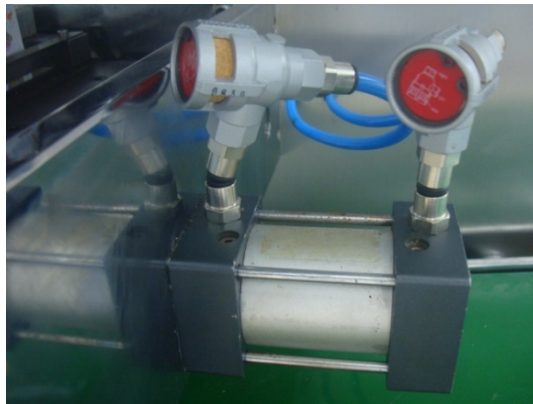


Fuente BAÜER

Para garantizar que la maquina no se vaya a quedar sin foil para trabajar , esta dotada de 2 sensores inductivos en el de des bobinado de los rollos, los cuales son testigos de La presencia del material, en caso de acabarse envían la señal al PLC, el cual por lógica de programación la maquina se detiene.

3.5.11 Válvulas de Escape Rápido

Figura 15. Válvulas de escape Rápido



Fuente BAÜER

Se le instalan válvulas de escape rápido en el cilindro que acciona la cuchilla para hacer efectivo el corte de los foils y aumentar la eficiencia del cilindro neumático.

3.5.12 Conectores Multipolo

Figura 16. Conectores Multipolo



Fuente BAÜER

Para la conexión del motor de alimentación y el vibrador de la tolva la maquina cuenta con un conector multipolo protección IP 65 para facilitar el montaje y desmontaje y garantizar la hermeticidad a las partículas y al agua.

3.6 Protocolo de Mantenimiento según el Plan de Mantenimiento Preventivo

A continuación mostraremos las recomendaciones del plan de mantenimiento preventivo propuestas, que salieron del análisis de criticidad que se utilizó para evaluar esta máquina, el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF); con el cual se espera obtener una optimización total del equipo Encelofanadora DLL-320, en la empresa BAÜER en Bogotá D.C.

Se clasificaron los componentes más importantes de esta máquina como críticos, no críticos, además de los materiales con los cuales tiene contacto el producto.

3.6.1 Instrumentos Críticos

Según el resultado del Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF), nos arroja una serie de instrumentos críticos, piezas que son mayormente susceptibles a fallas, las cuales se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Instrumentos Críticos

| Instrumentos Críticos | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|---|---|---|---|
| Especificaciones Técnicas | | | | | |
| No | Instrumento | TIPO | Función | Fabricante / Referencia | Frecuencia sugerida de Calibración |
| 1 | Control de Temperatura | PLC | Calentamiento del Aluminio en el rodillo A | Marca Unitronics' controllersVision™ OPLC™/V570-57-C30B and V570-57-T40B (Color) | Semanal |
| 2 | Control de Temperatura | PLC | Calentamiento del Aluminio en el rodillo B | Marca Unitronics' controllersVision™ OPLC™/V570-57-C30B and V570-57-T40B (Color) | Semanal |
| 3 | Manómetro | Bourdon, rango 0-10 bar (0-1 MP), conexión trasera ¼ NPT, Carátula 2 pulgadas | Indica la presión de los Cilindros de Corte | Bourdon | Semanal |
| 4 | Manómetro con Regulador | Bourdon, rango 0-16 bar, conexión trasera ¼ NPT, Carátula 1" ½ pulgadas | Indica la presión de los Rodillos | Bourdon | Semanal |
| 5 | Manómetro con Regulador | Bourdon, rango 0-16 bar, conexión trasera ¼ NPT, Carátula 1" ½ pulgadas | Indica y regula la Presión del Codificado | Bourdon | Semanal |

Fuente BAÜER

3.6.2 Instrumentos No Críticos

De igual manera, el Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF), nos arroja algunos instrumentos no críticos, los cuales relacionamos a continuación:

Tabla 6. Instrumentos No Críticos

| Instrumentos No Críticos | | | | | | |
|--------------------------|---------------|-------------|---------|---|--------------------------|--|
| | Instrumento | TAG Name | TIPO | Función | Fabricante referencia | Frecuencia sugerida de Calibración |
| 1 | Potenciómetro | P1 | Análogo | Regula la potencia del Vibrador | N.A | N.A |
| 2 | Potenciómetro | P2 | Análogo | Regula la velocidad del motor de alimentación de las tabletas | N.A | N.A |

Fuente BAÜER

3.6.3 Materiales en Contacto con el Producto

Teniendo en cuenta que la máquina enclofanadora DLL-320 es utilizada para el embalaje de producto farmacéutico de consumo humano, es de gran importancia conocer el material del que están hechas las partes que entran en contacto directo con el producto. A continuación tenemos una tabla en la que se relacionan las partes con su respectiva clase de material y clasificación internacional del mismo:

Tabla 7. Materiales en Contacto con el Producto

| Materiales en Contacto con el Producto | |
|--|----------------------|
| Parte del Equipo | Material |
| Tolva de Alimentación (Con Tapa) | AISI 316L |
| Bajantes | Aluminio |
| Distribuidor Universal de Cepillos | AISI 316L – Silicona |

Fuente BAÜER

3.6.4 Equipos Auxiliares

N/A

3.6.5 Sistemas de Apoyo

Por último, se relaciona los sistemas de apoyo con los que cuenta la máquina enclofanadora DLL-320, con sus respectivas características, en la siguiente tabla:

Tabla 8. Sistemas de Apoyo

| Sistemas de Apoyo | | |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Potencia | Principal | Kw Por Verificar |
| | Calorífica | 2 Kw |
| Energía Eléctrica | Voltaje | 220 V |
| | Frecuencia | 60 Hz |
| | Numero de Fases | 2 Fases (Trifásicas) |
| Aire Comprimido | Presión | (bar) ó (kg/cm ²) |
| | Calidad de Filtrado | ≥0,5Mpa (5Bar) |

Fuente BAÜER

ANEXO E (Orden de Mantenimiento)

ANEXO F (Lista de Chequeo Diario)

ANEXO G (Descripción de Actividades para el Mantenimiento)

3.7 A.M.E.F. Máquina Encelofanadora DLL.320

Tabla 9. A.M.E.F. Máquina Encelofanadora DLL.320

| ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS (AMEF) | | Código: | |
|--|---|--|------------------------|
| | | Versión: No. | |
| No. del Proyecto: | 1 | Producto afectado: | ENCELOFANADORA DLL-320 |
| Fecha Clave: | | Fecha AMEF Original: | |
| | | Líder del Proyecto: | |
| | | Última Revisión: | |
| | | Página: | |

| Función del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto (s) de la Falla Potencial | SEVERIDAD | Causa/Mecanismo de la falla potencial | OCURR | Controles actuales del proceso para detención | DETEC | N.P. R. | Acciones Recomendadas | Responsabilidad y fecha prometida | Resultados de Acciones | | | | |
|---|-------------------------|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-------|---|-------|---------|---|-----------------------------------|------------------------|-----|------|--------|----|
| | | | | | | | | | | | Acciones Tomadas | SEV | OCUT | N.P.R. | |
| Alimentación | Excentricidad | Vibración | 2 | Sujeción incorrecta | 2 | No existen | 2 | 8 | Verificación de la máquina | Mantenimiento semanal | Mantenimiento semanal | 2 | 2 | 2 | 8 |
| Enturbamiento (distribución de las tabletas en línea recta) | Atasco | Atasco en cepillo de enturbamiento | 1 | Daño de producto | 1 | Verificación del cepillo con el mantenimiento general | 1 | 1 | Verificación del cepillo con el mantenimiento general | Mantenimiento semanal | Mantenimiento semanal | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sellado | Excentricidad | Vibración | 8 | Desalineamiento de los rodillos | 6 | Calibración de los rodillos mensualmente | 5 | 240 | Chequeo diario | Mantenimiento Chequeo diario | Chequeo diario | 4 | 4 | 4 | 64 |
| | Enfriamiento | No sella | 8 | Atasco en otras partes de la máquina | 6 | Control de la temperatura | 5 | 240 | Chequeo diario | Mantenimiento Chequeo diario | Chequeo diario | 4 | 4 | 4 | 64 |
| Corte longitudinal | Excentricidad | Vibración | 8 | Choque cilindros de corte | 7 | Calibración durante mantenimiento mensual | 4 | 224 | Chequeo semanal | Mantenimiento semanal | Mantenimiento semanal | 5 | 4 | 4 | 80 |
| | | | 8 | Desalineamiento de cuchillas | 7 | Calibración durante mantenimiento mensual | 4 | 224 | Chequeo semanal | Mantenimiento semanal | Mantenimiento semanal | 5 | 4 | 4 | 80 |
| Corte Transversal | Excentricidad | Vibración | 8 | Choque cilindros de corte | 7 | Calibración durante mantenimiento mensual | 4 | 224 | Chequeo semanal | Mantenimiento semanal | Mantenimiento semanal | 5 | 4 | 4 | 80 |
| | | | 8 | Desalineamiento de cuchillas | 7 | Calibración durante mantenimiento mensual | 4 | 224 | Chequeo semanal | Mantenimiento semanal | Mantenimiento semanal | 5 | 4 | 4 | 80 |
| Control PLC | Diferencia de Voltaje | Desconfiguración | 10 | Parada del proceso | 1 | Mantenimiento mensual | 6 | 60 | Chequeo mensual | Mantenimiento mensual | Mantenimiento mensual | 10 | 1 | 6 | 60 |
| Elaboró: | | | Revisó: | | | Aprobó: | | | | | | | | | |

Fuente Los Autores

4. TECNOLOGÍAS AMBIENTALES EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

En este capítulo de Tecnologías ambientales en los procesos industriales, se trabajó no solo en el impacto ambiental de la máquina encelofanadora DLL-320, sino también todo el proceso de la fabricación de las tabletas. Este procedimiento consta de 10 subprocesos, en los cuales intervienen varias máquinas, las cuales presentan un alto consumo de energía y de materiales.

También se evaluaron los cuidados que se deben manejar, basados en la normatividad ambiental vigente.

Durante este extenso proceso se evidencia que esta empresa presenta varias falencias, tanto en la parte operativa como en la parte ambiental, por lo tanto se realizan análisis de forma cuantitativa y cualitativa para determinar el rango de riesgo y definir la estrategia a seguir para disminuir estos riesgos por medio de una matriz MED.

4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCCION DE TABLETAS

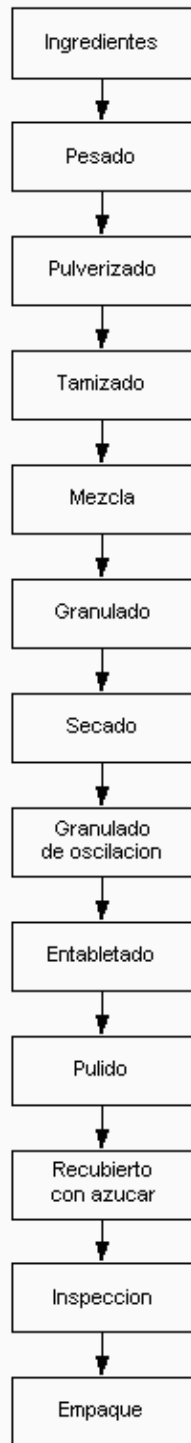
El proceso de fabricación de las tabletas consiste en los siguientes pasos:

- Los ingredientes seleccionados y medidos son inspeccionados dos veces de acuerdo a su fórmula maestra. Luego, cada ingrediente es pesado y registrado de acuerdo a su formulación.
- Cada componente de la fórmula maestra es pulverizado produciendo partículas finas de los medicamentos. Un dispersor de polvos finos es utilizado en la formulación de medicamentos potentes. Luego, el medicamento hecho polvo es filtrado para remover los materiales extraños presentes en los disolventes de masa y para controlar el tamaño de las partículas. La operación de filtrado es realizada frecuentemente descargando el polvo mezclado a través de un tamiz vibratorio.
- La mezcla y amasado de los medicamentos en polvo es realizada en mezcladoras tipo cubas con un dispositivo horizontal de mezcla. La mezcla del polvo está seguida por un amasado húmedo del polvo donde se añade el agente de granulado.
- El granulado es realizado aplicando una presión al polvo húmedo a través del tamiz del granulador de oscilación. Luego, el material granulado es secado en un horno de circulación de aire caliente.
- Un clasificador o filtrado en seco es utilizado después del proceso de secado debido a que las partículas se aglomeran durante este proceso. Un granulador de oscilación es utilizado para realizar este proceso.

- Luego, un lubricante es añadido al granulado. El lubricado de las partículas finas, mejora la cubierta de la superficie del granulado, y hace más efectivo al lubricante.
- Los gránulos son alimentados en la cavidad de la matriz de las tabletas. Las tabletas son producidas por compresión de la matriz entre dos punzones. La máquina productora de tabletas es un dispositivo que consta de la matriz y los punzones. Los gránulos son prensados y expulsados en forma de tabletas.
- En algunas ocasiones las tabletas son recubiertas con azúcar para hacerlas más agradables, manteniendo su función física y química, y produciendo un producto farmacéuticamente adecuado.
- Finalmente, las tabletas son inspeccionadas de acuerdo a sus características físicas y químicas, incluyendo potencia, uniformidad, pureza, peso y variación del peso, espesor, dureza y fragilidad. Luego, son empaquetadas y almacenadas hasta su comercialización.

4.2 DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TABLETAS

Figura 17. Diagrama de flujo Proceso de producción de Tabletas



Fuente Los Autores

4.3 EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO

Tabla 10. Activo utilizado en proceso Dosificación

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|--|--------------|
| PROCESO: | DOSIFICACION |
| ACTIVOS | |
| N.A | |
| OBSERVACIONES | |
| En el proceso de dosificación no se utilizan activos ya que este se realiza de forma manual. | |

Fuente Los Autores

Tabla 11. Activo utilizado proceso Pesado

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|--|--------|
| PROCESO: | PESADO |
| ACTIVOS | |
| BASCULA ELECTRONICA | |
| OBSERVACIONES | |
| Es un instrumento de precisión y es por esto que deben ser utilizadas con mucha precaución, siguiendo siempre las recomendaciones que encontramos descriptas en el prospecto de las mismas. La fuente de energía de esta máquina es eléctrica. | |

Fuente Los Autores

Tabla 12. Activo utilizado proceso Pulverizado

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|--|-------------|
| PROCESO: | PULVERIZADO |
| ACTIVOS | |
| PULVERIZADOR | |
| OBSERVACIONES | |
| Máquina programada para lograr reducir materia prima en partículas diminutas, para mejorar la forma de tratar la formula maestra; además permite encontrar agentes extraños en el proceso afectando su calidad. Esta máquina utiliza energía eléctrica y aire comprimido | |

Fuente Los Autores

Tabla 13. Activo utilizado proceso Filtrado

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|---|----------|
| PROCESO: | FILTRADO |
| ACTIVOS | |
| FILTRADOR | |
| OBSERVACIONES | |
| Esta máquina permite separar los elementos sólidos de los líquidos. Su fuente de energía es eléctrica y trabaja con aire comprimido, para lograr una separación de partículas eficiente y evitar daños en el proceso. | |

Fuente Los Autores

Tabla 14. Activo utilizado proceso Mezclado

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|--|----------|
| PROCESO: | MEZCLADO |
| ACTIVOS | |
| MEZCLADOR | |
| OBSERVACIONES | |
| Es una máquina que permite añadir sustancias que permiten de una forma adecuada lograr una mezcla homogénea de todos los componentes del producto a desarrollar. | |

Fuente Los Autores

Tabla 15. Activo utilizado proceso Secado

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|---|--------|
| PROCESO: | SECADO |
| ACTIVOS | |
| HORNO DE AIRE CALIENTE | |
| OBSERVACIONES | |
| Este horno permite secar el polvo en el cual se ha convertido la mezcla, con los demás componentes. | |

Fuente Los Autores

Tabla 16. Activo utilizado proceso Granulado

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|--|-------------------------|
| PROCESO: | GRANULADO DE OSCILACION |
| ACTIVOS | |
| GRANULADOR DE OSCILACION | |
| OBSERVACIONES | |
| Este granulador permite separar las partículas que presentan características diferentes y que puedan afectar el proceso. Su fuente de energía es eléctrica | |

Fuente Los Autores

Tabla 17. Activo utilizado proceso Recubrimiento

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|---|---------------|
| PROCESO: | RECUBRIMIENTO |
| ACTIVOS | |
| TANQUE DE ALMACENAJE | |
| OBSERVACIONES | |
| En este proceso se tiene un tanque almacenaje totalmente sellado donde se encuentra la mezcla y se recubre con un lubricante. | |

Fuente Los Autores

Tabla 18. Activo utilizado proceso Entabletado

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|--|-------------|
| PROCESO: | ENTABLETADO |
| ACTIVOS | |
| TABLETEADORA | |
| OBSERVACIONES | |
| Esta máquina elabora las tabletas por medio de presión entre dos punzones y luego las expulsa. Su fuente de energía es eléctrica, y trabaja con aire comprimido. | |

Fuente Los Autores

Tabla 19. Activo utilizado proceso Inspección y Empaque

| ACTIVOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO | |
|--|----------------------|
| PROCESO: | INSPECCION Y EMPAQUE |
| ACTIVOS | |
| ENCELOFANADORA | |
| OBSERVACIONES | |
| Luego del control de calidad las tabletas son introducidas en la maquina encelofanadora donde se procede a su empaque en cantidades especificas. | |

Fuente Los Autores

4.3 MATRIZ MED

Durante este extenso proceso y a pesar de contar con una de las mayores infraestructuras en cuestión de maquinaria esta empresa incurre en varias falencias en el orden operativo como ambiental por lo tanto a continuación se presenta los análisis realizados de forma cuantitativa y cualitativa para determinar el rango de riesgo y definir la estrategia a seguir para disminuir estos riesgos

MATRIZ MED.

Figura 18. Matriz MED

| Procesos realizados Elementos ambientales | | | proceso realizados que pueden afectar el ambiente | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|---|-------------|----------|-----------|--------|-------------|-----------|--------|---------------|--------------|---------|
| | | | mezclado | pulverizado | filtrado | granulado | secado | granulado 2 | entablado | pulido | recubrimiento | ingredientes | empaque |
| CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICA | AGUA | superficial | △ | | □ | ○ | | | | | △ | | |
| | | calidad | △ | | ■ | ○ | | | | | △ | | |
| | ELECTRICIDAD | consumo | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ |
| | AIRE | externo | | | | | | | | ■ | | ■ | |
| | | interno | ○ | ▲ | ▲ | | ○ | | ▲ | | | | |
| | | emisiones | △ | ○ | △ | ○ | | △ | □ | | | | |
| IMPACTOS SOCIO ECONOMICOS | EMPLEO | personal | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ |
| | | operarios | ■ | ■ | | | | | ■ | | | | ■ |
| | SALUD | alrededor | | | | | | | | | △ | △ | |
| | | admin. | | | | | | | | | | | |
| PROCESOS | RESIDUOS | solidos | ● | ● | ○ | | | | ■ | ■ | ■ | | ■ |
| | | liquidos | ■ | | | | □ | | | | □ | | |
| | | radioactivos | | | | | | | | | | | |
| | CONTAMINACION | visual | | | | | | | | | | | |
| | | auditiva | | | | | | □ | □ | □ | | | ■ |
| | | gustativa | | | | | | | | | | | |

Fuente Los Autores

5 RECOMENDACIONES

- A la compañía que trabaja con este activo, se le recomienda revisar de forma oportuna los manuales de mantenimiento que sostienen, además no estandarizar estos mismos ya que los activos difieren según su trabajo.
- Se recomienda aplicar los correctivos ejemplificados en este informe acerca del mantenimiento que se le realiza al activo.
- Se recomienda tener en cuenta el impacto ambiental del proceso para mejorar la eficiencia de este.

6 CONCLUSIONES

- Este trabajo nos permitió desarrollar y conocer las formas de presentación de informes como antesala a un grado.
- Este trabajo nos permitió desarrollar y aplicar los conocimientos sobre el programa de diseño (autocad).
- Este trabajo nos permitió conocer todas las herramientas utilizadas en el mantenimiento de un activo, además aplicarlas en un activo y avanzar un paso más mejorando dichas herramientas.
- Este trabajo nos permitió conocer las normas ambientales que se aplican en cualquier proceso y la forma adecuada de cumplirlas y evaluarlas para mejorar la efectividad del proceso.

7 BIBLIOGRAFIA

- ISO (The International Organization for Standardization), Norma ISO/DIS 14224 “Petroleum and Gas Natural Industries– Collection of reliability and maintenance data for equipment”. 1997.
- Charles, E. 1997. An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Boston, Massachusetts. Editorial Mc Graw Hill.
- Guía Técnica Colombiana GTC 104, Gestión del riesgo ambiental. Principios y procesos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. Bogotá, 2004.
- Norma ISO 14001-Sistemas de Gestión Medioambiental. Unión de Naciones Europeas, 1996.

ANEXOS

ANEXO A (Plano Vistas)

ANEXO B (Plano Detalles)

ANEXO C (Plano Detalles)

ANEXO D (Plano Detalles)

ANEXO E (Orden de Mantenimiento)

ANEXO F (Lista de Chequeo Diario)

ANEXO G (Descripción de Actividades para el Mantenimiento)

ANEXO H (Video del proceso de la Encelofanadora DLL-320)

ANEXO E (Orden de Mantenimiento)

| ORDEN DE TRABAJO Y MANTENIMIENTO | | | | | |
|---|--|---|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Codigo: | | ACT:1 | Pagina 1 de 1 |
| FECHA DE SOLICITUD | | | SOLICITADO POR | AREA | No. |
| DIA | MES | AÑO | | | |
| MAQUINA | | | | DURACIÓN DEL SERVICIO | |
| | | | | | |
| TIPO DE MANTENIMIENTO | | | | PRIORIDAD | |
| <input type="checkbox"/> M/TTO PREVENTIVO | <input type="checkbox"/> DAÑO MECÁNICO | <input type="checkbox"/> DAÑO ELÉCTRICO | | <input type="checkbox"/> ALTA | <input type="checkbox"/> BAJA |
| <input type="checkbox"/> DAÑO NEUMÁTICO | <input type="checkbox"/> OTRO _____ | | | | |
| DESCRIPCION DEL SERVICIO | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| NOTA DE ENTREGA | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| EJECUTADO POR | | | Vo.Bo M/tto | | |

ANEXO F (Lista de Chequeo Diario)

| LISTA DE CHEQUEO PARA LA MAQUINA ENCELOFANADORA DLL-320 | | | | | |
|--|--|------------------|----------------------|----------|----------------------|
| | Codigo: | ACT: 1 | Pagina 1 de 1 | | |
| FECHA: | | OPERARIO: | | | |
| Para un correcto funcionamiento de la máquina Encelofanadora DLL-320, seleccione según corresponda el estado o condición según Nivel Bajo), A (Nivel Aceptable) y O (Nivel Optimo) | | | | | |
| | Lista de Chequeo Sierra Escuadradora | B | A | O | OBSERVACIONES |
| 1 | Verificación de conexión eléctrica de la máquina y/o equipo. | | | | |
| 2 | Limpieza de Motor (sopletear) | | | | |
| 3 | Limpieza General de la Máquina y/o equipo | | | | |
| 4 | Verificación de la correa de transmisión de potencia. | | | | |
| 5 | Lubricación de rodillos. | | | | |
| 6 | Revisión de prensas en general (prensas de ajuste de medición en los cortes) | | | | |
| 7 | Verificar el ajuste de las cuchillas de corte. | | | | |
| 8 | Verificación de la conexión de las mangueras conductoras de aire comprimido. | | | | |
| 9 | Control de funcionamiento al PLC. | | | | |
| 10 | verificación de la temperatura en los rodillos de sellado. | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | |
| | | | | | |

ANEXO G (Descripción de Actividades para el Mantenimiento)

| DESCRIPCION DE ACTIVIDADES PARA EL MANTENIMIENTO DE LA ENCELOFANADORA DLL-320 | | |
|--|--|-----------------------|
| | Codigo: | ACT: 1 |
| Pagina 1 de 1 | | |
| Empresa y Seccion | BAÜER MACHINERY - MAQUINARIA | |
| Numero de Actividad | Actividad que se debe realizar | Frecuencia de Trabajo |
| 1 | Inspeccion de la correa de transmision de potencia del motor apoyado en la ficha técnica de la Encelofanadora. | Mensual |
| 2 | Se realiza la limpieza (soplado), de todas las secciones de la máquina. | Diario |
| 3 | Afilado de cuchillas de corte. | Semanal |
| 4 | Sistema Electrico, ejes, calibracion de sistema de medidas estandar. | Diario |
| 5 | Lubricacion de rodillos de sellamiento y alimentadores de material de empaque. | Semanal |
| 6 | Calibración del PLC. | Mensual |
| 7 | Verificación de los medidores de temperatura. | Diario |
| | | |
| | | |
| | | |
| Observaciones: | | |