

MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA LINEA DE
ECOPROCESAMIENTO EN LA PLANTA DE CEMENTO HOLCIM COLOMBIA

CARLOS AUGUSTO BELLO ROMANO
JONATHAN JIMENEZ SASTRE

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA
2015

MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA LINEA DE
ECOPROCESAMIENTO EN LA PLANTA DE CEMENTO HOLCIM COLOMBIA

CARLOS AUGUSTO BELLO ROMANO
JONATHAN JIMENEZ SASTRE

Trabajo de Grado Para Optar al Título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director:
JAVIER ALEJANDRO FLOREZ
Ing. Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA
2015

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia quienes son mi inspiración, con su apoyo incondicional y constante, me han acompañado y guiado en mi desarrollo profesional y personal.

CARLOS AUGUSTO BELLO ROMANO

A Dios quien todo me da y siempre me acompaña, y a mi familia y mi novia quienes son fuente de motivación y orgullo en mi.

JONATHAN JIMENEZ SASTRE

AGRADECIMIENTOS

Al Equipo administrativo y operativo de Eco-procesamiento quienes nos brindaron su experiencia, conocimiento y apoyo incondicional, permitiendo desarrollar la formulación del modelo propuesto en la monografía a través de la empresa. A la Universidad Industrial de Santander – UIS – por construir en nosotros personas profesionalmente integras e idóneas para el ejercicio de esta especialización.

A nuestro director que con su acompañamiento y experiencia se hizo de este trabajo más que un trabajo de grado una experiencia muy enriquecedora.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	21
1 OBJETIVOS	22
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
2 CONTEXTUALIZACION	23
2.1 RESEÑA HISTORICA	23
2.2 HOLCIM COLOMBIA.....	24
2.2.1 <i>Planta de Cemento</i>	24
2.2.1.1 Localización geográfica.	25
2.2.1.2 Elaboración de cemento.	25
2.2.2 <i>Co-procesamiento</i>	29
2.2.2.1 Materiales co-procesables,	30
2.2.2.2 Materiales No co-procesables.....	31
2.2.2.3 Beneficios del co-procesamiento.	31
3 MARCO TEORICO	33
3.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	33
3.1.1 <i>Nacimiento del mantenimiento Industrial:</i>	34
3.1.2 <i>Segundos pasos</i>	36
3.1.3 <i>La actualidad del mantenimiento</i>	37
3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO	37
3.2.1 <i>Mantenimiento Correctivo</i>	38
3.2.2 <i>Mantenimiento Preventivo</i>	41
3.2.3 <i>Mantenimiento autónomo</i>	44
3.2.3.1 Beneficios.	45
3.2.3.2 Cobertura del Programa.	46
3.2.3.3 Objetivos.....	46
3.2.3.4 Efectos de Mantenimiento Autónomo	46
3.2.4 <i>Mantenimiento Predictivo</i>	47

4	RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE ECOPROCESAMIENTO.....	50
4.1	AREA DE SOLIDOS FINOS.	51
4.2	AREA DE SOLIDOS GRUESOS.	52
4.3	ALIMENTACION DE LIQUIDOS.....	53
4.4	DESCRIPCION Y FUNCIONALIDAD DE EQUIPOS.....	55
4.4.1	<i>Trituradora SSI.</i>	<i>55</i>
4.4.2	<i>Trituradora Vecoplam.</i>	<i>56</i>
4.4.3	<i>Dosificador Shenck.....</i>	<i>57</i>
4.4.4	<i>Puente Grúa Brun.....</i>	<i>58</i>
4.4.5	<i>Apron Feeder.</i>	<i>58</i>
4.5	ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS.....	59
4.5.1	<i>Ejecución de análisis.</i>	<i>60</i>
4.5.2	<i>Resultados del análisis de criticidad.</i>	<i>63</i>
5	METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	65
5.1	IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO	65
5.1.1	<i>Etapas I Capacitación.</i>	<i>66</i>
5.1.2	<i>Etapas II Limpieza inicial.</i>	<i>66</i>
5.1.3	<i>Etapas III Fuentes de Origen de Puntos Difíciles.</i>	<i>67</i>
5.1.4	<i>Etapas IV Lubricación y Limpieza manual.</i>	<i>67</i>
5.1.5	<i>Etapas V Inspección General de los equipos.</i>	<i>68</i>
5.1.6	<i>Etapas VI Inspección General de los Procesos.</i>	<i>68</i>
5.1.7	<i>Etapas VII Sistematización del Mantenimiento.</i>	<i>68</i>
5.1.8	<i>Etapas VIII Gestión Autónoma.</i>	<i>68</i>
5.2	ROLL DE LA OPERACION.....	69
5.3	ROLL DE MANTENIMIENTO.	70
5.4	EDUCACION Y ENTRENAMIENTO.	70
5.5	IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO PREVENTIVO	72
5.5.1	<i>Objetivos y Estrategia de mantenimiento.....</i>	<i>73</i>
5.5.2	<i>Estructura organizacional y recursos de mantenimiento.....</i>	<i>73</i>
5.5.3	<i>Flujo de gestión de mantenimiento.</i>	<i>76</i>
5.5.4	<i>Estructura de costos.....</i>	<i>79</i>

5.5.5	<i>Programa Maestro de Mantenimiento</i>	80
5.5.5.1	Reunión Semanal.	80
5.5.5.2	Reunión Mensual.....	80
5.5.6	<i>Sistema de Codificación</i>	81
5.5.7	<i>Sistema De Ordenes De mantenimiento</i>	83
5.5.8	<i>Proceso Para La Reducción De Fallas</i>	83
5.6	SISTEMA DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO.	84
6	PLAN DE MANTENIMIENTO	87
6.1	CREACION DE FICHAS TECNICAS.....	87
6.2	RUTINA DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	92
6.3	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO.....	95
6.4	FORMATOS.....	95
6.5	INDICADORES DE MATENIMIENTO.....	97
6.6	PLAN DE CAPACITACION	98
6.7	CRONOGRAMA.....	99
7	CONCLUSIONES	100
	BIBLIOGRAFIA	102
	ANEXOS	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva de la bañera.....	15
Figura 2. Localización geográfica planta de cemento Holcim.....	23
Figura 3. Proceso fabricación de cemento.....	24
Figura 4. Jerarquización co proceso.....	28
Figura 5. Evolución de mantenimiento.....	32
Figura 6. 7 pasos del mantenimiento autónomo.....	43
Figura 7. Beneficios del mantenimiento predictivo.....	46
Figura 8. Curva P-F.....	47
Figura 9. Diagrama de disposición.....	48
Figura 10. Disposición solidos finos.....	50
Figura 11. Disposición solidos Gruesos.....	51
Figura 12. Disposición Alimentación de líquidos.....	52
Figura 13. Trituradora SSI.....	54
Figura 14. Trituradora Vecoplan.....	55
Figura 15. Dosificador Shenck.....	55
Figura 16. Puente grúa Brun.....	56
Figura 17. Apron Feeder.....	57
Figura 18. Estructura organizacional Co-procesamiento.....	72
Figura 19. Flujograma gestión mantenimiento preventivo.....	74
Figura 20. Codificación en SAP equipos co-procesamiento.....	80
Figura 21. Ficha técnica trituradora ISS.....	86
Figura 22. Rutina de mantenimiento trituradora ISS.....	91
Figura 23. Formato avisos de mantenimiento.....	95
Figura 24. Formato Plan semanal de mantenimiento.....	95
Figura 25. Formato Plan mensual de mantenimiento.....	96
Figura 26. Indicadores de mantenimiento.....	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Co Procesamiento Vs Incineración.....	30
Tabla 2. Variables a monitorear.....	47
Tabla 3. Factores ponderados basados en el riesgo.....	59
Tabla 4. Evaluación criticidad equipos co-procesamiento.....	60
Tabla 5. Matriz General de Evaluación de Criticidad.....	61
Tabla 6. Resultado análisis de criticidad.....	62
Tabla 7. Explicación flujograma gestión mantenimiento preventivo...	75
Tabla 8. Codificación según casa Matriz.....	80
Tabla 9. Frecuencia de mantenimiento.....	93

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A DATOS TECNICOS TRITURADORA VECOPLAN.....	104
ANEXO B DATOS TECNICOS APRON FEEDER.....	105
ANEXO C FICHAS TECNICAS.....	106
ANEXO D RUTINAS DE MANTENIMIENTO.....	112
ANEXO E PLAN DE CAPACITACION.....	116
ANEXO F CRONOGRAMA.....	117
ANEXO G SEGUIMIENTO INDICADORES.....	119

GLOSARIO

AFR: Por sus siglas en inglés “*Alternative Fuels and Raw materials*”

AMEF (Análisis de Modo y efectos de falla): posee información importante ya que los efectos y modos de falla indican las nuevas actividades que se deben realizar en los equipos. Esto necesita tiempo, recurso físico y Talento Humano, por lo que implica costo adicional.

Frecuencia: Es el intervalo de tiempo que hay entre cada intervención. Este tiempo es sugerido por el fabricante y/o recalculado por el encargado o responsable de mantenimiento de acuerdo a las necesidades.

HAC: Numero de codificación interno de Holcim para los equipos registrados en SAP.

Talento Humano (TH): Persona que posee el departamento para la ejecución de sus tareas. Este término es usado en la actualidad, para referirse a toda aquella persona que intervenga de forma directa o indirecta.

Repuestos de Alta Rotación: Toda actividad de mantenimiento requiere de cierta cantidad de repuestos, parte de estos repuestos se consideran de alta rotación, debido a que se consumen frecuentemente, y por tal razón es necesario tener una cantidad determinada para suplir los requerimientos de consumo de repuestos.

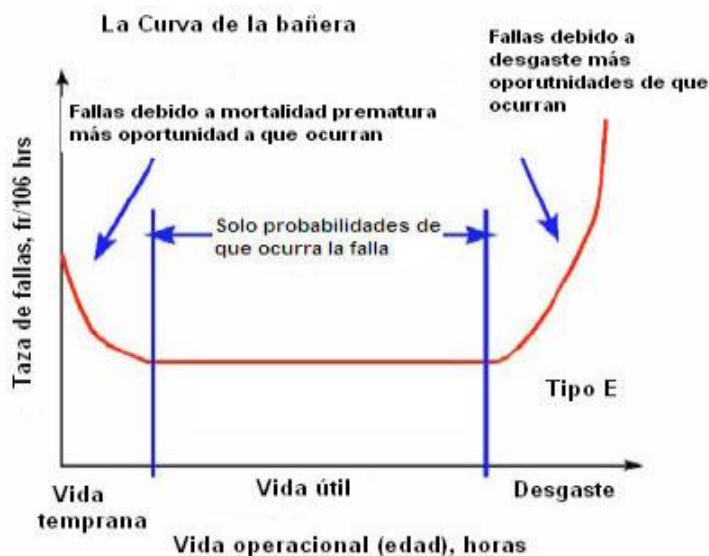
Repuestos de baja rotación: son aquellos insumos de uso no frecuente, ya sea por larga vida útil, por alto costo o su bajo requerimiento.

Puesta en marcha: Arranque de un equipo después de haber estado fuera de servicio ya sea por actividad de mantenimiento o el inicio del equipo de nuevo.

Vida Útil: Toda pieza, conjunto, equipo o máquina tiene determinada desde su fabricación, un tiempo de vida útil, es decir: un lapso de tiempo en el cual el fabricante garantiza un normal funcionamiento bajo condiciones normales; si es efectuado correctamente su operación y mantenimiento. Este concepto se muestra en la ilustración anterior.

La mejor manera para ilustrar el comportamiento de la vida útil de un equipo es la curva de bañera, en el eje Y, se muestra la posibilidad de falla de una pieza, sistema, equipo o máquina. En el eje X, se muestra (t) el tiempo transcurrido. La Ilustración muestra tres áreas o zonas que son:

Figura 1. Curva de la bañera



Fuente. Teoría y Práctica de mantenimiento industrial avanzado. Pág. 124

Garantía: La gráfica muestra cuando el tiempo es cero (día de la fabricación del equipo) la posibilidad de falla es alta, y que al terminar el tiempo de garantía la posibilidad de falla reduce hasta el punto de unirse con la vida útil.

Vida Útil: Después de cumplido el tiempo de garantía dado por el fabricante, empieza un tiempo en el cual la operación es completamente normal, y su posibilidad de falla se reduce a su mínima expresión. Teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante y si se ofrece el mantenimiento adecuado sugerido, su vida útil será prolongada.

Desgaste: Indiscutiblemente, toda máquina o equipo llega a un tiempo en el cual su vida útil no puede ser prolongada, ya que el desgaste normal de sus piezas baja el rendimiento y varían las condiciones de operación del mismo.

De la calidad con la cual sea fabricado el equipo o máquina depende que tanta sea la posibilidad de falla que exista en la garantía, vida útil y desgaste, así como los tiempos de duración de cada uno de éstos.

Overhaul: Se define como la intervención efectuada a un equipo o máquina, en la cual se hace un desarme parcial o total del mismo, para su reparación, calibración, limpieza y/o medición. Esto implica generalmente sacar de servicio el equipo o máquina para ejecutarse esta actividad.

RESUMEN

TITULO: MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA LINEA DE ECOPROCESAMIENTO EN LA PLANTA DE CEMENTO HOLCIM COLOMBIA¹

AUTORES: CARLOS AUGUSTO BELLO ROMANO, JONATHAN JIMENEZ SASTRE.**

PALABRAS CLAVES: SISTEMAS, GESTIÓN, MANTENIMIENTO, PREVENTIVO, PREDICTIVO, PROACTIVO, INDICADORES, CAUSA RAÍZ.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: Esta monografía propone un modelo de mantenimiento preventivo con sus respectivas actividades aplicado a los componentes de la línea de ecoprocesamiento de la empresa Holcim Colombia, planta de cementos (Nobsa). esta línea es un nuevo core de negocio de cada vez mas relevancia dentro la organización, es por esto que toma tanta relevancia poder contar con los mejores resultados en los indicadores de mantenimiento como disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de la línea.

La línea de Ecoprocesamiento de Holcim Colombia tiene un tiempo en funcionamiento relativamente nuevo con no mas de 10 años y equipos que han sido re activados de plantas que ya no estan en funcionamiento, se podría decir que los equipos que componen la línea podrian ser tanto o mas antiguos que los del resto de la planta.

El plan de mantenimiento en la línea se genera a partir de las practicas y rutinas de mantenimiento en equipos similares en el resto de la planta para equipos con cero datos previos, pasando por proponer mejoras a equipos con historial, hasta proponer analisis mas profundos en equipos que son de completo dominio de informacion. Este plan de mantenimiento debera ser modificado a medida que los equipon respondan al cambio..

Con la implementacion de este plan de mantenimiento se espera que no solo mejore el departamento de mantenimiento de la planta, si no que las unidades de negocio involucradas crezcan en Holcim con resultados satisfactorios.

¹ Monografía.

** *Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Jesús Alberto Montaña Blanco, Ingeniero Mecánico.*

SUMMARY

TITLE: MODEL OF MAINTENANCE PLAN FOR CO-PROCESSING LINE IN THE CEMENT PLANT HOLCIM COLOMBIA.

AUTHOR: CARLOS AUGUSTO BELLO ROMANO, JONATHAN JIMENEZ SASTRE.**

KEY WORDS: SYSTEMS, PREVENTIVE, PREDICTIVE, MANAGENENT, MAINTENANCE, PROACTIVE, RCA, INDICATORS.

DESCRIPTION OR CONTENT: This monograph proposes a model pf preventive maintenance with their respectives activities applied to the components of the Holcim Colombia`s eco-processing line, cement plant (Nobsa). this line is a new core business increasingly important within the organization, hereby that it takes so important to get the best maintenace`s indicator such as availability, maintainability and reliability of the line

The Holcim Colombia`s eco-processing line has a relatively new operation time with no more than 10 years, and equipment has been re-actived from other plants that are not longer operation, you could say that the equipment eco-processing line could be the older than the rest of plant.

The maintenance plan in line is generated from the practical and maintenace routines on equipment similar to the rest of plant for machines with zero previous data, from propose improvements to equipment with history, to propose deeper analysis equipment that are fully qualified domain of information. This maintenance plan will be modified according as the equipment meet to exchange.

With the implementation of the maintenance plan is expected to not only improve the maintenance department of the plant, beside the business units involved in Holcim grow up with satisfactory results.

¹ *Monograph.*

**** Faculty of Engineering and Physical – Mechanical – Maintenance Management Specialization, Director: Jesús Alberto Montaña Blanco, Ingeniero Mecánico.**

INTRODUCCION

Holcim a nivel global quiere establecer una estrategia de mantenimiento de clase mundial, en Colombia tiene instituido en un 50% mantenimiento preventivo y en un 40% mantenimiento predictivo. En la planta de cemento Holcim, una de sus líneas productivas es eco procesamiento, área en la cual se presenta la oportunidad de mejora y una posterior implementación de este trabajo, pues no se tiene establecido un lineamiento claro que conlleve a cumplir el objetivo básico del mantenimiento.

La línea presenta distintos problemas, alta tasa de fallas en sus equipos, baja disponibilidad, son equipos que han sido traídos de plantas ya cerradas, todo esto contribuye que los tiempos operativos sean bajos y pérdidas en la producción constantes, esto sin mencionar lo afectado que se ven los indicadores tanto de producción y mantenimiento. El fin último de este trabajo es desarrollar un modelo de mantenimiento efectivo que se adecue a las políticas actuales de la empresa, utilizando todas las herramientas desde SAP (MP) módulo de mantenimiento y convenios con proveedores, hasta otros no menos importantes como el conocimiento de los técnicos y operarios. Dado que la línea no cuenta con historiales de mantenimiento, y los existentes son poco precisos se parte de una base casi nula para esta monografía

La metodología a seguir parte desde la definición y ubicación del problema hasta la presentación del plan de mantenimiento y sus respectivos responsables.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan de mantenimiento para la línea productiva de eco-procesamiento en la planta de cemento de Holcim Colombia

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales de los equipos de la línea, que será la base de programación inicial del programa.
- Elaborar un análisis de criticidad de los equipos.
- Clasificar y definir tipo de mantenimiento a ejecutar en cada equipo según su criticidad.
- Desarrollar una estrategia de implementación del plan de mantenimiento, eficaz y rápida de tal forma que se pueda alcanzar una disponibilidad en la línea del 80%.

2 CONTEXTUALIZACION

2.1 RESEÑA HISTORICA

La empresa suiza hoy en día conocida como HOLCIM en un principio fue nombrada "HOLDERBANK", también nombre de la población que en 1912 dio orígenes a la compañía. Desde su comienzo el pensamiento expansionista de la empresa se ha mantenido a tal punto de ser hoy una de las empresas del sector más grande y con presencia a nivel mundial, y base en más de 50 países

La Fundación Holcim para la Construcción Sostenible promueve innovaciones enfocadas en la construcción ecológica por medio de un Foro Internacional. El objetivo de la Fundación Holcim es alentar la respuesta sustentable en asuntos de carácter tecnológico, ambiental, socio-económico y cultural que afecten la construcción, ya sea regionalmente como a nivel mundial¹.

La empresa Holcim es también pionera en la línea de eco-procesamiento, como respuesta al compromiso global con el medio ambiente, esta línea también tiene sus orígenes en Europa.

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Holcim>.

2.2 HOLCIM COLOMBIA

La producción y comercialización de cementos, concretos y mortero de alta calidad, es el enfoque estratégico de la empresa, adicional el trabajo de la compañía se concentra en:

- Extracción de calizas, puzolana y yeso.
- Manejo de materiales aluviales (agregados).
- Servicios especializados de transporte de materiales y productos a través de Transcem S.A.
- Soluciones ecológicas para el manejo de residuos industriales con Eco Procesamiento Ltda.

Holcim ha logrado posicionarse en el mercado nacional como una de las mejores empresas del sector, no solo por calidad si no por ser una empresa que contribuye altamente a un desarrollo sostenible: El desarrollo sostenible es un factor que refleja nuestro firme compromiso con el bienestar de la sociedad presente y futura, y rige todas las políticas adoptadas por las empresas del Grupo.

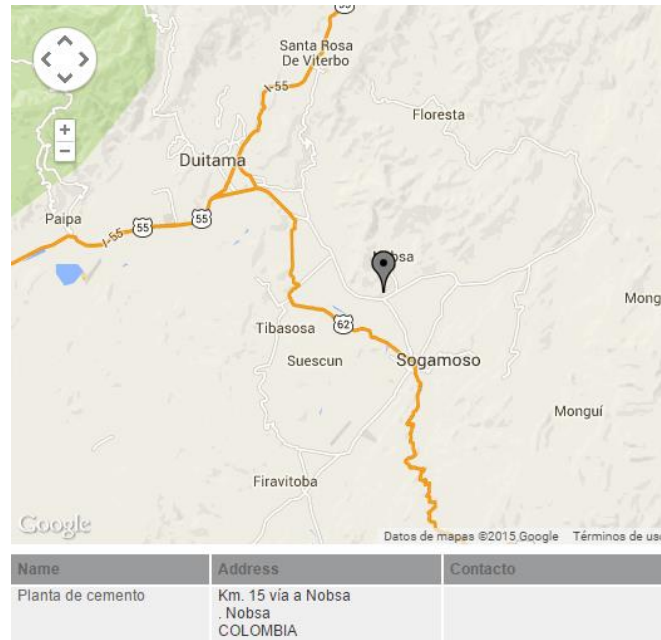
2.2.1 Planta de Cemento

La planta de cementos que en un principio fuera fundada por Cementos Boyacá y después adquirida por la compañía suiza Holcim es hoy en día una de las plantas de cementos más moderna de Latinoamérica. La gran inversión en tecnología y sistematización de las operaciones le han permitido renovar el proceso y minimizar su impacto ambiental y ser calificada como una planta eco-eficiente.

Cuenta además, con las certificaciones ISO 9001 y 14001 e ISO 18001, que avalan los procesos industriales con gestión integral de la calidad.

2.2.1.1 Localización geográfica.

Figura 2. Localización geográfica planta de cemento Holcim



Fuente. <http://google.maps>

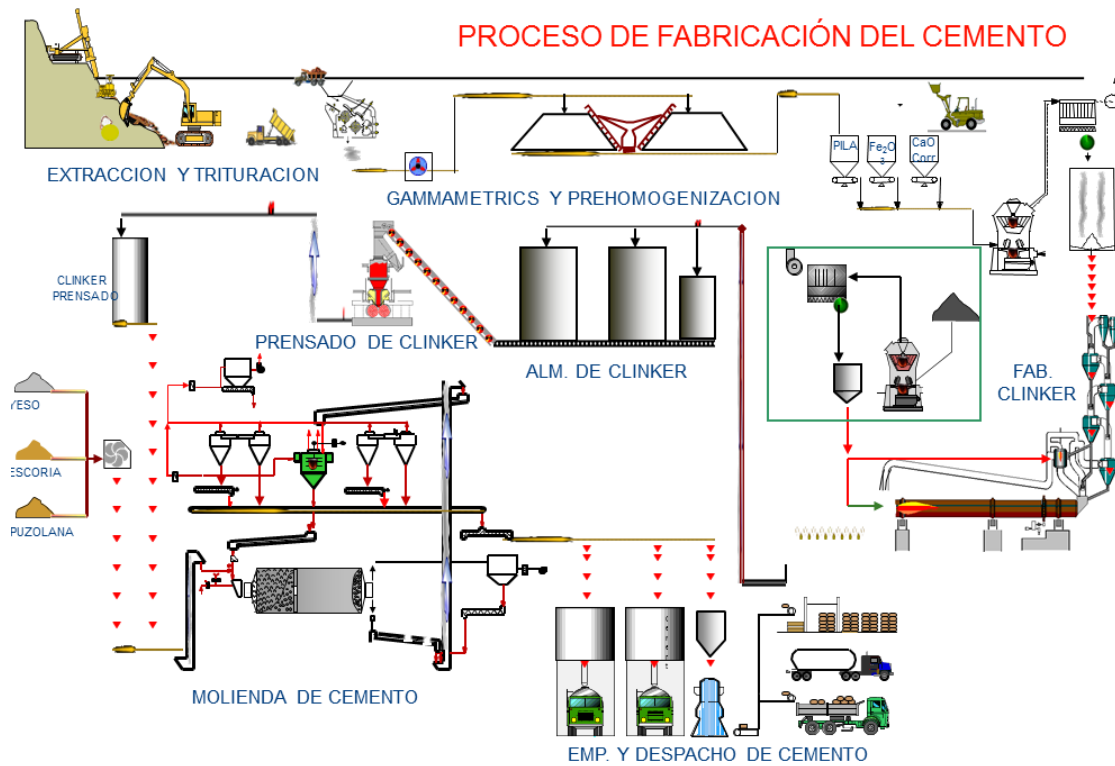
2.2.1.2 Elaboración de cemento.

La definición de cemento según la RAE, “1. m. Mezcla formada de arcilla y materiales calcáreos, sometida a cocción y muy finamente molida, que mezclada a su vez con agua se solidifica y endurece.”²

A Continuación se describirá e proceso de fabricación de cemento en Holcim Colombia:

² <http://lema.rae.es/drae/?val=cemento>.

Figura 3. Proceso Fabricación de Cemento



Fuente. Flow Sheet elaboración de cemento Holcim Colombia

El proceso de fabricación del cemento se inicia con los estudios y evaluación minera de materias primas (calizas y arcillas) necesarias para la producción. Una vez evaluada se tramita la concesión o derechos sobre la cantera. Como segundo paso se complementan los estudios geológicos, se planifica la Explotación y se inicia el proceso de perforación, quema, remoción, clasificación, cargue y transporte de materia prima. Una vez removido el material y clasificado, se inicia el proceso de trituración reduciendo el tamaño de la roca. El material es fracturado hasta obtener una granulometría apropiada para el producido de molienda.

En la pre homogenización los materiales han sido analizados a su paso mediante un equipo de rayos gamma localizado sobre la banda transportadora. El material triturado se transporta por medio de bandas hasta el patio de pre homogenización donde se organizan en dos pilas en capas horizontales para luego consumirse en cortes (tajadas) verticales. Con esto se logra una primera homogeneidad de las materias primas. Este material es transportado y almacenado en un sitio del cual se alimenta el molino de crudo. Allí mismo se tienen dos silos más con los materiales correctivos (minerales de hierro y caliza correctiva alta). Se dosifica dependiendo de sus características y mediante básculas, el material al molino de harina (o crudo).

El material extraído de los silos que tienen un tamaño máximo de 10 cm, se transporta a un molino vertical que consiste en una mesa giratoria con tres rodillos, sobre la cual muelen el material que cae sobre la mesa hasta el pulverizado. Este material pulverizado es transportado mediante la succión de gases calientes provenientes del horno, hasta el filtro de mangas, donde es separado el material del aire y transportado al silo de homogenización. En el silo se homogeniza la harina, mediante aire para obtener una harina cuya composición química sea la ideal para la fabricación del Clinker (recuadro verde figura 3 – proceso molienda de materias primas).

En la fabricación de Clinker ocurre la transformación principal. El material molido (harina) y homogenizado es transportado para iniciar el proceso de transformación de las materias primas y dar origen al clinker. En esta torre que consta de 5 ciclones los cuales están colocados en forma alterna uno debajo del otro, el material desciende rápidamente y gana temperatura. En sentido contrario se moverá una corriente de aire caliente proveniente del enfriamiento y la combustión del carbón. Una vez llega a la parte baja de la torre de precalentamiento y con una

temperatura de casi 900°C, el material entra al horno giratorio para completar su proceso de transformación llegando a temperaturas de aproximadamente 1450°C. Al salir del horno el material es enfriado rápidamente por medio de aire, utilizando un sistema de parrillas sobre las cuales se encuentra el material. El paso del aire frío baja rápidamente la temperatura del material produciendo la cristalización del mismo. La temperatura de salida del clinker es aproximadamente de 150°C.

El clinker salido del horno es almacenado en un depósito cubierto y de allí se lleva a una prensa (o molino) de rodillos para una pre molienda (reducción de tamaño) y luego alimentar el molino de bolas en conjunto con el yeso y la adición, si ésta se requiere. En este punto del proceso, la molienda determinará el tipo de cemento. Para ello señala si es o no adicionado, y la finura con lo cual se obtiene la diversidad de productos para la construcción. En el proceso de la molienda, se alimentan los materiales (clinker, yeso y adición) según el tipo de cemento a fabricar, y se determina la finura del cemento. En el proceso de molienda y a la salida del molino, el material es conducido a través de un clasificador de partículas que separa las gruesas para reintroducirlas al molino y las partículas finas se transportan a los silos de cemento.

El cemento se lleva por medio de bandas transportadoras o de sistemas neumáticos hacia los silos de almacenamiento de donde se extrae para ser despachado en bolsas o granel.

Empacado en bolsa: La operación de empacado se hace mediante tres equipos (empacadoras) que llenan los sacos y en forma automática una vez completan su peso, son descargados en una banda transportadora. Esta banda puede ir rectamente al vehículo o a una paletizadora automática donde se organiza en grupos para ser cargado mediante montacargas a los camiones.

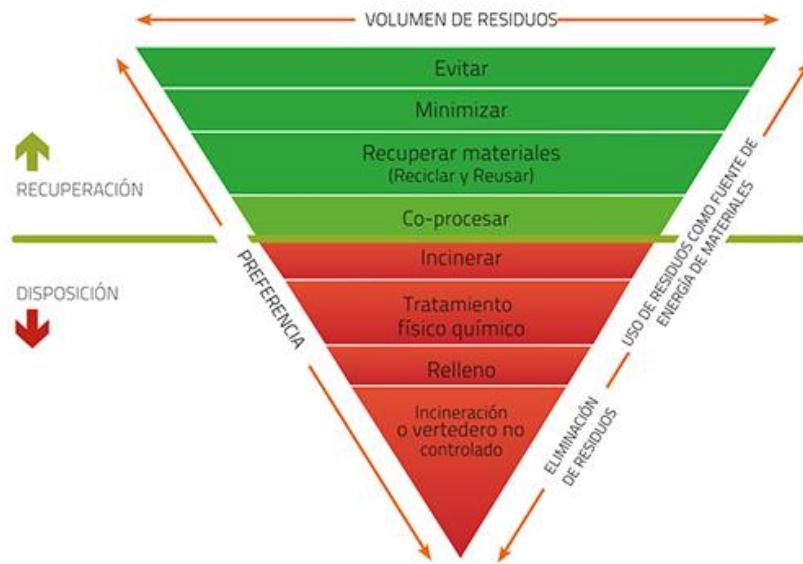
2.2.2 Co-procesamiento.

El co-procesamiento es el uso de residuos como materia prima o fuente de energía en procesos industriales, para el reemplazo de recursos naturales no renovables, como minerales y combustibles fósiles, tales como carbón, petróleo o gas natural. Co-procesar es ingresar desechos al horno cementero para su disposición final, de tal forma que no se generen nuevos residuos, cenizas o emisiones. Se denomina así porque se desarrolla de forma simultánea con la producción de Clinker (componente del cemento). Es una operación ambientalmente segura, económicamente viable, y de práctica común en el mundo, que aprovecha las altas temperaturas del horno cementero (entre 1.100 y 2.000°C), el prolongado tiempo de residencia y la elevada turbulencia a la que están sometidos los materiales.

Desde sus orígenes en los 70's, esta tecnología se considera internacionalmente como un servicio ambiental que genera muchas ventajas tanto al generador de los residuos como al co-procesador.

La jerarquía de gestión integral de residuos (ver figura 4) muestra que el co-procesamiento es una actividad de recuperación que debe considerarse después de la prevención de generación de residuos y el reciclaje; en esta jerarquía, el co-procesamiento se encuentra más arriba en comparación con las actividades de disposición tales como rellenos sanitarios o incineración.

Figura 4. Jerarquía de gestión de residuos.



Fuente. <http://www.ecoprocesamiento.com/>

El co-procesamiento es una alternativa ambientalmente sostenible y económicamente viable para el tratamiento y valorización de los residuos dado los estrictos parámetros de la operación y monitoreo que se realiza durante todo el proceso de elaboración del cemento; es un proceso probado, comúnmente utilizado desde más de 40 años en países industrializados.

2.2.2.1 Materiales co-procesables,

Los materiales que han de ser usados deberán poderse desintegrar completamente a las temperaturas que es cocido el Clinker, también se usan materiales con poder calorífico que puedan hacer las veces de combustible, la variedad de residuos y materiales es amplia y se muestra en la siguiente clasificación:

Líquidos: Aceites usados, solventes, agua contaminada, pinturas a base de agua, anticongelantes, refinados de uso no comercial, bulk (lotes de producto para disposición final).

Lodos: Tierras impactadas con hidrocarburos, lodos provenientes de plantas de tratamientos de agua, aceitosos, resinas, natas de pintura,

Sólidos: Medicamentos vencidos y/o rechazados, producto terminado no comercializado, material de prueba de industria farma -cosmética, plásticos, cartones, impregnados de hidrocarburos.

Otros: Aserrín, catalizadores.

2.2.2.2 Materiales No co-procesables.

Así como existen materiales que son aceptados para el co-procesamiento, existen materiales que no son aceptados ya que representan algún riesgo para los trabajadores, la comunidad y/o el medio ambiente, como por ejemplo: Residuos hospitalarios anatómicos, residuos que contienen asbestos, baterías, residuos bio-infecciosos, chatarra electrónica, explosivos, residuos con alta concentración de cianuro, ácidos minerales, residuos radioactivos, residuos domésticos sin clasificar.

2.2.2.3 Beneficios del co-procesamiento.

La disposición segura de materiales por co-procesamiento, tiene algunos beneficios como los mencionados a continuación:

- Disposición de residuos en forma segura y definitiva, por las altas temperaturas del horno (900°C – 2.000 °C).
- Altos tiempos de resiliencia de los gases en el horno que garantizan la eliminación de materiales orgánicos presentes.

- Preservación de recursos naturales no renovables al recuperar la energía de algunos residuos industriales y utilizarlos como sustitutos de los combustibles tradicionales.
- Eliminación total y segura de residuos acumulados sin generar nuevos que deban ser tratados
- Reducción global de emisiones de CO2 pues al ser un proceso simultáneo con la fabricación del Clinker, materia prima del cemento, no se generan nuevas emisiones de CO2.

Tabla 1. Co Procesamiento Vs Incineración

COPROCESAMIENTO	INCINERACION
•Temperaturas entre 1450 y 2000 °C	• Temperaturas 900 y 1200 °C
•Tiempo de residencia > 8 seg.	•Tiempo de residencia < 6 seg.
•Horno giratorio.	•Horno estático sin combustión completa.
•No genera cenizas.	•Genera cenizas que requiere tratamiento.
•Es una sola fuente de combustión para hacer Clinker y destruir residuos.	•Al calentar el horno y los residuos simultáneamente, pasan por gradientes de temperatura generando dioxinas.
•No hay generación de dioxinas por altas temperaturas.	•Fuente de combustión únicamente para destruir residuos.

Fuente: el Autor

3 MARCO TEORICO

El mantenimiento constituye una función empresarial que permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones mediante sus actividades. Según la RAE mantenimiento está definido como: “Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.”³

Al igual que cualquier profesión el mantenimiento remonta sus orígenes y definiciones a través del tiempo, que daría para un trabajo completo, sin embargo a continuación veremos los hechos y acontecimientos más relevantes de esta profesión que han dado forma a lo que hoy por hoy significa.

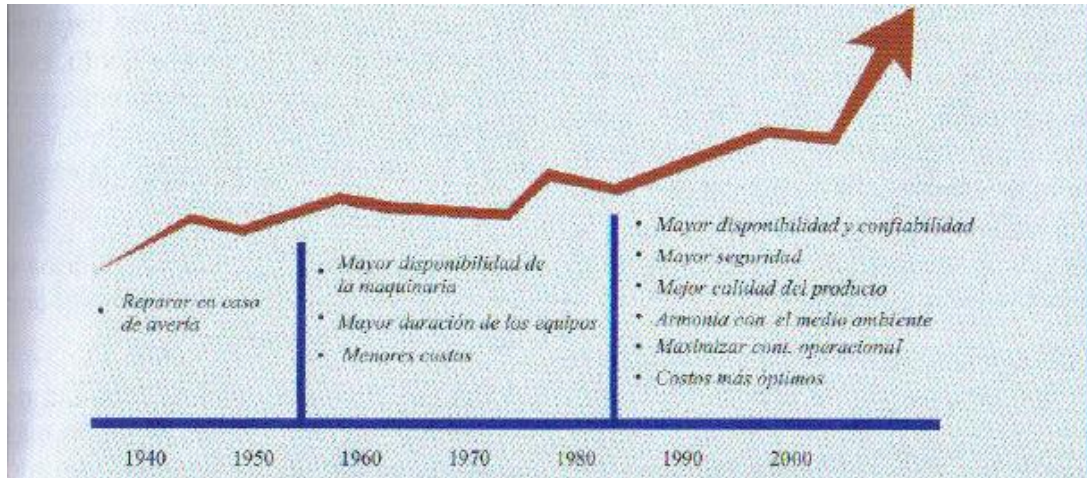
3.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Al empezar a hablar de mantenimiento es vital introducir el tema de producción ya que es el cliente interno e inmediato de mantenimiento es producción. Por esta razón, es relevante proponer el tema durante la historia de mantenimiento.

Básicamente podríamos hablar de tres periodos o épocas productivas de la humanidad en los últimos dos siglos si de la industria se habla; No con certeza de especificar el año en particular, pero si con la seguridad que en ese tiempo, han ocurrido fenómenos o precedentes que marcan diferencias para resaltar, épocas de los cuales se nombran:

³ <http://lema.rae.es/drae/?val=mantenimiento>

Figura 5. Evolución del mantenimiento



Fuente: Seminario Internacional de RCM, EAFIT 2005

Años atrás, existía una forma de producción, de tal manera que se elaboran artículos de consumo de primera necesidad, además de alimentos, razón por la que algunos autores hablan de producción artesanal, esto se habla de años anteriores a 1850, donde imperaba la mano de obra dentro de la cadena de producción, donde las herramientas eran las básicas, manualidades, hornos, telares y otros de básicos mecanismos, la ubicación de las empresas se basaban al sitio geográfico donde más facilidad presentaba la obtención de materias primas.

3.1.1 Nacimiento del mantenimiento Industrial:

De una u otra manera el mantenimiento se creó desde el mismo comienzo de la industria, ya que éste era necesario a pesar que no se le daba importancia en ese tiempo. Se usaban equipos robustos y obsoletos para los procesos industriales, y su mantenimiento era netamente correctivo.

Aunque los mantenimientos eran necesarios a pesar de ser intervenciones correctivas, antes de la Segunda Guerra Mundial, no existían técnicas que cuidaban los equipos de producción, simplemente los arreglos de estos eran correctivos', se reparaban únicamente cuando estos presentaban fallas, la vida útil de los equipos era incierta y los controles de gastos ni siquiera los consideraban dentro de los gastos operativos. En el momento de presentarse un daño estos eran reparados inmediatamente en caliente o en frío.

Se habla de la época anterior a la Segunda Guerra Mundial, época en la cual no se le daba suficiente importancia a la eficiencia y/o calidad del producto. Se tomaba en cuenta para el costo del producto final el costo de operación más un porcentaje por ganancia.

Mantenimiento Correctivo: Intervención efectuada si el conjunto, mecanismo o equipo presenta una falla. Es claro que toda falla debe ser corregida a corto plazo, esta se presenta durante la operación (en caliente), al tiempo de producción de la falla se le resta el tiempo de inspección de la falla, estimar la gravedad del daño, reunir la mano de obra necesaria y material y repuestos requeridos, adicionalmente restar el tiempo de la ejecución de la de intervención y arranque.

Este tipo de mantenimiento posee grandes desventajas:

- Interrumpe el tiempo efectivo de producción.
- Acorta la vida útil del equipo.
- Los costos de mantenimiento del equipo se elevan considerablemente.
- Requiere la presencia constante del personal de mantenimiento,

Mantenimiento correctivo genera cuentas innecesarias operativas, que pueden ser excluidas de ellas.

3.1.2 Segundos pasos.

La segunda guerra mundial dejó secuelas de toda índole en el mundo. Los países involucrados directa o indirectamente en esta se vieron en la necesidad de crear técnicas de sostenibilidad industrial con los recursos que les había dejado la guerra. En ese momento nacieron nuevas estrategias de mantenimiento enfocadas en la conservación de recursos de producción teniendo en cuenta que la mano de obra era escasa y costosa.

Desde ese momento se podría comenzar a hablar del mantenimiento preventivo que era aquel que se encargaba de intervenciones recomendadas por fabricante o por experiencia de los mismos encargados de mantenimiento esto se vivió entre las épocas de los 80. Ventajas intrínsecas del mantenimiento preventivo:

- Seguridad: Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento.
- Vida Útil: Una instalación o sistema posee mayor vida útil.
- Carga de Trabajo: La carga de trabajo para el personal de mantenimiento es más uniforme. Por lo tanto sus gastos de mantenimiento son controlados.

3.1.3 La actualidad del mantenimiento.

En este momento de la historia del mantenimiento se ven productos en el mercado de alta calidad y menor precio, esto obliga al fabricante a adquirir nuevas formas y estrategias de producción que permitan la competitividad en el mercado. Parte de éstas necesidades se basan en bajar al máximo el inventario y basarse en la disponibilidad, y contabilidad que le puedan ofrecer sus equipos de producción. Por tanto, hoy en día se piensa que se debe obtener de los equipos:

- Contabilidad.
- Disponibilidad.
- Seguridad.
- Protección al Medio Ambiente.
- Eficiencia en el proceso de producción.

Para cumplir todas estas metas se han creado diferentes métodos o formas de trabajo que cumplan con los avances tecnológicos actuales y personal calificado que esté a la vanguardia de la actualidad. Todas estas estrategias o formas de trabajo fueron diseñadas según las necesidades de la empresa y los recursos que necesita para cumplir con su meta comercial.

3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Entendemos por Gestión del Mantenimiento, la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento, con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico⁴.

⁴ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

La selección de un modo de gestión de mantenimiento se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa; existen suficientes diferencias y alternativas entre las diferentes opciones. La escogencia individual del modo de gestión del mantenimiento es indiferente del momento y estado que viva la empresa, puede llegar a ser uno de los grandes pecados estratégicos que conduzcan a resultados deficientes de mantenimiento en el mediano o largo plazo.

Se debe proceder con un diagnóstico inicial integral, tener muy claro con qué instrumentos se cuenta y cuáles faltan por desarrollar; en especial tener un panorama claro de la ubicación física de los equipos relevantes y/o críticos con sus curvas de tasas de fallas, de tal forma que haya coherencia entre los estados de los equipos y el modo de gestión que se desea implementar. El comentario es que en parte la decisión debe partir de la premisa de la fase en que se encuentra en la curva de la bañera los equipos importantes, las unidades de producción y sobretodo la empresa en conjunto.

3.2.1 Mantenimiento Correctivo.

Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles a falla, a un diagnóstico acertado y rápido de las causas. El simple mantenimiento correctivo tiene algunas justificaciones como por ejemplo:

- Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no afecta de ninguna forma la producción.
- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- El equipo tiene Backup.

Esta forma de mantenimiento ocasiona grandes pérdidas por no tomar en cuenta los costos de producción generados, más otros tantos factores como el lucro cesante, repuestos, y recursos para disponer en forma inmediata. El mantenimiento correctivo se justifica cuando el equipo no se halla en una línea de producción o punto crítico del proceso, no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento. Se llama Equipo Crítico al que:

- Su paro interrumpe el flujo normal de producción.
- Causa problemas ambientales ó de seguridad.
- Su paro ocasiona demoras en la entrega a los clientes.
- Es costoso de mantener.
- Requiere reparaciones frecuentes.
- Sus repuestos son difíciles de conseguir.

Los mantenimientos correctivos son un evento que nunca se podrá evitar, ni siquiera en las empresas donde tienen las mejores estrategias de mantenimiento, aunque su índice de mantenimiento correctivo sea muy bajo. Esto es totalmente cierto así como que la mejora continua busca que la tasa de correctivos sea cero (0%). Por lo dicho anteriormente las estrategias de mantenimiento deben contar siempre con un plan de contingencia para cuando se presenten estos imprevistos.

El mantenimiento correctivo no es puramente esperar a que un equipo falle para proceder a repararlo, tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento; es decir, cualquiera que sea el tipo de gestión siempre termina en el correctivo. En síntesis puede decirse que “el mantenimiento correctivo puede ser planificado mediante acciones proactivas o no planificado como solución a emergencias”, este último es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuo que amenazan la producción.
- El lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.

Los tipos de tareas que pueden presentarse en un correctivo son de dos tipos:

- Planificado o Proactivo: Se sabe con anticipación como proceder y que hacer en caso que se presente la perdida de funcionabilidad en el equipo, se tiene cuantificado el personal, repuestos y documentación necesaria para no perjudicar a producción.
- No planificado o Reactivo: Son tareas que deben efectuarse con urgencia y reparar lo más pronto posible ya que afecta directamente a la producción. Es una táctica interesante para las empresas que son desarrolladoras o usuarias de tecnologías avanzadas, que sus productos y áreas de negocios cambian constantemente

3.2.2 Mantenimiento Preventivo.

Acerca de este tema es mucho lo que hay por mencionar sin embargo para casos aplicativos de este trabajo se hará referencia a los puntos que fueron relevantes en el plan de mantenimiento propuesto. El mantenimiento preventivo se fundamenta en programar actividades de mantenimiento teniendo en cuenta la vida útil de las piezas y condiciones actuales. Consiste en efectuar intervenciones de calibración, medición, limpieza o cambio de elementos, momentos antes de que ésta falle o cumpla su vida útil. El mantenimiento preventivo se basa en la información suministrada por el fabricante considerando las condiciones actuales de funcionamiento, ya que es este quien debe detallar las condiciones normales de operación, calibración, medición e intervención, sobre todo las frecuencias de las mismas previniendo el desgaste acelerado de la pieza o equipo.

La función principal del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos, y en coordinación con el departamento de programación, realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno. El mantenimiento preventivo se puede basar en dos versiones, una de ellas basada en el tiempo es decir, e la frecuencia de inspección/intervención, y la segunda basada en la condición de desgaste encontrada en la revisión. Con el segundo se logra maximizar la vida útil de las piezas o equipos reduciendo costos de mantenimiento. Ambas metodologías usadas en la permanente inspección y análisis crítico.

El mantenimiento preventivo más que una técnica específica es una filosofía de la compañía, y no es una tarea exclusiva del personal de mantenimiento sino todo el personal de la compañía. Un programa de mantenimiento preventivo deberá considerar como mínimo los siguientes aspectos.

- Parte a inspeccionar. Que elemento ha de inspeccionarse.
- Instante en que debe inspeccionarse. Cuando, Quien y como ha de inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Con el fin de evitar las causas conocidas como fallas potenciales en los equipos es apropiado usar un mantenimiento preventivo, con tareas programadas y controlables.

Las ventajas o beneficios de un mantenimiento preventivo parte desde el simple hecho de organizar el departamento de mantenimiento para obtener grandes resultados. La documentación y registro de actividades pueden ofrecer datos que ilustran sobre el comportamiento de una operación o equipo, programación de gastos y determinar presupuesto, evita fallas mayores a causa de pequeñas fallas, aprovechamiento del tiempo fuera de producción para hacer intervenciones oportunas no programadas mediante inspección total del equipo, disminuir frecuencia de paros, distribución de trabajo en la cuadrilla de mantenimiento, etc., son innumerables todos los beneficios que acarrea una aplicación profunda con todas sus herramientas (AMFE, RCM, CDM, RCA, etc.) de un mantenimiento preventivo.

La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo, consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, fisuras, etc., y registrar detalladamente las observaciones en documentos destinados para tal fin.

El intervalo de inspección debe estar basado en la estabilidad, el propósito y el grado de uso. Si los registros iniciales indican que el equipo permanece dentro de la precisión requerida en las calibraciones sucesivas, los intervalos se pueden ampliar. Si por el contrario, el equipo requiere ajustes o reparaciones frecuentes, el intervalo se debe acortar.

Los registros del equipo proveen información para propósitos de otro mantenimiento preventivo. Toda orden de trabajo sobre un equipo se debe registrar en una base de datos donde se pueda buscar por equipo el historial de fallas y reparaciones, estos proveen información vital para el análisis de efectividad del sistema de mantenimiento.

Las partes esenciales que se deben incluir en un registro son:

- Número de identificación del equipo.
- Nombre del equipo.
- Producto/Grupo/Clase de equipo.
- Localización.
- Uso de lecturas de medida.
- Intervalos de mantenimiento.
- Uso por día.
- Ultimo mantenimiento preventivo vencido.
- Siguiete mantenimiento preventivo vencido.
- Tiempo del ciclo para mantenimiento preventivo.
- Oficios requeridos, número de personas y el tiempo para cada uno.

“Todo programa de mantenimiento se justificara solamente si con su implementación se van a reducir costos totales de mantenimiento”

3.2.3 Mantenimiento autónomo.

Hablar de mantenimiento autónomo involucra toda una filosofía de mantenimiento como lo es el TPM, sin embargo para este trabajo solo hablaremos de este pilar, ya que la planta de concretos de Holcim, prevé a futuro una implementación profunda de TPM. Con la concientización de los operarios se busca que la operación e mantenimiento sea efectiva.

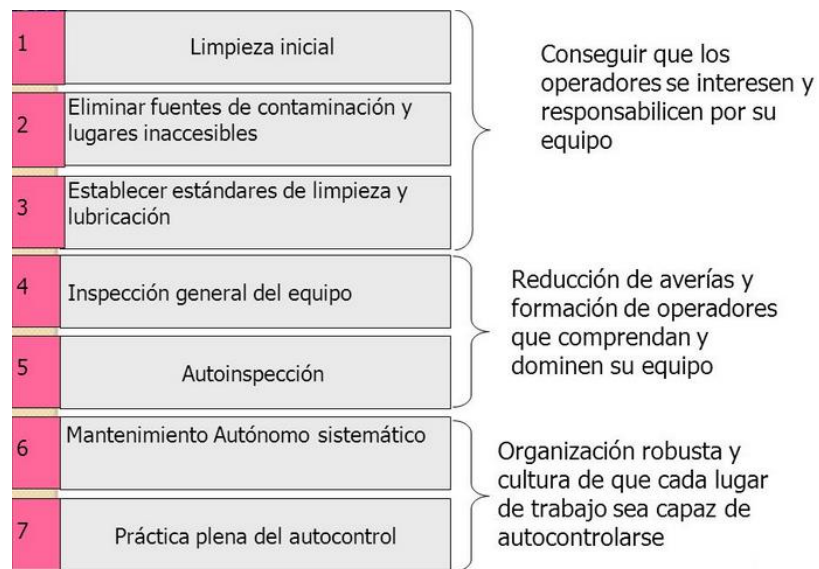
El mantenimiento autónomo se basa en una activa participación de los operarios y del personal de producción en mantenimiento, y consiste que éstos realizan algunas actividades menores de mantenimiento (baja o media tecnología), a la vez que conservan el sitio de trabajo en estado impecable. El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo, inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Tiene especial trascendencia la aplicación de las 5 S. Los objetivos del mantenimiento autónomo aunque pocos son vitales para una mejora continua:

- Evitar el deterioro del equipo
- Llevar el equipo a su estado inicial.
- Establecer condiciones básicas.
- Usa los equipos como medio para enseñar y trabajar distinto

- Desarrollar nuevas competencias y habilidades.

A continuación los pasos necesarios para la implementación de un mantenimiento autónomo:

Figura 6. 7 pasos del mantenimiento autónomo



Fuente. <http://www.icicm.com/>

3.2.3.1 Beneficios.

El mantenimiento autónomo sirve para mantener los equipos en buenas condiciones de operación, de manera que podamos tener estabilidad operacional para obtener productos con la calidad especificada y en la cantidad programada.

- La competencia técnica del equipo operativo mejora sustancialmente.
- Reducción sustancial del costo de mantenimiento.
- Menor tiempo de parada de los equipos.
- Mejor conocimiento de los equipos.

3.2.3.2 Cobertura del Programa.

Una bondad de mantenimiento autónomo es poder delimitar sus alcances y objetivos, para el caso de aplicación de este plan, será adecuado conforme los siguientes hitos; Y están dirigidos a las actividades que hará el operario.

- Limpieza de Equipos
- Lubricación
- Inspección
- Ajuste
- Preparación
- Mantenimiento rutinario
- Reparaciones Menores

3.2.3.3 Objetivos

- Modificar las características del puesto de trabajo.
- Formar operarios para que tengan dominio de los equipos/Instalaciones.

3.2.3.4 Efectos de Mantenimiento Autónomo

- La concentración en las mejoras
- El dominio del equipo e instalación.
- La mejora del análisis de las causas raíces
- La evolución de las personas.
- Descubrimiento de talentos ocultos
- Mejoría de la comunicación interna.

3.2.4 Mantenimiento Predictivo.

Es una técnica que busca determinar el estado o condición de una máquina o sistema sin interferir su funcionamiento, detectar anomalías y predecir fallas antes de que éstas ocurran. Utiliza variables sintomáticas representativas del estado o condición, entre las cuales se destacan: análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceites, ultrasonido, análisis de corriente. El mantenimiento predictivo consiste en Combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, previstas para conservar o restablecer un ISED (instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos), a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida.

Para determinar las condiciones de las máquinas sin interferir su funcionamiento, se lleva a cabo monitoreo periódico o permanente de vibraciones, temperaturas u otras variables de proceso, se diagnostican las anomalías si existen mediante el análisis de las señales monitoreadas, se determina el grado de severidad, se definen las acciones de mantenimiento requeridas y el momento en que deben ser ejecutadas para evitar que ocurran las fallas.

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué periodo de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas. A continuación se encuentran algunas ventajas de mantenimiento predictivo:

- Reduce el tiempo de parada de la máquina al conocerse qué órgano presenta la falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.

- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Requiere una nómina de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional.
- Se conoce el tiempo límite de actuación y se evita el fallo imprevisto.
- Permite diseñar estrategias de funcionamiento o tomar decisiones sobre compra de nuevos equipos.
- Se reduce el inventario de repuestos y el tiempo dedicado al mantenimiento.
- Incrementa la disponibilidad y confiabilidad de los equipos así como la productividad de la planta.
- Mejora calidad del producto y seguridad de trabajadores.

Figura 7. Beneficios del mantenimiento predictivo.



Fuente. PlantEngineer`s handbook, Keith Mobley

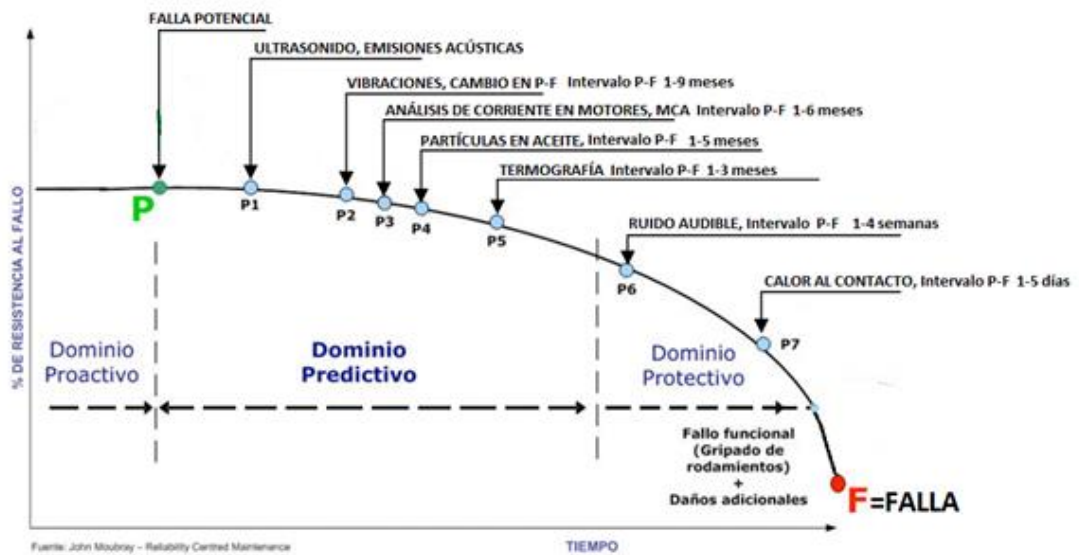
Las variables comúnmente monitoreadas para análisis predictivos se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Variables a monitorear

Temperatura	Concentración	Posición mecánica
Presión	Voltaje	Desplazamiento
Movimiento mecánico	Condición de aceite	Tiempo
Impulsos, choques,	Vibraciones	Composición
Ultrasonidos	Tensión, deformación	Secuencia eléctrica
Acción Cíclica	Humedad	Otros

Para determinar la técnica a utilizar según un modo de fallo determinado se tiene la siguiente grafica que nos indica cual sería la más apropiada, no sin antes mencionar que puede variar según el equipo a monitorear.

Figura 8. Curva P-F

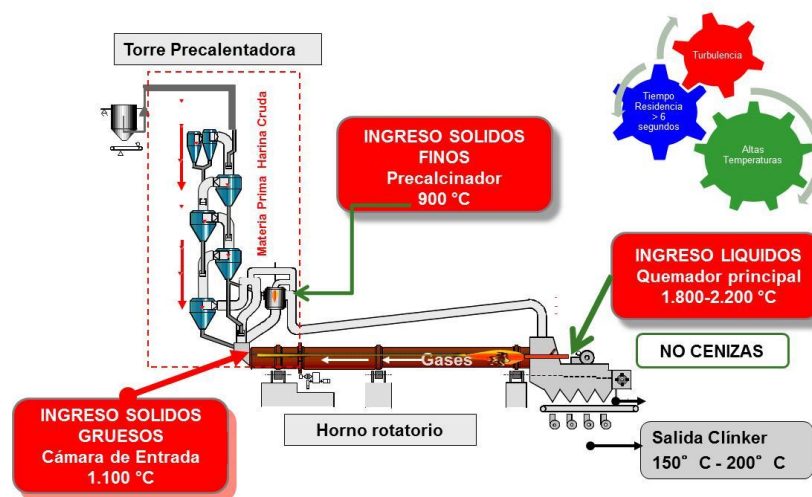


Fuente. Reliability Centered maintenance- John Moubray

4 RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE ECOPROCESAMIENTO.

Los procesos están relacionados con la preparación y alimentación de combustibles y materias primas alternativas (AFRs) que son utilizados en la fabricación de Clinker. Aprovechando las altas temperaturas requeridas en un horno cementero, El proceso para la manufactura de residuos industriales inicia con la recepción de residuos de diferentes industrias como lo son la Farmacéutica, Petrolera, Agroquímica, Petroquímico, Cosmético, Eléctrico, Aceites y Lubricantes y productos terminados. Los residuos pasan por un proceso de análisis previo por parte del laboratorio, quien da la aprobación para el ingreso de los residuos a la planta. En esta aprobación se evalúan características físicas y químicas de los residuos, se cuantifican los componentes orgánicos e inorgánicos presentes en un residuo, con esto se llega a determinar el punto de disposición adecuado (ver figura 9. Diagrama de Disposición) para que sean provechosas para el proceso de fabricación de cemento.

Figura 9. Diagrama de disposición.



Fuente. Planta Holcim Colombia- Procedimiento co-procesamiento.

Al ingresar a la planta se descargan y pasan por un proceso de selección manual y visual que se realiza por parte de personal operativo, en esta fase del proceso se espera poder separar residuos no co-procesables como la chatarra tanto ferrosa como no ferrosa. En la siguiente fase del proceso se realiza una separación de materiales, según su naturaleza y propiedades, para esto se le asigna el nombre de sólidos gruesos, sólidos finos y líquidos que se detallarán más a fondo a continuación.

4.1 AREA DE SOLIDOS FINOS.

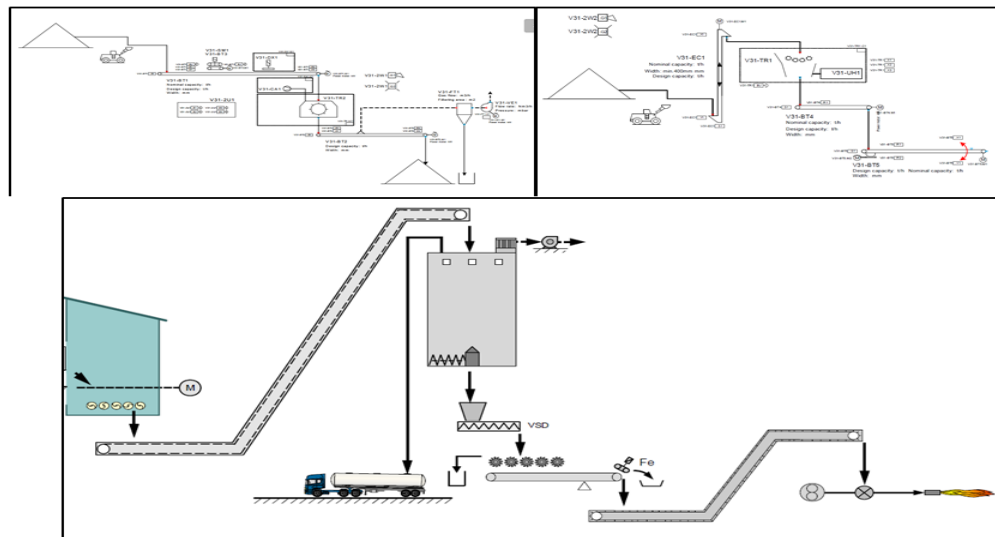
En el área de Sólidos finos el proceso continúa con la alimentación de residuos con poder calorífico a un elevador de cangilón de volumen de 1.5 m³ la cual alimenta la trituradora primaria que se encarga de disminuir el tamaño de los residuos, a la salida de la trituradora se encuentra una banda transportadora con velocidad constante que se encarga de transportar la descarga de la trituradora primaria a una banda transportadora de descarga variable, esta puede descargar hacia la trituración secundaria en la cual se disminuye aún más la granulometría del material llegando hasta un tamaño menor a 20mm. O puede terminar el proceso y el material ser llevado para aprovechamiento en el área de sólidos gruesos.

Con esta granulometría el material está con las propiedades físicas para ser llevado a disponer en el pre-calcinador ubicado en la torre pre-calentadora esto por medio de un dosificador secuencial que interpola el volumen con relación a la velocidad, produciendo una alta precisión en la dosificación de material con poder calorífico, En el proceso hay una serie de protecciones que están dispuestas para

el ingreso de este combustible alternativo y seguridad en su disposición final, son una serie de compuertas que se alternan en su apertura para que en ningún momento se pueda presentar una salida de material caliente, que en este punto puede alcanzar temperaturas de hasta 900° C.

En el área de solidos finos se realiza un reemplazo mensual de 600 Ton. Que generan una disminución de utilización de carbón como combustible principal de un 20%, representando una cifra considerable en aprovechamiento de residuos. (Ver Diagrama Descriptivo Funcional Solidos Finos).

Figura 10. Disposición área solidos finos



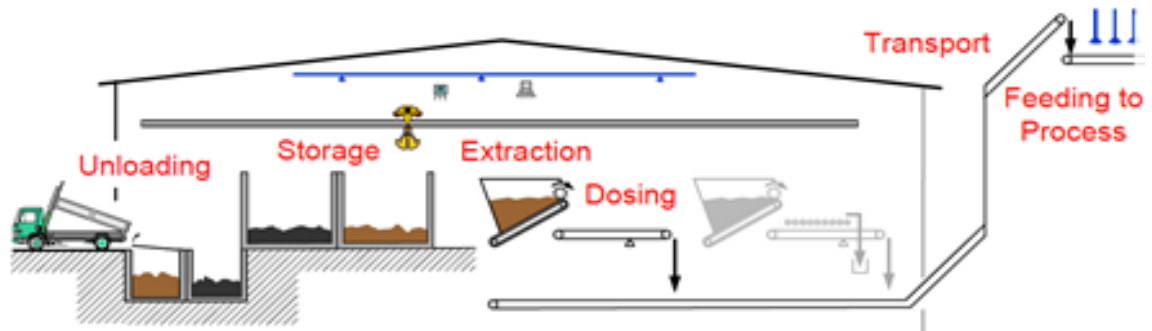
Fuente. Planta Holcim Colombia- Procedimiento co-procesamiento.

4.2 AREA DE SOLIDOS GRUESOS.

El área de solidos gruesos está conformada por una etapa de volteo de materiales y selección manual por parte de operarios que se encargan de organizar la descarga y selección de los residuos que llegan desde la industria en su mayoría

en recipientes metálicos de 55 Gal. a una bodega de 4620 m³. En este punto un puente grúa con capacidad de mover 8 Ton/h. se encarga de homogenizar todos estos materiales realizando una serie de mezclas que posteriormente serán analizadas y aprobadas por el laboratorio de residuos, Al pasar por este proceso de aprobación el puente grúa alimenta un dosificador de placas que establece una relación de peso y velocidad controlados por un P&D que generan una dosificación precisa a una banda transportadora que traslada el producto final a una cámara de entrada donde se encuentran temperaturas de hasta 1100°C protegidas por una serie de compuertas que se alternan en su apertura para que en ningún momento se pueda presentar una salida de material caliente. El área de sólidos gruesos realiza una disposición final de residuos en promedio de 1100 Ton/mes.

Figura 11. Disposición área sólidos gruesos



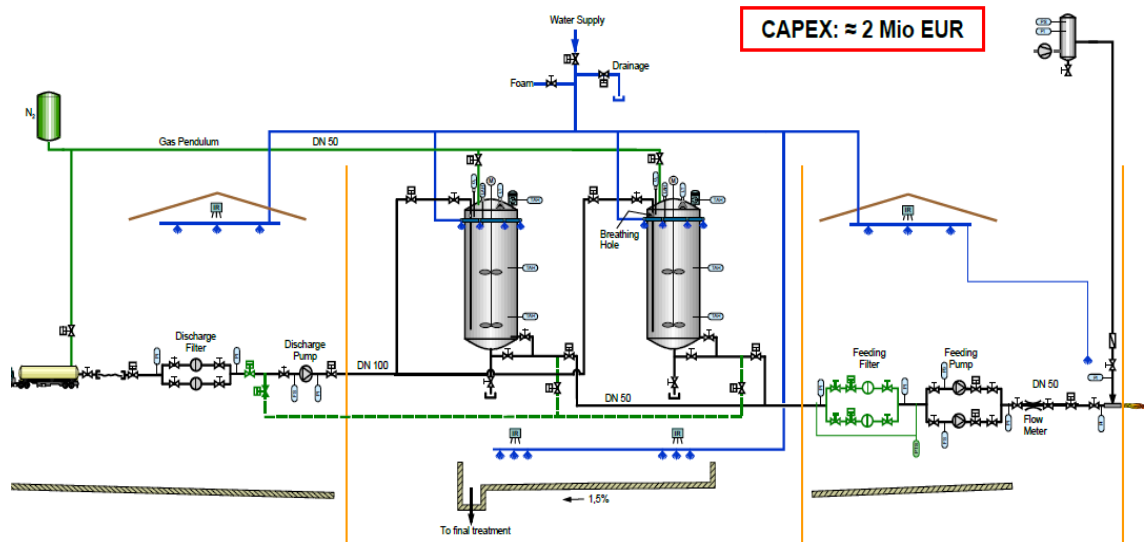
Fuente. Holcim - Procedimiento co-procesamiento.

4.3 ALIMENTACION DE LIQUIDOS.

La alimentación de líquidos como aprovechamiento de sustitución de combustibles está dada por la utilización de aceites y derivados del petróleo que requieran

disposición final. El proceso comienza con el ingreso de líquido al tanque, ya sea en carro-tanque o en canecas metálicas de 55 Gal. esta alimentación al tanque se realiza por medio de una bomba de succión neumática, con el líquido en el tanque se cuenta con un sistema de recirculación por medio de una bomba centrífuga que mantiene en constante movimiento el líquido, al igual que un agitador que homogeniza los líquidos en el tanque. La disposición final se realiza en el quemador principal donde se encuentran temperaturas entre 1800°C a 2000°C, esta inyección se da por medio de una bomba de desplazamiento positivo que impulsa los líquidos contenidos en el tanque. En el transcurso de la tubería se cuenta con un sistema de dosificación que trabaja por medio de la velocidad del fluido y las revoluciones del motor de la bomba, El fluido ingresa al quemador por medio de una lanza en donde se une con aire comprimido para generar un estado de aspersion que ayuda a una mejor combustión con el quemador principal.

Figura 12. Disposición Alimentación de líquidos



Fuente. Holcim Colombia.

4.4 DESCRIPCION Y FUNCIONALIDAD DE EQUIPOS.

A continuación se describen los equipos principales de la línea de co-procesamiento, ya que son los equipos que por análisis mostrados en el siguiente numeral, más representativos y foco de concentración para mejorar en la línea. Cabe resaltar que esta línea no tiene ninguna clase de registros o historiales de mantenimiento, por tratarse de una línea nueva de co-producción. Los demás equipos en la línea son igualmente analizados pero por tratarse de equipos de menor impacto, o que tienen equipo de respaldo, o por razones de simplicidad en su funcionamiento no son nombradas a continuación.

4.4.1 Trituradora SSI.

Trituradora o desgarradora de cuatro ejes, marca SSI con tecnología proveniente de Estados Unidos. Usada en el proceso de pre-homogenización de residuos co-procesables, el equipo trabaja principalmente con energía hidráulica y eléctrica, está compuesto por una unidad hidráulica, unidad de triturado y cribado final. En el proceso se involucra como la trituración primaria de los residuos, está encargada de disminuir el tamaño de los residuos a máximo 200 mm. Esta alimentada por medio de un elevador de cangilón y su descarga está a una banda transportadora que continua el proceso.

Figura 13. Trituradora SSI



4.4.2 Trituradora Vecoplan.

Trituradora o granulador de 1 eje. Marca Vecoplan con tecnología proveniente de Alemania. Usada en el proceso de homogenización de residuos co-procesables, el equipo trabaja principalmente con energía eléctrica y mecánica. Cuenta con sistemas hidráulicos, eléctricos, refrigeración y cribado. En el proceso se involucra como la trituración secundaria de los residuos, está encargada de disminuir el tamaño de los residuos a máximo 20 mm. Esta alimentada por medio de una banda transportadora y su descarga está a una banda transportadora de salida que genera el producto final para su disposición final en el horno cementero.

Figura 14. Trituradora Vecoplan

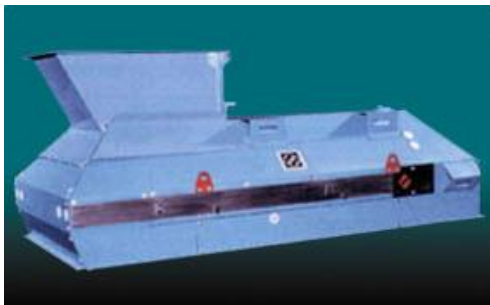


Fuente. http://www.vecoplan.de/es_index.htm

4.4.3 Dosificador Shenck.

Dosificador de marca Shenck, el equipo está dividido en dos etapas, la primera está dada por una tolva de alimentación y un tornillo sin fin que realiza movimientos de traslación y rotación para generar movimiento del material terminado. En la descarga de la tolva, se encuentra ubicada una banda pesadora que en conjunto con un control volumétrico realiza la dosificación con un rango de alimentación entre 0.5 t/h y 5 t/h.

Figura 15. Dosificador Shenck



Fuente. http://www.schenckamericas.com/prod_weighfeeders.html

4.4.4 Puente Grúa Brun.

Puente grúa de marca Brun, equipo utilizado para realizar la homogenización de residuos en la bodega de solidos gruesos, con este equipo se realizan las mezclas y se realiza el cargue de material de uno de los dosificadores de material hacia el proceso, el equipo está conformado por una etapa de potencia, que genera los movimiento de subir-bajar y abrir-cerrar la cuchara.

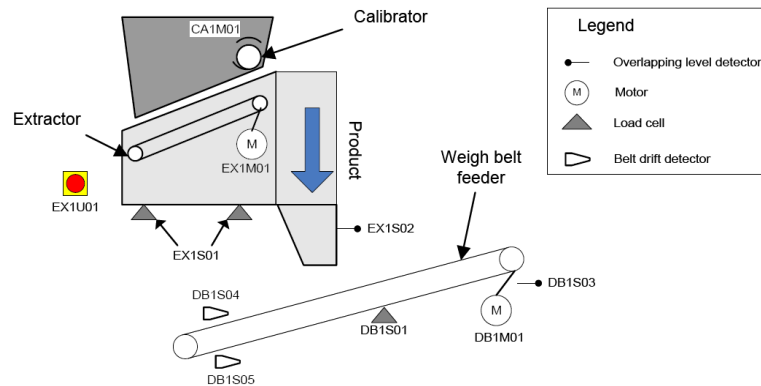
Figura 16. Puente grúa Brun



4.4.5 Apron Feeder.

Equipo de origen Francés, se utiliza como dosificador, su principio de operación está dado por una zona de alimentación, dentro de esta tolva se encuentra un alimentador de placas inclinado que ayuda a avanzar el material, luego de desplazar el material cae por medio de un Shut o manga hacia una banda pesadora que por medio de un lazo de control P&D controla el flujo de material con relación a las velocidades del equipo. Después de regular el flujo de material, lo guía hacia una banda transportadora que lleva el material hacia el pre-calcinador.

Figura 17. Apron Feeder



Fuente. Holcim – Procedimiento Co-procesamiento.

4.5 ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

Por ser una línea de proceso en serie, cualquier equipo puede detener la producción, sin embargo el impacto de cada equipo es muy diferente en costo, tiempo y efecto sobre la calidad. Con el propósito de discriminar la importancia relativa de cada equipo en la línea de producción se siguió un modelo clásico de criticidad el cual es el análisis de criterios ponderados el cual establece seis criterios de evaluación, estos criterios son:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (operaciones de mantenimiento)
- Tiempo promedio para reparar.
- Frecuencia de falla.

4.5.1 Ejecución de análisis.

A partir del recorrido en planta por la línea de co-procesamiento en la planta de cementos en Nobsa se enlista los equipos pertenecientes a dicha unidad de negocios, y de allí según el método de criterios ponderados saber los equipos críticos y que tendrán prioridad en el plan de mantenimiento acá propuesto. En un comité de los coordinadores de la línea de co-procesamiento se pondero los criterios mostrados en la tabla 3, y desde allí evaluar numéricamente la criticidad bajo la siguiente formula:

$$Criticidad\ Total = Ff * C$$

Dónde:

- Ff = frecuencia de fallas
- C = Consecuencia, ésta también se evalúa numéricamente mediante:

$$Consecuencia = (IO * Fo) + CM + IMSyMA$$

Dónde:

- IO = Impacto Operacional.
- Fo = Flexibilidad operacional
- CM= Costo de mantenimiento.
- IMS y MA = Impacto en seguridad y medio ambiente

A continuación, la tabla 3 muestra los valores de ponderación para la criticidad.

Tabla 3. Factores Ponderados basados en el riesgo.

FRECUENCIA DE FALLAS		
Pobre	mayor a 2 Fallas/mes	4
Promedio	1-2 fallas/mes	3
Buena	0,5-1 falla/mes	2
Excelente	menos 0,5 fallas/mes	1
IMPACTO OPERACIONAL		
Pérdida de todo el despacho		10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas		7
Impacta en niveles de inventario o calidad		4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción		1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
No existe opción de producción y no hay función de repuesto		4
hay opción de repuesto compartido/almacen		2
Función de repuesto disponible		1
COSTO DE MANTENIMIENTO		
Mayor o igual a 75000 USD		2
Inferior a 75000 USD		1
IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE		
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.		8
Afecta el ambiente / instalaciones		7
Afecta las instalaciones causando daños severos		5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)		3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambientes		1

A continuación se presentan los resultados por equipo, su valor de criticidad.

Tabla 4. Evaluación criticidad equipos co-procesamiento.

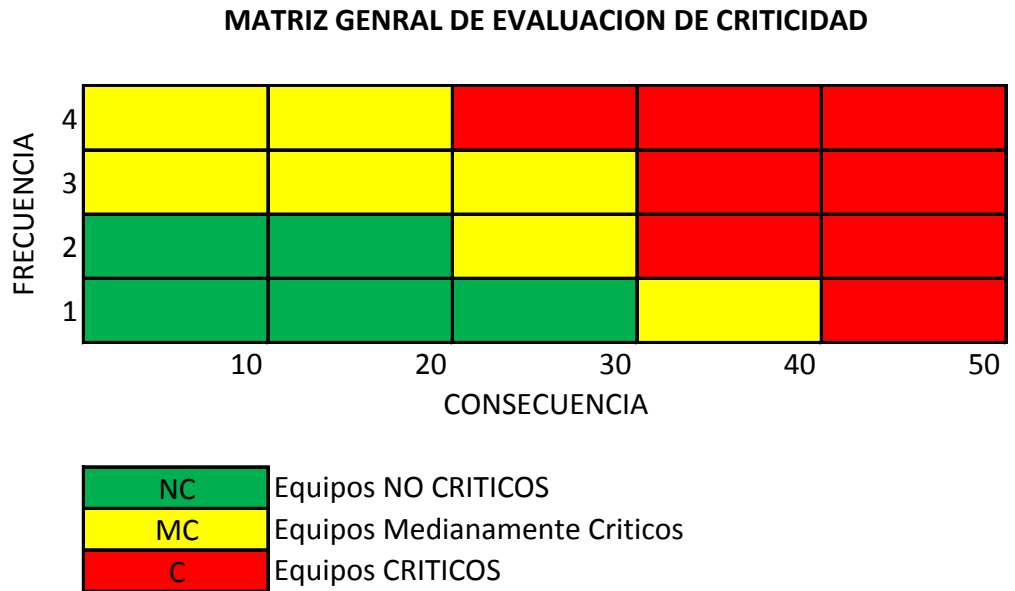
PLANTA DE RESIDUOS ECOPROCESAMIENTO
HOLCIM COLOMBIA
EVALUACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS



Nombre	Frecuencia de falla	impacto operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de mantenimiento	Impacto de Seguridad y MA	Consecuencia	CT
Cargador 950H	3	4	1	1	3	8	24
Montacarga DP 30	3	1	1	1	3	5	15
Montacarga GP 40 KL	3	1	1	1	3	5	15
Montacarga GP 40	3	1	1	1	3	5	15
Minicargador 236 B	3	1	1	1	3	5	15
Elevador de Cangilón	1	7	4	1	5	34	34
Trituradora SSI	3	10	4	2	8	50	150
Trituradora Vecoplan	3	10	4	2	8	50	150
Banda Alimentación finos 1	2	7	2	1	3	18	36
Banda Alimentación finos 2	2	7	2	1	3	18	36
Banda Alimentación finos 3	2	7	2	1	3	18	36
Banda Alimentación finos 4	2	7	2	1	3	18	36
Banda Alimentación finos 5	2	7	2	1	3	18	36
Dosificador Finos	4	10	4	2	3	45	180
Banda Alimentación	2	7	1	1	3	11	22
Compuerta finos 1	3	4	1	1	7	12	36
Compuerta finos 2	3	4	1	1	7	12	36
Guillotina finos	3	4	1	1	8	13	39
Banda Alimentación gruesos 1	2	7	1	1	3	11	22
Banda Alimentación gruesos 2	2	4	1	1	3	8	16
Apron Feeder	3	10	4	2	8	50	150
Puene Grúa Brum	4	10	4	2	8	50	200
Compactadora	1	1	1	1	1	3	3
Compuerta gruesos 1	3	4	1	1	7	12	36
Compuerta gruesos 2	3	4	1	1	7	12	36
Guillotina gruesos	3	4	1	1	8	13	39
Bomba Recirculación	2	7	2	1	1	16	32
Bomba De Inyección	2	7	2	1	1	16	32

Una vez calculado el valor de criticidad de los equipos y teniendo en cuenta la frecuencia de falla vs la consecuencia, se introducen los valores en la matriz de criticidad la cual define el nivel de criticidad según la región en la cual se ubiquen en la matriz.

Tabla 5. Matriz General de Evaluación de Criticidad.




4.5.2 Resultados del análisis de criticidad.

El análisis anterior, arrojó el equipo crítico dentro del proceso son:

- Trituradora SSI.
- Trituradora Vecoplan.
- Dosificador de finos.
- Apron feeder.
- Puente grúa.

El paro de cualquiera de estos equipos no solo afecta la línea de producción sino también aparte delo ya analizado hay que sumarle la calidad del producto terminado. La tabla 6 muestra el resultado de criticidad resaltándolos equipos críticos, medianamente críticos y los no críticos.

Tabla 6. Resultado análisis de criticidad.

PLANTA DE RESIDUOS ECOPROCESAMIENTO HOLCIM COLOMBIA EVALUACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS				
Nombre	Frecuencia de falla	Consecuencia	CT	CRITICIDAD
Cargador 950H	3	8	24	MC
Montacarga DP 30	3	5	15	MC
Montacarga GP 40 KL	3	5	15	MC
Montacarga GP 40	3	5	15	MC
Minicargador 236 B	3	5	15	MC
Elevador de Cangilón	1	34	34	MC
Trituradora SSI	3	50	150	C
Trituradora Vecoplan	3	50	150	C
Banda Alimentación finos 1	2	18	36	NC
Banda Alimentación finos 2	2	18	36	NC
Banda Alimentación finos 3	2	18	36	NC
Banda Alimentación finos 4	2	18	36	NC
Banda Alimentación finos 5	2	18	36	NC
Dosificador Finos	4	45	180	C
Banda Alimentación	2	11	22	NC
Compuerta finos 1	3	12	36	MC
Compuerta finos 2	3	12	36	MC
Guillotina finos	3	13	39	MC
Banda Alimentación gruesos 1	2	11	22	NC
Banda Alimentación gruesos 2	2	8	16	NC
Apron Feeder	3	50	150	C
Puene Grua Brum	4	50	200	C
Compactadora	1	3	3	NC
Compuerta gruesos 1	3	12	36	MC
Compuerta gruesos 2	3	12	36	MC
Guillotina gruesos	3	13	39	MC
Bomba Recirculación	2	16	32	NC
Bomba De Inyección	2	16	32	NC

5 METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Según las descripciones realizadas en cuanto al manejo, organización y gestión de la planta de co-procesamiento se propone realizar dos tipos de mantenimiento iniciales para mejorar la disponibilidad de los equipos y poder implementar indicadores de desempeño que lleguen a medir específicamente la gestión de mantenimiento en planta, El primer tipo de mantenimiento planteado es el **Mantenimiento autónomo**, concebido como todo mantenimiento rutinario que se diseña llevarlo por los operarios de co-procesamiento, debidamente entrenados y llegar a despertar en ellos un espíritu crítico para mejorar el desempeño del mantenimiento en el área.

El segundo tipo de mantenimiento planteado es el **Mantenimiento Preventivo**, donde se espera seguir un patrón previamente esquematizado donde se establecen paradas periódicas que permitan cambiar piezas gastadas por nuevas, asegurando así el funcionamiento perfecto de la maquina durante un periodo pre-determinado.

Teniendo como base la buena utilización del software organizacional (SAP), se establece como herramienta de los dos tipos de mantenimiento planteados para la definición de la gestión de mantenimiento en el área de co-procesamiento.

5.1 IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO

Para la implementación de este tipo de mantenimiento lo inicial y fundamental es comenzar por darle a entender la importancia a las directivas de co-procesamiento, pues desde ellos se debe impulsar la aplicación de este, cambiar los roles y responsabilidades del personal operativo y se debe disponer del tiempo necesario que se requiere para los entrenamientos que el personal debe recibir. A

continuación se describirán las etapas a seguir y recomendaciones para una efectiva implementación del mantenimiento autónomo.

5.1.1 Etapa I Capacitación.

Esta es la fase inicial de implementación del mantenimiento autónomo, donde se pretende exponer la definición, los beneficios, la cobertura que se prenda con este programa, los objetivos y los principales efectos generados por el mantenimiento autónomo.

5.1.2 Etapa II Limpieza inicial.

A través de la limpieza el operador pasara a conocer los detalles y la intimidad de la máquina. Despertara la curiosidad. La limpieza hará que los defectos aparezcan. Así tiene inicio la necesidad de la incorporación de las mejorías.

Descubrir las anomalías. Se define como rutinas de inspección VOSO y están desarrolladas principalmente por detectar a través de los sentidos las anomalías en los equipos.

- **Ver:** Es el sentido más importante y versátil, con este se verifica potencialmente una anomalía. Algunos ejemplos, lectura de instrumentos, desgaste de piezas, nivel de fluidos, ausencia de piezas, deformaciones.
- **Oír:** Se basa en la detección de ruidos diferentes de lo normal que ocurre en el equipo y en el ambiente. Algunos ejemplos, anomalías en rodamientos, impactos por cortes, correas patinando, piezas sueltas, escape de gases.

- **Sentir:** Uso de las manos y los dedos para la constatación de anomalías, por ejemplo, temperaturas, vibraciones, aspereza artificial, aflojamiento de piezas, desgastes.
- **Oler:** A través de vapores o gases exhalados en el ambiente es posible detectar anomalías. Por ejemplo, quemado de materiales, incendios.

5.1.3 Etapa III Fuentes de Origen de Puntos Difíciles.

La necesidad de mejora se debe orientar a minimizar el área afectada por la suciedad y controlar localmente el área adyacente a la fuente de origen. Se deben determinar las fuentes de fugas y repararlas. En un trabajo conjunto el operario y el mantenedor detectarán las fuentes de afectación y con miras a la mejora continua saldrán posibles soluciones definitivas.

5.1.4 Etapa IV Lubricación y Limpieza manual.

Se debe iniciar con la estandarización, para de esta manera realizar la tarea de la misma forma, en la capacitación se le indicará al operario que, como, cuando y porque de esta labor. El enfoque se da sobre los operadores, pues deben comprender la importancia y necesidad de inspección y lubricación. Para esto se deben definir lo siguiente:

- Diagramas de los sistemas de lubricación.
- Unificar lubricantes.
- Listar todos los puntos de lubricación.
- Elaborar plantillas de control del lubricante.

5.1.5 Etapa V Inspección General de los equipos.

En esta etapa los operadores de maquinaria de co-procesamiento, por medio de capacitaciones realizadas conozcan a fondo el equipo o instalación, con el ánimo de ser más participativo en el mantenimiento y proponer mejoras. Las capacitaciones que se sugieren a nivel operativo son las siguientes:

- Relacionado con Lubricación,
- Relacionado con componentes y accionamientos de máquinas.

5.1.6 Etapa VI Inspección General de los Procesos.

Los supervisores de área (diferentes a mantenimiento) deberán crear sus propios formatos acordes a las necesidades que les permitan controlar y conocer el estado del proceso, conformidad del operario, etc. Según sea el área.

5.1.7 Etapa VII Sistematización del Mantenimiento.

El principal objetivo de esta etapa es la creación de manuales de estandarización, para mejorar la eficacia del trabajo, calidad del producto y la seguridad del medio ambiente; Se reducirán los tiempos de preparación y ajuste, contribuye en la eliminación de tiempos muertos.

5.1.8 Etapa VIII Gestión Autónoma.

Los altos directivos velaran y se comprometerán que el trabajo de implementación de mantenimiento autónomo se lleve a buen término, esto por medio de la verificación y control de los siguientes hitos:

- Diagnóstico de la implementación.
- Evaluar el mejoramiento de la mantenibilidad.

- Mejoramiento en la distribución de recursos para el mantenimiento.
- reducción de costos.
- Seguridad.

Con la implementación de este tipo de mantenimiento se busca un ideal de cero fallas y cero defectos, según las estadísticas indican que la mayor parte de las fallas en máquinas ocurren por problemas de falta de lubricación o acumulación de suciedad.

5.2 ROLL DE LA OPERACION.

A continuación se indican los roles específicos de la operación en la implementación del mantenimiento Autónomo.

- Conocer y operar correctamente su equipo.
- Realizar limpieza de inspección.
- Realizar la lubricación.
- Realizar los reaprietes.
- Realizar pequeñas reparaciones.
- Sugerir mejoras.
- Cumplir la rutina de inspección operacional.
- Realizar el etiquetado.
- Detectar e informar defectos de los equipos de forma rápida, precisa y realizar las actividades para las cuales será entrenado.
- Asistir y aprobar las capacitaciones que se plantearan para el desarrollo de la implementación.

5.3 ROLL DE MANTENIMIENTO.

A continuación se indican los roles específicos de mantenimiento en la implementación del mantenimiento Autónomo:

- Entrenar y apoyar la operación
- Realizar el mantenimiento planeado (correctivo programado, preventivo y predictivo)
- Buscar la solución definitiva de los problemas.
- Verificar diariamente los registros de anomalías en los avisos de mantenimiento y esclarecer a los operadores, en caso de ser necesario.
- Efectuar los cambios y reparaciones con calidad manteniendo los equipos limpios.
- Ser un solo equipo con el personal operativo.

Mantenimiento serán los encargados de dar las capacitaciones primarias al personal operativo, y serán los protagonistas en la implementación tanto del mantenimiento autónomo como el plan de mantenimiento preventivo

5.4 EDUCACION Y ENTRENAMIENTO.

Para el modelo de mantenimiento propuesto se tendrá en cuenta el cambio de roles y responsabilidades del personal operativo. Se proponen las siguientes capacitaciones para el primer semestre de implementación:

- MANTENIMIENTO Y LUBRICACION DE MAQUINARIA
- MANTENIMIENTO BOMBAS CENTRIFUGAS

- MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE POLEAS Y CORREAS EN V
- MOVILIZACION Y FIJACION DE PARTES Y MAQUINAS
- DESMONTAJE Y MONTAJE DE ELEMENTOS DE MAQUINAS
- MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE RODAMIENTOS Y EJES
- MANTENIMIENTO DE TUBERIA

Las capacitaciones son concertadas con los programas establecidos por el área de recursos humanos o desarrollo y van enfocados específicamente en la implementación de los dos tipos de mantenimiento propuestos. Al iniciar cada año se realizara una matriz de capacitación personalizada, orientada al aumento de las competencias de cada uno de los colaboradores. Actualmente se están desarrollando dos programas de capacitación en la operación de co-procesamiento, un programa de seguridad basada en la actitud orientada hacia el cambio actitudinal de los colaboradores en pro de la seguridad; como herramienta de análisis se está utilizando la técnica de evaluación 360 grados donde se realizan 3 tipos de evaluaciones:

Una autoevaluación donde el colaborador tiene la oportunidad de realizar una descripción de sus debilidades y fortalezas. Otra evaluación la realizan los colegas que están al mismo nivel del colaborador y por último el jefe inmediato realiza la evaluación de competencias del colaborador, con esto se encuentran algunas áreas susceptibles de mejora y ajuste a las competencias evaluadas, que dan origen a un plan de acción y compromisos por parte del colaborador y del jefe inmediato. Otro programa de desarrollo actualmente establecido es un sistema de seguridad consistente en hacer momentos de seguridad semanales, en los cuales se desarrolla un tema específico de OH&S y provee el espacio para un dialogo de sucesos ocurridos.

5.5 IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El segundo tipo de mantenimiento propuesto para mejorar la gestión de mantenimiento de co-procesamiento es el mantenimiento preventivo, que básicamente sigue un patrón previamente esquematizado donde se establecen paradas periódicas programadas por producción. La implementación de este tipo de mantenimiento junto con el mantenimiento autónomo, se considera es la unión adecuada para el área. Al igual que el mantenimiento autónomo se establecerán etapas para la implementación adecuada de un mantenimiento preventivo, para esto se requiere una base sólida donde se pueda establecer fundamentos claros para que sea totalmente efectiva la gestión de mantenimiento. Por este motivo se plantean los siguientes pasos:

- Objetivos y Estrategias de Mantenimiento.
- Estructura organizacional y recursos de mantenimiento.
- Flujo gestión de mantenimiento.
- Estructura de costos.
- Programa maestro de mantenimiento.
- Sistema de codificación.
- Equipos críticos.
- Matriz de habilidades y recursos.
- Sistema de historial de equipos.
- Sistema de órdenes de mantenimiento.
- Instrucciones de trabajo.
- Análisis de fallas
- Sistema de mantenimiento computarizado.
- Indicadores clave de mantenimiento.

5.5.1 Objetivos y Estrategia de mantenimiento.

Como política y premisa del área de mantenimiento en la línea de co-procesamiento se establece lo siguiente:

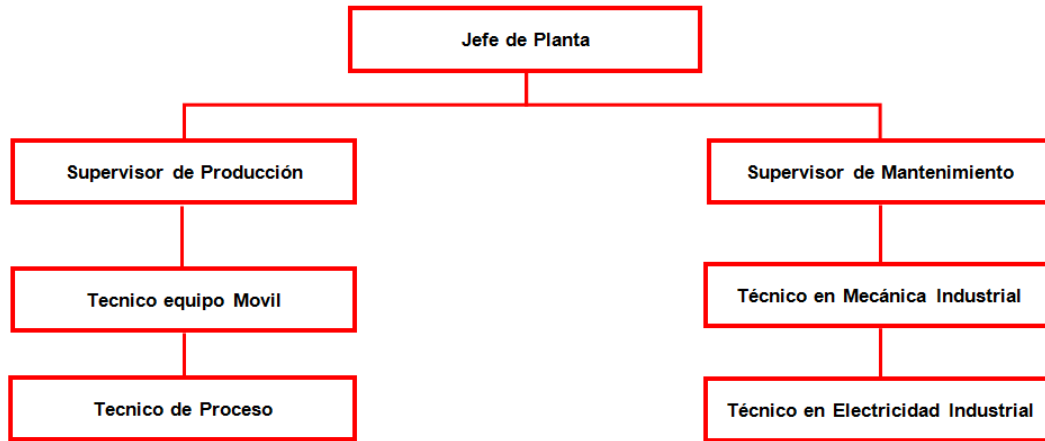
“Asegurar que los activos de la compañía estén en una condición tal, que puedan cumplir con los compromisos de cantidad y calidad de producción a un costo competitivo, dentro de un ambiente de seguridad y respeto al medio ambiente”.

- Lograr al menos 80% de cumplimiento del plan de Mantenimiento, medición de preventivo + correctivo planeado.
- Lograr al menos 80% de cumplimiento del plan de Mantenimiento preventivo, medición solo de rutinas preventivas.
- Cumplimiento de mantenimiento no planeado que no exceda el 10%.

5.5.2 Estructura organizacional y recursos de mantenimiento.

Para la estructura de mantenimiento se planteara un organigrama que llene las necesidades tanto para el mantenimiento preventivo como para el mantenimiento autónomo. A continuación se describirá la descripción de cargos para el modelo propuesto.

Figura 18. Estructura organizacional Co-procesamiento.



Fuente. Organigrama Holcim Colombia.

- **Jefe de Planta:** Dirigir el proceso productivo de co-procesamiento, operación y mantenimiento bajo los estándares de calidad, seguridad y ambiente de Holcim. Velar por la productividad y competitividad de la operación y el buen manejo de las relaciones con la comunidad alrededor de la operación. Además será el encargado de liderar la implementación del sistema de gestión propuesto, enfocado al equipo de trabajo en la aceptación de los cambios que desarrolla el modelo, el jefe de planta será la cabeza principal y líder visible durante la implementación.
- **Supervisores de Producción:** Planifica y dirige los recursos (Mano de obra y equipo) para obtener el máximo rendimiento de los mismos a un costo competitivo, cumpliendo con las necesidades del mercado.
- **Supervisor de Mantenimiento:** Asegurar que los equipos de producción, planta y equipo móvil, estén en condiciones que permitan sacar la mayor producción a un costo competitivo y de la mejor calidad, en condiciones seguridad y respeto al medio ambiente. Es la persona responsable de toda la gestión dentro del proceso. Planifica, coordina y administra (en SAP-PM)

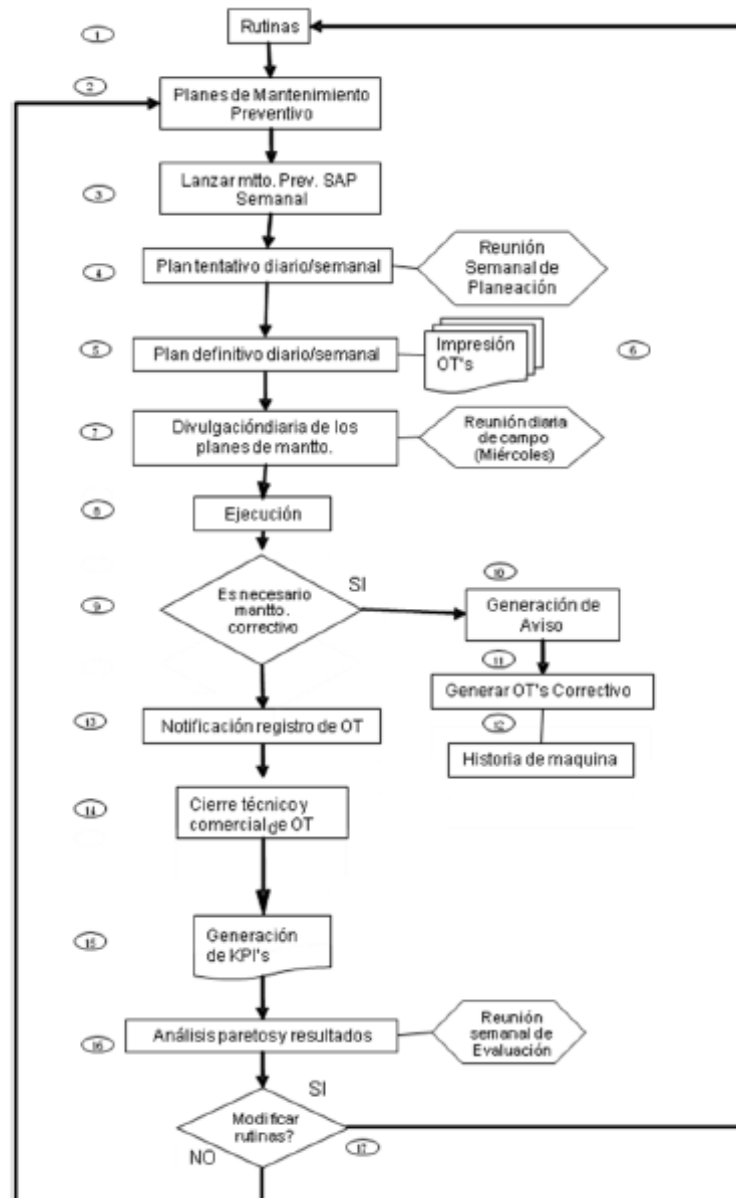
todas las labores de mantenimiento para garantizar que el equipo opera en condiciones óptimas.

- **Analista OH&S:** Encargado de mantener los sistemas de gestión de seguridad industrial, salud ocupacional, capacitaciones y en general temas relacionados con control de personal y trabajos de alto riesgo. No mostrado en la figura 18, ya que no interfiere directamente con el objetivo del presente trabajo, sin embargo su roll no es menos importante.
- **Técnico Mecánica Industrial:** Asegurar el buen funcionamiento del equipo y la maquinaria de la empresa, ejecutando las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo con calidad y seguridad; Su especialidad es la parte mecánica de los equipos..
- **Técnico Electricista Industrial:** Asegurar el buen funcionamiento del equipo y la maquinaria de la empresa, ejecutando las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo con calidad y seguridad; Su especialidad es la parte eléctrica de los equipos
- **Técnicos Equipo Móvil:** Operar los equipos móviles (cargadores, montacargas, etc.) siguiendo los procedimientos y programas de producción establecidos con el propósito de maximizar el desempeño de los mismos, encargado de mantener el modelo de mantenimiento autónomo.
- **Técnicos De Proceso:** Operar los equipos de proceso siguiendo los procedimientos y programas de producción establecidos con el propósito de maximizar el desempeño de los mismos, encargado de mantener el modelo de mantenimiento autónomo.

5.5.3 Flujo de gestión de mantenimiento.

La gestión de mantenimiento paso a paso se rige por el flujograma mostrado en la figura 19, donde se establecen los pasos secuenciales de la gestión.

Figura 19. Flujograma gestión mantenimiento preventivo



Fuente. Procedimiento mantenimiento Holcim Colombia.

El anterior procedimiento ya fue difundido en la planta de cementos de Holcim, sin embargo como es una implementación de cero ha de hacerse de nuevo, junto con su formato de explicación el cual se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Explicación flujograma gestión mantenimiento preventivo

Etapa	Actividades	Responsable	Descripción
Planificación	1. Rutina	- Administrador del Sistema	Conjunto de operaciones de mantenimiento que componen las hojas de ruta realizadas de manera periódica y preventiva con el fin de minimizar las paradas de mantenimiento no programadas. Transacción SAP: IAD1
	2. Planes de mantenimiento preventivo	- Administrador del Sistema	Conjunto de rutinas ejecutadas según las frecuencias recomendadas por el fabricante y por la historia de la maquinaria en operación. Transacción SAP: IP42
	3. Lanzar mto. Prev. SAP Semanal	- Sistema SAP - Administrador del sistema - Planeador	Según la configuración y programación de los planes de mantenimiento y los contadores de máquina el sistema SAP lanza de manera predeterminada las ordenes correspondientes a la semana/mes de mantenimiento. Transacción SAP: IW38
	4. Plan tentativo diario/semanal	- Supervisor de mantenimiento - Planeador - Jefe de Planta	Discutir y plantear las tareas a ejecutar en la semana, teniendo en cuenta el plan maestro de mantenimiento y los avisos de mantenimiento generados. Se define en la reunión semanal de planeación (jueves).
	5. Plan definitivo diario/semanal	- Planeador	Programación final de los trabajos de mantenimiento, con una completa definición de tiempos, personal que lo ejecutara, materiales y si es el caso permisos necesarios. Esta es una actividad de carácter semanal y deberá ser realizada antes de las 11:59 pm del día sábado, con el fin de registrar las ordenes planeadas para cálculo de los indicadores de mantenimiento.
	6. Impresión OT's	- Planeador	Al imprimir la OT el status de la orden cambia indicando que será ejecutada. Transacción SAP: IW30
Ejecución	7. Divulgación diaria de los planes de mantto.	- Supervisor de mantenimiento - Personal de mantenimiento - Contratistas	Distribuir las OT's dar indicaciones sobre los trabajos, resolver dudas. Se realiza en el día de mantenimiento, previo al inicio de las tareas con una revisión de seguridad, por medio de charlas cortas de seguridad, para los trabajos a realizar.
	8. Ejecución	- Supervisor de mantenimiento - Personal de mantenimiento - Contratistas	Se ejecutan los trabajos especificados en la OT y son supervisados en calidad y seguridad. Verificar el desarrollo de las actividades bajo las normas de seguridad, buen uso de las materiales y herramientas entregados por el almacén.
	9. Es necesario mantenimiento Correctivo?		Si = 10 No = 13
	10. Generación de Aviso	- Supervisor de mantenimiento	Generado por quien detecta la necesidad a partir de solicitudes de mantenimiento, emergencias e inspecciones planeadas.

Tabla 7. Explicación flujograma gestión mantenimiento preventivo. (Continuación)

			<p>Clases de avisos: (M1) Solicitud de mantenimiento (M2) Avería de equipo (M3) de actividad Transacción SAP: IW21</p>
	11. Generar OT's Correctivo	- Planeador	<p>Tratar el aviso generado en el sistema SAP creando las respectivas OT's, ninguna operación de mantenimiento se puede realizar sin la respectiva OT. Transacción SAP: IW31</p>
	12. Historia de maquina	- Sistema SAP	<p>Se actualiza de manera automática en el sistema SAP al y tratar avisos y cerrar comercialmente las OT.</p>
	13. Notificación registro de OT	- Planeador	<p>Luego de recibir la OT debidamente diligenciada se ingresa al sistema SAP para cargar las horas reales trabajadas y el estado de ejecución del trabajo. La orden debe estar liberada antes de ser notificada. La notificación de las OT's es la base para el calculo de algunos de los KPI de mantenimiento en BW. Notifica el plan semanal los días lunes antes de las 9pm. Transacción SAP: IW41</p>
	14. Cierre técnico y comercial de OT	- Planeador	<p>Para dar por terminada una OT es necesario cerrarla técnica y comercialmente. El cierre técnico se ejecuta una vez que los trabajos planeados han sido completamente ejecutados. El cierre comercial se efectúa cuando se tiene la seguridad que todas las imputaciones de la orden están realizadas. El cierre comercial se debe hacer mensualmente una vez se haya liquidado el módulo de costos. Transacción SAP: IW32</p>
Análisis	15. Generación de KPI's	- Sistema SAP/BW	<p>El sistema BW tomando los datos del sistema SAP, calcula los indicadores de desempeño necesarios para medir la efectividad de las actividades de mantenimiento. El reporte de BW consta de: avisos de paro y reporte semanal de mantenimiento.</p>
	16. Análisis paretos y resultados	- Jefe de Planta	<p>Análisis de los indicadores y paretos generados por el sistema BW. Se realizará en la reunión semanal de evaluación</p>
	17. Modificar rutinas?		<p>Si = 1 No = 2</p>

Fuente. Procedimiento mantenimiento Holcim Colombia.

5.5.4 Estructura de costos.

La estructura de costos tiene la finalidad básica de gestionar los costos de co-procesamiento y estimular la optimización del uso de mano de obra, cantidad de materiales y minimizar tiempo de paro.

Para co-procesamiento se sugiere hacer una detallada clasificación de costos de mantenimiento utilizando la herramienta SAP, detallando los costos directos y los costos fijos. Los costos directos serán contemplados como los insumos de materiales, los gastos que se consuman con el uso o la mano de obra.

Los costos fijos se referencian como todas las acciones planeadas del mantenimiento basadas en los pronósticos de disponibilidad y basados en costos de mantenimiento de equipos similares de las otras líneas de producción.

Teniendo claro los costos directos y los costos fijos es necesario realizar una codificación total de los equipos pertenecientes a la operación, se propone clasificar los equipos por áreas productivas como lo son Sólidos Finos, Sólidos Gruesos, y Líquidos, cada equipo deberá tener su código que para el caso específico de SAP se llamara HAC, un numero de equipo y un centro de costo asignado. Con esto ya se puede comenzar a clasificar los costos y llegar a determinar exactamente el costo de mantenimiento de cada uno de los equipos de la operación. También se deberá llevar un seguimiento continuo a los costos de mantenimiento y con la ayuda de las estadísticas generadas por SAP se podrá establecer un presupuesto anual para el área de mantenimiento.

5.5.5 Programa Maestro de Mantenimiento.

El programa maestro de mantenimiento contiene todas las actividades planeadas y detalladas para los equipos de la planta, se establecerán una serie de formatos que constituirán las actividades diarias, semanales, mensuales y anuales planteadas para los equipos. Adicional a los formatos mencionados, se deben hacer dos reuniones cortas que ayuden al seguimiento de las actividades se ejecuten conforme al plan propuesto.

5.5.5.1 Reunión Semanal.

El objetivo de esta reunión es hacer una revisión semanal de indicadores, revisar avisos de trabajo y órdenes de mantenimiento preventivo pendientes, plan de mantenimiento semanal y coordinar paros de producción, recursos, etc, para ejecutar las labores de mantenimiento. Las características de esta son:

- Duración: 1 hora.
- Asistentes: Jefe de planta, Supervisor de mantenimiento, Supervisor de Producción.

5.5.5.2 Reunión Mensual.

El objetivo de esta reunión es revisar plan del plan maestro de mantenimiento y coordinar paros de producción, recursos y costos de mantenimiento del mes, Informar resultados del mes sobre los indicadores de mantenimiento, planta y tiempos perdidos de producción de la planta y control de calidad, establecer y dar seguimiento a planes de acción. Las características de esta son:

- Duración: 1 hora.
- Asistentes: Gerente área, Jefe Laboratorio, Jefe de planta, Supervisor de mantenimiento, Supervisor de Producción.

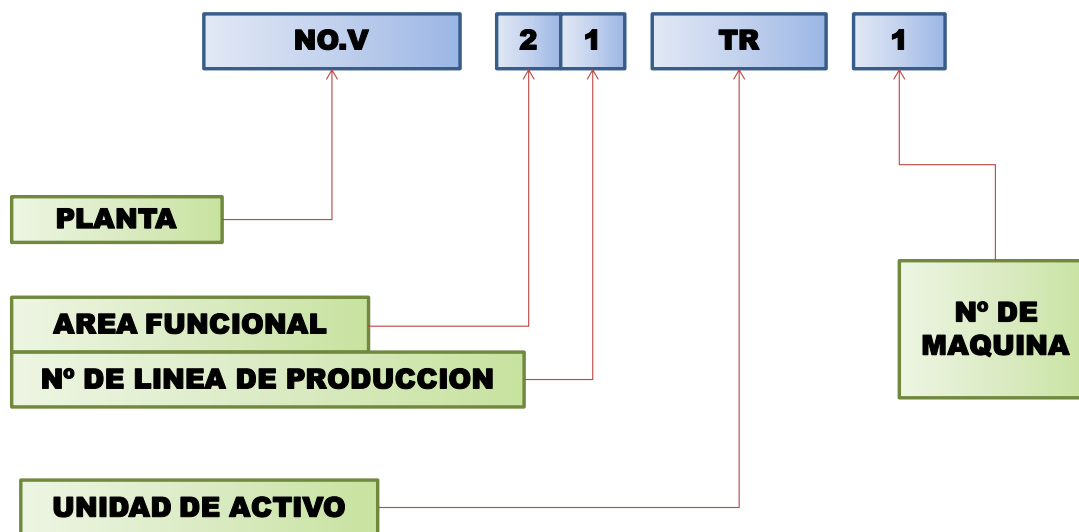
La implementación del programa maestro de mantenimiento estará basada de acuerdo a la clase de equipo, en una serie de rutinas de actividades propias de la clase de máquina que serán controladas por una frecuencia en horas de operación para la generación de la rutina en el sistema de información.

La generación de rutinas estará dada por la recolección de información, específicamente de manuales y experiencia del personal de mantenimiento actualmente involucrado, al igual de las estadísticas de los datos que se han venido recolectando a través de la implementación parcial de esta monografía.

5.5.6 Sistema de Codificación.

La base de cualquier sistema de gestión de activos (cubriendo todas las áreas importantes), es una apropiada clasificación homogénea e identificación y codificación de los Activos. En la mayoría de las plantas de "HOLCIM", esta clasificación se ha hecho mediante el sistema de Codificación de Activos llamado "HAC". El "HAC" identifica el tipo y la ubicación del Activo dentro de la planta. El "HAC" está compuesto de un código de seis dígitos alfanuméricos los cuales pueden ser completados con dígitos individuales adicionales. Los componentes de las unidades de activos (ó unidades de mantenimiento) son clasificados con dígitos adicionales. Según lo establecido por casa matriz las plantas de cemento inician la codificación con una V. La figura a continuación muestra la estructura de cómo se genera la codificación.

Figura 20. Codificación en SAP equipos co-procesamiento



Fuente. Holcim Colombia.

Dónde:

Tabla 8. Codificación según casa Matriz.

CODIGO DE LA PLANTA	
PLANTA	CODIGO
Planta de cemento Nobsa	NO
Eco-procesamiento	V
AREA FUNCIONAL	
AREA	CODIGO
Equipo Móvil	1
Sólidos Finos	2
Sólidos Gruesos	3
Líquidos	4

Fuente. Holcim.

5.5.7 Sistema De Ordenes De mantenimiento.

El sistema de órdenes de trabajo sugerido a co-procesamiento es tomar como base la propuesta de SAP donde se evidencian claramente las funciones y el contenido básico de Orden de Trabajo que se indican a continuación:

- N° de orden de trabajo correspondiente, como identificación única.
- El equipo sobre el cual se ordena realizar el trabajo.
- Las herramientas y material necesario.
- La prioridad del trabajo.
- Fecha y hora de la realización de la OT.

Como punto a favor de utilizar este tipo de órdenes establecidas para Co-procesamiento, está dado por la integración que tiene SAP entre las Ordenes de Trabajo y otros procesos administrativos como costos en tiempo real, recursos humanos, compras y generación de informes.

Con esto se puede establecer una trazabilidad de la historia de mantenimiento de cada equipo ubicado en la operación, mejora la gestión pues entrega herramientas de toma de decisiones, optimiza el seguimiento a los equipos y permite una planeación efectiva.

5.5.8 Proceso Para La Reducción De Fallas.

Para la operación de co-procesamiento que hasta el momento tiene poca información histórica de sus equipos se sugiere seguir los siguientes pasos:

Primer Pasó Recopilación información histórica sobre fallas

- Identificar averías y fallos repetitivos, clasificados por tipo de sistema o equipo.
- Identificar las causas de los fallos
- Recoger otra información: costos de operación.

- Identificar acciones correctivas utilizadas en el pasado.

Segundo Paso Identificar las causas y sus Factores

- Realizar análisis de Causa / Efecto.
- Implementar acciones de emergencia y estudiar acciones definitivas.
- Preparar controles para medir las mejoras.

Tercer Paso Identificar Fallas en equipos Similares

- Evaluar la posible repetición de las fallas en equipos similares.
- Desarrollar un sistema de inspección para esta clase de fallas.
- Incluir estas acciones como parte del mantenimiento planificado.

Prevenir Repetición en Equipos Similares

- Documentar las acciones correctivas y preventivas para cada falla.
- Preparar el plan de mantenimiento.
- Evaluación de los resultados obtenidos.

Quinto Paso Estandarizar Resultados

- Mejorar Estadísticas.
- Modificación de los planes de Mantenimiento preventivo.
- Documentar las mejoras para futuros estudios de factibilidad de equipos.

5.6 SISTEMA DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO.

Para esto es necesario tener una adecuada administración y aprovechamiento del máximo rendimiento de SAP, por esta razón se describirán algunos conceptos básicos y comenzar a organizar la estrategia de mantenimiento adecuada para cada equipo. A modo indicativo describiremos la estructura en SAP:

Los avisos son una herramienta de SAP usada para reportar paros, daños ó averías en los objetos de mantenimiento registrar actividades relevantes para la historia de máquinas y principalmente como solicitud de mantenimiento. Esta información es la base para el cálculo de indicadores. La de avisos tiene las siguientes finalidades:

- Hacer una solicitud de mantenimiento.
- Registrar paros o averías en equipos
- Registrar actividades de mantenimiento relevantes para historia de máquinas.
- Las órdenes de trabajo correctivas se crean generalmente a partir de los avisos de solicitud de mantenimiento.

Los tipos de avisos parametrizados en SAP son los siguientes.

- **M1: *Solicitud MT***: Es una solicitud de mantenimiento para un equipo, que puede programarse y no afecta la funcionalidad del equipo. El operario autónomo inicialmente programara esta actividad en SAP, una vez tenga facultades para hacerlo.
- **M2: *Aviso de avería de Equipo***: Documento para reportar una falla o problema que ha ocurrido en un equipo durante la operación normal y afecta la funcionalidad del equipo. Este aviso es programado por el personal de mantenimiento, a futuro se prevé que sea el operario autónomo que programe esta actividad pero depende en gran medida de su capacidad y compromiso con la actividad.
- **Z1: *Paro que afecta a la línea***: Aviso para reportar todos los paros de una línea de producción, en él se registran la duración de las paradas y sus respectivas causas. Su información se utiliza para el cálculo de los indicadores de MAC (MTBF, MTTR, Rendimiento y Disponibilidad). Las personas encargadas de esta función serán tanto personal de mantenimiento como personal de producción.

- **M3: *Aviso de actividad*:** Documentación de actividades que han sido desarrolladas en un equipo y que son reportadas para actualizar la historia de máquinas por ejemplo la realización de rutinas de mantenimiento.
- **Orden de mantenimiento (OT):** Documento utilizado para planificar y ejecutar en detalle las tareas de mantenimiento a realizar, los materiales, recursos y servicios. También recoge y acumula los datos reales en cuanto a recursos utilizados y costos totales de la orden. Permite liquidar costos al centro de costo correspondiente. Además permite llevar el registro de las actividades realizadas en la historia de máquina, duración del trabajo y costo por operación de la orden.
- **Notificación:** Proceso de manejo de la OT mediante el cual se cargan las horas reales trabajadas y cantidad de personas realizando la tarea de mantenimiento al sistema SAP para así registrar como está progresando la ejecución de la orden respecto al tiempo programado.
- **Aceptación:** Validación de las facturas de una operación de mantenimiento realizado por un proveedor externo. SAP permite accesos o transacciones con niveles de seguridad a cada persona que le permite hacer ciertas actividades, como aceptación.
- **Puntos de medida:** Documentos de medida que permiten registrar y acumular variables de control de mantenimiento como horas marcha, kilómetros recorridos, volúmenes producidos o toneladas producidas. Estos indicadores son registrados en SAP permitiendo la ejecución de las rutinas de mantenimiento.

6 PLAN DE MANTENIMIENTO

6.1 CREACION DE FICHAS TECNICAS

La ficha técnica es el documento el cual posee información y especificaciones técnicas del equipo, es un documento de vital importancia para poder identificar y conocer el equipo que se está revisando/operando.

El formato que se propone está sujeto ser aprobado con modificaciones pequeñas que en principio solo son de forma, estas fichas técnicas están idas al detalle con los equipos que se consideraron críticos, pues otros equipos de la línea de co-procesamiento son compartidos con otras líneas de producción y por lo tanto ya tienen tanto planes y rutinas de mantenimiento como fichas técnicas y manuales. Estos equipos han sido tomados de las otras líneas y puestos en funcioamiento dentro de co-procesamiento.

La figura 21 muestra la ficha técnica de la trituradora SSI como ejemplo. Las fichas técnicas disponibles de los equipos se encuentran como anexo a este documento.

Figura 21. Ficha técnica trituradora ISS


INFORMACION TÉCNICA DE TRITURADORA						
	EQUIPO				HAC	
	TRITURADORA SSI				NO.V21-TR1	
CENTRO DE COSTO		ÁREA	PROYECTO	INSTALACIÓN		
SOLIDOS FINOS		V		2006		
FABRICANTE / PROVEEDOR	SSI		NACIONALIDAD	ESTADOS UNIDOS		
DIRECCION	Wilsonville, OR 97070-9286		TELÉFONO	(503)682-3633		
PAGINA WEB			FAX	(503)682-1704		
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO		Trituradora desgarradora de residuos				
CARACTERISTICAS DE LA TRITURADORA						
MARCA	SSI		MODELO	Q85-HD		
POTENCIA	200 Hp		R.P.M.	350		
TRITURACION						
ITEM	CANT	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	PLANO SSI	PROD. No. SSI	PESO Kg c/u
1	1	Bomba Hidráulica Principal	Proveedor : <u>Deninson</u> * Modelo: T6ED-045-045 Es una serie de doble bomba * Capacidad Máxima: - Salida 1: 45 GPM @ 1200 RPM @ 100 PSI - Salida 2: 45 GPM @ 1200 RPM @ 100 PSI * Máxima condiciones de trabajo : 3000 PSI y 2200 RPM * Desplazamiento Total: 290 ml / rev.	1.119883	418259	680
2	1	Motor Eléctrico Principal:	* Proveedor: <u>Baldor</u> * 200 HP * 1785 RPM * 230 / 460 V * 60 Hz	1.111402	275267	203
3	3	Filtro de presión	* Proveedor: MP FILTRI * Filtro: FHB320BAF1 * Elemento Filtrante:	-	163994	10

Figura 21. Ficha técnica trituradora ISS. Continuación.

			HP3202A10AN * Tamaño Nominal: 320 con bypass * Tipo de sello: Nitrilo * presión de Colapso: 300 psi * Tipo de elemento filtrante: Micro fibra inorgánica Bx>200			
4	3	Filtro de Retorno	* Proveedor: MP FILTRI * Filtro: MPF4003AG8 Y MPF4002AG8 * Elemento Filtrante: MF4003 Y MF4002 * Tamaño Nominal: 400 * Tipo de sello: Nitrilo * presión de Colapso: 45 psi	4.093851	614123	15
5	4	Indicador de presión y Temperatura	* Proveedor: ifm Electronic	4.093873	339574	0,5
6	9	Tablero de potencia Consta de	-Breaker 400 A a 460 VAC -4 Contactores Cutler-Hammer -2 guardamotores 1.6 -2.5 A -1 guardamotor 25 – 32 A -1 Contacto auxiliar Cutler-Hammer *Proveedor: EATON - 1 Breaker de 5A - 1 Breaker de 2A *Proveedor AB -Fuente de 24 VDC con entrada de 400 – 500 VAC *Proveedor PULS	3.063897	147995	60
7	2	Reductor Planetario	* Proveedor: Brevini Usa *Modelo: EM1400 * Relación de reducción : 4.08 : 1	3.063896	148019	110
8	2	Motor hidráulico	* Proveedor: Hagglunds * Modelo: CA50 * Max. presión de avance: 3150 PSI * Max. presión de reversa: 1500 PSI	3.063895	218981	110
9	4	Ejes con sus respectivos	2 principales a una velocidad de 20 y 21 RPM respectivamente y 2	0303	546	1000

Figura 21. Ficha técnica trituradora ISS. Continuación.

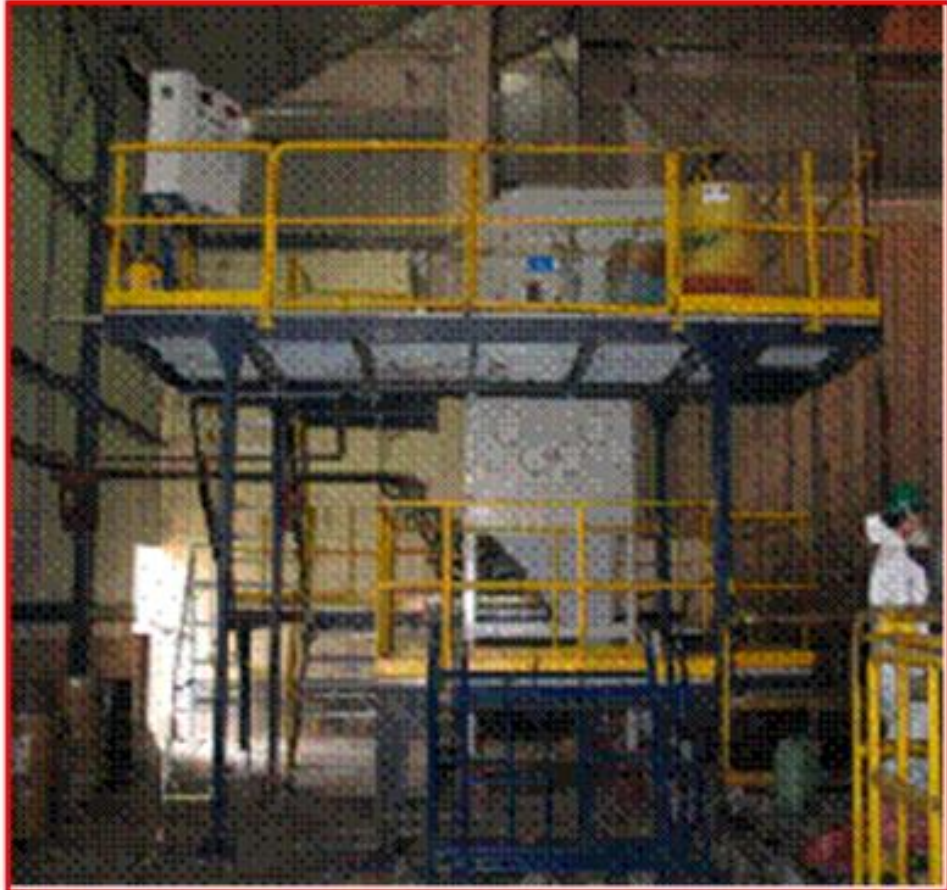
		cortadores	secundarios a una velocidad de 19 RPM			
10	1	Cilindro hidráulico	para extender o retraer la compuerta que empuja el material hacia los cortadores compuesto por puertos A y B	3.063898	218625	65

REPUESTOS CRITICOS				
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	SSI PARTE No.	REF. PLANOS
1	72	Spacer – H (1.50") (38 mm)	330506	131
2	36	Cutter – 2HK/H (1.50")	334010 – 03	132
3	34	Cutter – 2HK/BI – Directional/H (1.50")	330742 – 02	133
4	2	Cutter – 1HK/BI – Directional/H (1.50")	330691 – 02	133
5	2	Retainer – Seal / Gearbox	330688	61
6	4	Seal – Gearbox	330599	62
7	2	Retainer – Seal / Endplate	330580	66
8	4	Seal – Endplate	330600	67
9	2	Slotted Rear – H	330583	127
10	4	O – Ring	330505	128
11	1	Preload Hub	330603	162
12	1	Lockring – Preload Hub	330605	163
13	60	Screw – Flatptss (M16x2x70 mm : Gr 12.9)	071590	164
14	60	Nut – Hex (M16: Class 10) YZ	002610	165
15	1	Relay - Safety - Monitoring – 24 vdc	072297	-
16	4	Hub Protector – 33 series	070679 – 08	-
17	1	Lifting Clevis – Hex cutter (2")	644085 – 01	-
18	4	Filter Element – Return	000570	562
19	4	Filter Element – Return	072601	598
20	8	Filter Element – Pressure	000568	525
21	1	Screen – Weldment/5" Hex (66% open)	330726 - 07	701

ESPECIFICACIONES DE LUBRICANTES		
COMPONENTE	RANGO TEMP. AMBIENTE	LUBRICANTE RECOMENDADO
Unidad Hidráulica	Todas	MOBIL DTE 26
Reductor Planetario	1.7 °C – 38°C	MOBILGEAR 630
Reductor Principal Trituradora	1.7 °C – 38°C	MOBILGEAR 630
Rodamientos Motor Eléctrico	Todas	XHP 222
Rodamientos Carcaza ejes	10°C – 38°C	XHP 222
Otros	10°C – 38°C	XHP 222

Figura 21. Ficha técnica trituradora ISS. Continuación.

TRITURADORA SSI



PREPARÓ		REVISÓ		APROBÓ	
FECHA		FECHA		FECHA	

6.2 RUTINA DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.


La rutina de mantenimiento de los equipos es un documento que se propone y en el aparecen el paso a paso de las actividades preventivas a realizar según la estrategia de mantenimiento propuesta.

Para cada uno de los equipos de la línea se hizo el levantamiento de la información pertinente, a partir de los manuales, asesoría de los operarios. Las rutinas de mantenimiento se elaboran para cada equipo de la línea, y la frecuencia con la que se debe desarrollar esta rutina se establece en el siguiente numeral de este capítulo.

La implementación de las rutinas de mantenimiento a cada equipo sugiere un alto compromiso por parte de los operarios, para un excelente desempeño del plan de mantenimiento. Si se gestiona de forma específica se garantiza que los equipos se mantengan en buen estado y en una etapa posterior mejorar los índices de mantenimiento con herramientas de mantenimiento como RCA, RCM entre otras.

La figura 22 muestra la rutina de mantenimiento de la trituradora SSI como ejemplo. Las rutinas de los demás equipos se encuentran como anexos.

Figura 22. Rutina de mantenimiento trituradora ISS.

		Instructivo de Mantenimiento Preventivo Mecánico Equipo Parado					Código HAC NO.V21-TR1	
Ejecutado Por:								
Fecha	DD	MM	AAAA	Semana	Orden	Duración [Horas]	Frecuencia [Días]	
CONCIDIONES DE SEGURIDAD								
Equipos a bloquear	HAC	Ubicación Bloqueo			HAC	Ubicación Bloqueo		
HERRAMIENTAS E INSUMOS								
TRANSPORTE								
Conjunto		Actividad				Observaciones / ¿Qué acción se realizó o se debe realizar?		
Eje de Rotor	Soporte Lado Libre Marca ; Rod. _____;	¿La grasa del soporte esta en mal estado?, si esta en mal estado remueva y cámbiela				Si	No	
		¿Los tornillos están completos y en buen estado?				Si	No	
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?, cambiar si es necesario				Bueno	Malo	
		(1) ¿Cuál es el juego radial del rodamiento?						
	Soporte Lado Acción Marca ; Rod. _____;	¿La grasa del soporte esta en mal estado?, si esta en mal estado remueva y cámbiela				Si	No	
		¿Los tornillos están completos y en buen estado?				Si	No	
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?, cambiar si es necesario				Bueno	Malo	
		(1) ¿Cuál es el juego radial del rodamiento?						
	Rotores	¿Hay fisuras o grietas en los ejes de Las cuchillas?				Si	No	
		¿Hay fisuras o grietas en el eje del rotor?				Si	No	
		¿Se observa desajuste, grietas ó rotura sobre los Rotores?				Si	No	
		¿Hay holgura entre los ejes del rotor y las cuchillas?, ¿Cuanto?						
Martillos	Martillos	¿Cómo es el estado de desgaste de las cuchillas?				Excesivo	Normal	
		¿Cuántas cuchillas presentan mas desgaste de un lado que del otro?						
		¿Qué cuchillas presentan mas desgaste?				Lado accion	Lado libre	
		Realice medición de A, B y C en 2 cuchillas de cada				Igual desgaste		
			Eje 1		Eje 2		Eje 3	
		A						
		B						
		¿Las cuchillas tienen desgaste excesivo?, ajustar pantalla rompedora con tornillo de ajuste, cambiar martillos de orificio sobre el rotor ó cambiar martillos según requiera.				Si	No	

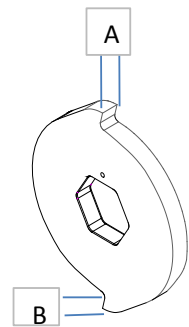
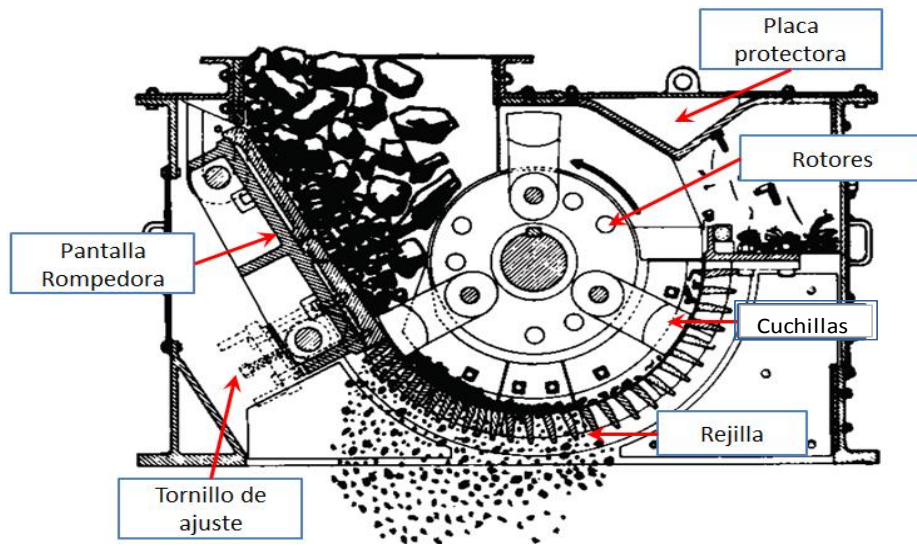


Figura 22. Rutina de mantenimiento trituradora ISS. Continuación.

Conjunto		Actividad	Observaciones / ¿Qué acción se realizó o se debe realizar?	
Pantalla Rompedora (Mandíbula Macacadora)	Pantalla Rompedora ó de Impacto	¿Las placas tienen desgaste excesivo?, ajustar a la pantalla rompedora con tornillo de ajuste, cambiar martillos de orificio sobre el rotor ó cambiar placas según requiera.	Si	No
		¿Las placas están ajustadas y con tornillería	Si	No
Rejilla de Filtrado		¿Las placas de impacto están alineadas con la rejilla de filtrado?, Ajustar usando tornillo de ajuste de la pantalla rompedora si requiere.		
		¿La rejilla esta rota, fisurada, desgastada ó en mal estado?	Si	No
Bastidor	Placa protectora de la trituradora (Chulo)	¿Hay desgaste excesivo sobre el recubrimiento?	Si	No
		¿Hay tornillos sueltos, abolladuras, grietas, ó fisuras	Si	No
	Placas laterales	Hay tornillos sueltos, abolladuras, grietas, desgaste ó fisuras en las placas de:	Lado Accio- comiada	Lado libre
			Ninguna.	
Placas frontales y posteriores		¿Cuál es el estado de las placas? ¿Cuántas y cuales requieren cambio?	Golpeadas Oxidadas Deformadas	Fisuradas Corroídas OK
		¿Cuántos tornillos hacen falta ó están en mal estado? ¿Qué tipo de tornillo se requiere?		Otro, ¿Cuál?
		¿Cuántas y cuales placas requieren cambio de recubrimiento anti desgaste?		



6.3 FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO.

Como ya fue mencionado cada equipo tiene su propia rutina de mantenimiento, y la frecuencia de esta rutina se plasmó en un archivo que esta como anexo a este trabajo. Las frecuencias propuestas están en forma semanal ya que es la forma que la planta en general plantea su estrategia de mantenimiento, adicional esta frecuencia ha dado buenos resultados y es un tiempo controlable y ejecutable.

El archivo de frecuencias contiene la planificación de mantenimientos hasta 52 semanas, en él también se plantea y se formula para hacer seguimiento y conocer que recurso se requieren para la ejecución de las actividades contenidas en el mismo; El recurso a que se hace referencia es el recurso humano.

Por razones de presentación y visualización a continuación la tabla 9, presenta las frecuencias hasta la semana 20.

Tabla 9. Frecuencia de mantenimiento.

HAC	DESCRIPCIÓN	TURNO	H/H	INTERVALO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
NO.V11-CG1	Cargador 950H	OPERACIÓN	12	4	1				1				1			1					1				
NO.V11-MC1	Montacarga DP 30	OPERACIÓN	10	4		1				1				1				1					1		
NO.V11-MC2	Montacarga GP 40 KL	OPERACIÓN	10	4			1				1				1				1				1		
NO.V11-MC3	Montacarga GP 40	OPERACIÓN	10	4				1				1				1				1				1	
NO.V11-MNC1	Minicargador 236 B	OPERACIÓN	10	4	1				1				1				1				1				
NO.V21-EC1	Elevador de Cangilón	OPERACIÓN	14	6		1						1						1						1	
NO.V21-TR1	Trituradora SSI	OPERACIÓN	16	2	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		
NO.V21-TR2	Trituradora Vecoplan	OPERACIÓN	16	2		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
NO.V21-BT1	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10	1										1										
NO.V21-BT2	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10		1										1									
NO.V21-BT3	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10			1										1								
NO.V21-BT4	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10		1										1									
NO.V21-BT5	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10	1										1										
NO.V21-BD1	Dosificador Finos	OPERACIÓN	16	4		1				1				1				1				1			
NO.V21-BT1	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10	1											1									
NO.V21-CQ1	Compuerta	OPERACIÓN	12	6			1						1						1						
NO.V21-CQ2	Compuerta	OPERACIÓN	12	6				1						1						1					
NO.V21-CQ3	Guillotina	OPERACIÓN	12	6					1						1						1				
NO.V31-BT1	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10		1										1									
NO.V31-BT2	Banda Alimentación	OPERACIÓN	10	10			1										1								
NO.V31-EP1	Apron Feeder	OPERACIÓN	16	4	1				1				1				1				1				
NO.V31-PG1	Puene Grua Brum	OPERACIÓN	24	2		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
NO.V31-CC1	Compactadora	OPERACIÓN	10	26					1																
NO.V31-CQ1	Compuerta	OPERACIÓN	12	6				1						1							1				
NO.V31-CQ2	Compuerta	OPERACIÓN	12	6				1						1						1					
NO.V31-CQ3	Guillotina	OPERACIÓN	12	6		1						1						1						1	
NO.V41-BC1	Bomba Recirculación	OPERACIÓN	20	4				1				1				1				1				1	
NO.V41-BC2	Bomba De Inyección	OPERACIÓN	20	4			1				1				1				1				1		
TOTAL MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS SEMANA						7	9	7	6	6	4	3	6	6	6	6	8	6	6	5	6	5	4	3	6
REAL HORAS HOMBRE/SEMANA																									
PROYECCION HORAS HOMBRE / SEMANA						84	122	90	94	76	66	46	96	78	90	78	110	74	92	70	94	66	66	46	96
REAL HORAS HOMBRE MES								0				0				0				0					0
PROYECCION HORAS HOMBRE MES								390				284				356				330					274

6.4 FORMATOS

A continuación se mencionan y quedan enlistados los formatos, que son anexos a este documento y que fueron mencionados en el transcurso de este, adicional los formatos sé que serán útiles en el transcurso de la implementación del plan de mantenimiento:

- Formato avisos de mantenimiento: Este formato está justificado en la sección 4.5 del presente documento.
- Formato plan semanal de mantenimiento: En este se registran las actividades que se realizaran en la semana.
- Formato plan mensual de mantenimiento: En este se registran las actividades que se realizaran en el mes
- Formato seguimiento de indicadores: Este formato se explicara en el siguiente numeral.

A continuación se muestran los formatos:

Figura 23. Formato avisos de mantenimiento

AVISO DE TRABAJO	Planta: _____ Versión: 1
HAC: _____ Fecha: _____ Urgente: <input type="checkbox"/> Programar: <input type="checkbox"/> Solicitante: _____ Recibido por: _____ Hr falla: _____	Trabajo: Mecánico: <input type="checkbox"/> Eléctrico: <input type="checkbox"/> Proceso: <input type="checkbox"/> Externa: <input type="checkbox"/>
	Areas: Trituración: <input type="checkbox"/> Transporte y Disposición: <input type="checkbox"/> Homogenización: <input type="checkbox"/> Alimentación de Líquidos: <input type="checkbox"/> Equipo Móvil: <input type="checkbox"/> Servicios de planta generales: <input type="checkbox"/> Taller de mantenimiento: <input type="checkbox"/>
Descripción del trabajo: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	
_____ Firma del solicitante	_____ Firma de recibido

Figura 24. Formato Plan semanal de mantenimiento

Plan de mantenimiento semana 1											
Inicio Mto			Finalización Mto								
Fecha Inicio	Hora		Fecha Fin	Hora							
ACTIVIDADES A EJECUTAR DURANTE DIA DE MANTENIMIENTO											
Equipo	Actividad	Orden	L	M	M	J	V	Ejecutor Líder	Duración	Interventor	
TOTAL											
TALENTO HUMANO DISPONIBLE SEMANA MANTENIMIENTO											
Mantenimiento Mecánico											
Personal		Cantidad	H. Disp.	H/H							
Total											

Estos indicadores son los necesarios inicialmente y poder ir dando flexibilidad a la estrategia. La siguiente figura muestra el esquemático del archivo:

Figura 26. Indicadores de mantenimiento

eco
procesamiento
ecología en el manejo de residuos industriales

PLANTA NOBSA AFR
INDICADORES SEMANALES DE MANTENIMIENTO

SEMANA	MES	MP planeados	MP ejecutados	MC planeados	MC planeados ejecutados	MC no planeados	Total mantenimientos planeados	Total mantenimientos ejecutados	Indice de cumplimiento del plan	Meta	Indice de mantenimiento preventivo	Meta	Indice de mantenimiento no planeado	Meta
1	Ene						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
2	Ene						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
3	Ene						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
4	Ene						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
5	Ene						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
6	Feb						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
7	Feb						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
8	Feb						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
9	Feb						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
10	Mar						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
11	Mar						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
12	Mar						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
13	Mar						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
14	Abr						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
15	Abr						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
16	Abr						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
17	Abr						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
18	Abr						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
19	May						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%
20	May						0	0	#DIV/0!	90%	#DIV/0!	100%	#DIV/0!	10%

6.6 PLAN DE CAPACITACION

Una vez mencionado la estrategia de como cuando y como, capacitar el personal de la planta, se propone un plan de capacitación que ha de ser revisado y aprobado por las gerencias y recursos humanos para hacerlo integro, y posible. Este plan esta como documento anexo.

6.7 CRONOGRAMA

Para la elaboración del modelo se llevo a cabo un cronograma de actividades que se estableció como base de planeación y control de las tareas del proyecto con el fin de cumplir la totalidad objetivos propuestos. Este cronograma se encuentra como documento anexo.

7 CONCLUSIONES

- Se realizó una evaluación al sistema de gestión de mantenimiento a la línea de eco-procesamiento, encontrándose oportunidades de mejora en la implementación de un modelo flexible y no desarrollado por la compañía como lo es el mantenimiento autónomo, ver capítulo 5.
- Se elaboró un análisis de criticidad de los equipos en la línea de eco-procesamiento, evidenciando que el 20% de los equipos de la línea se consideran críticos, dando como resultado una frecuencia de mantenimiento para estos más alta, que para el resto de equipos de la línea. Ver capítulo 6.
- La metodología de mantenimiento autónomo se iniciara para los equipos críticos de la línea, y el resto de equipos se programó con mantenimiento preventivo que ya es desarrollado por Holcim en sus otras plantas.
- Se encontró una falencia en el control de costos de mantenimiento en la línea de eco-procesamiento, los formatos propuestos incluyen un seguimiento por menorizado de los costos, esto con el fin de optimizar recursos. ver formatos anexos.
- Se desarrolló una metodología que apunta a conseguir una disponibilidad de línea del 80%, en el momento no es factible la medición de este indicador ya que está en fase de implementación.
- El modelo propuesto implementado exitosamente, se establece como una base sólida para realizar la ejecución de un modelo TPM en la organización.

- El seguimiento a indicadores de gestión se elabora de forma tal que facilite la toma de decisiones a corto tiempo y flexibilice los cambios en el plan de mantenimiento acá propuesto.
- Es importante que este plan de mantenimiento evolucione y sea el primer paso para la implementación de estrategias de mantenimiento que potencialicen la producción de la línea.

BIBLIOGRAFIA

ALBARRACIN AGUILLON, Pedro Ramón. Tribología y Lubricación.

Bucaramanga: Litochoa, 1993. 980 p.

ARCINIEGAS, Álvarez Carlos Alberto. Mantenimiento Productivo Total.

Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Mecánica.

ASOCIACION MEXICANA de ingenieros mecánicos y electricistas, Seminario de Ingeniería Mecánica, Lineamientos Generales Para La Implantación de Mantenimiento Preventivo En la Industria del cemento.

BANOS BARON, Joel Enrique. Implementación 5's en el manejo de las materias primas, repuestos y herramientas de mantenimiento de la planta de Agua Brisa. Bucaramanga, 2000, 140 p. Trabajo de grado (Especialista en gerencia de la producción y mejoramiento continuo). Universidad Industrial de Santander.

BORRAS PINILLA, Carlos. Mantenimiento preventivo. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga, 2013.

DUFFUA, Salih O. RAOUF, A. DIXON, John. Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control. México. Limusa. 2002. 419 p.

FERNANDEZ RIAÑO, Miguel Angel. Diseño de un modelo de mantenimiento para la planta de agregados Choconta, enfocado en el aumento de volumen de producción usando pilares de TPM.

GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Madrid. Díaz de Santos. 304 p.

GONZÁLES BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006.

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Mexico: Aladon, 2004. MOUBRAY, Jhon. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc. 1997. 421p.

PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario, Gerenciamiento e implementación TPM. Bogotá. Holcim Colombia 1992.

VAZQUEZ, Jorge, Implementación módulos Sap Holcim. Bogotá. Holcim Colombia. 2008.

VAZQUEZ, Jorge, Estrategia y Objetivos de mantenimiento. Bogotá. Holcim Colombia. 2008.

_____, Sistema de Gestión. SGI. Colombia: Holcim Colombia. S.A

_____, Hac Manual. SGI. Suiza: Holcim Colombia. S.A.

ANEXOS

ANEXO A DATOS TECNICOS TRITURADORA VECOPLAN



Technical Data

4 Technical Data

4.1 Machine Model Code

VAZ	2000	RM F	T
VECOPLAN Shredder	Intake Width in mm	Intake Length 2000 mm Lowerable counter knife bar	High torque motor

4.2 Machine/Plant Rating

4.2.1 Functional Data

- Rotor diameter (circle of flight): 640 mm
- Rotor length: 2000 mm
- Rotor speed: (0) 200 - 440 rpm
- Number of reducing tools: 62 Stck.

4.2.2 Dimensions and Weight

- Installation Drawing: -
- Overall length: ca. 4615 mm
- Overall width: ca. 3595 mm
- Overall height: ca. 2375 mm
- Weight: ca. 15100 kg
- Dimensional drawing: 05000598

ANEXO B DATOS TECNICOS APRON FEEDER



Project n°: 24125 WAU

HOLCIM COLOMBIA
WEIGHING EXTRACTOR



February 14th 2013

2.1. INSTALLATION PERFORMANCES

2.1.1. Flow and precision

DESIGNATION	VALUE
Product	sludge, oils impregnated materials, coarse plastic, coarse timber
Maximal hourly output	5 T/h
Minimal hourly output	0.5 T/h

Notes:

- The duration of the hopper manual loading with the customer grab of 0,6m³ is about less than eight hours.
- This document considers a weigh belt feeder supplied by HOLCIM.

2.1.2. Operating period

DESIGNATION	VALUE
Product name	sludge, oils impregnated materials, coarse plastic, coarse timber
Number of days per week	7
Number of hours per day	24
Number of days per year	330

2.1.3. Operating values

DESIGNATION	VALUE
Frequency	60 Hz
Main Power supply	440 VAC
I/Os Power supply	120 VAC
Control voltage	120 VAC
Analog signals	4-20 mA
Neutral point treatment	TN-S
Icc	25 kA

ANEXO C FICHAS TECNICAS

INFORMACION TÉCNICA DOSIFICADOR SHENCK



EQUIPO

DOSIFICADOR SOLIDOS FINOS

HAC

NO.V21-BD1

CENTRO DE COSTO

SOLIDOS FINOS

ÁREA

V

PROYECTO

INSTALACIÓN

2008

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Alimentador de sólidos Finos

CARACTERISTICAS DEL ALIMENTADOR

MARCA	SCHENK	MODELO	DMO
VELOCIDAD LINEAL	0.0124 – 0.124 m / s	CAPACIDAD	3 – 30 mtph
MATERIAL TRANSPORTADO	RESIDUOS	GRANULOMETRIA	0 – 2"
RESISTENCIA UNITARIO		ANCHO	36"
CAPA SUP. X CAPA INF.	1/8" X 1/16"	LONGITUD	10600 mm
TEMPERATURA DE TRABAJO	AMBIENTE	Nº DE LONAS	2
ANCLAJE DE RODILLOS	CABEZA CUADRANTE	LUBRICANTE	MOBILUX EP2

ELEMENTOS RODANTES

Nº DE ESTACIONES	15	Nº RODILLOS RETORNO	2
ANG. RODILLOS SUPERIORES	0°		
TAMBOR MOTRIZ	15" DIA. X 38" LONG.	RODAMIENTOS	212SC 2-7/16"
TAMBOR COLA	15" DIA. X 38" LONG.	RODAMIENTOS	212SC 2-7/16"
PUENTE PESADOR	SCHENK	MODELO	S 1341603501

MOTOR PRINCIPAL

REDUCTOR PRINCIPAL


EQUIPO		MARCA	SEW EURODRIVE
AC/DC	AC	MODELO	SA72LP145
MARCA	BALDOR	Nº DE SERIE	8500566006.95
MODELO		RELACIÓN	229.48 : 1
Nº DE SERIE		R.P.M. E	1750
POTENCIA	20 HP	R.P.M. S	7.62
R.P.M.	1750	TORQUE	8320 lb. in.
VOLTAJE	230 / 460	LUBRICANTE	636
AMPERIOS		CANTIDAD	
FRECUENCIA	60 HZ		

LISTA DE REPUESTOS			
CODIGO ALMACEN	REPUESTO	REFERENCIA	CANT
30181549	BANDA LISA	54",4 LONAS,8.5 M LONGITUD	1
	SOPORTES ROD. TAM. MOT. Y COND.	DODGE	4
30182881	RODAMIENTOS TAMB. MOT. Y COND.	212SC 2-7/16" DODGE	4
	LUBRICANTE	MOBILGEAR 636	
30262052	RODILLOS CARGA Y RETORNO	114 mm. X 1000 mm.	17

ANEXOS	
MANUALES TÉCNICOS	
PLANOS	

PREPARÓ		REVISÓ		APROBÓ	
FECHA		FECHA		FECHA	

INFORMACION TÉCNICA DE PUENTE GRUA

	EQUIPO	HAC
	PUENTE GRUA BRUN	NO.V31 – PG1

CENTRO DE COSTO	ÁREA	PROYECTO	INSTALACIÓN
FABRICACIÓN DE CLINKER	V91		

FABRICANTE / PROVEEDOR	BRUN ENGINEERING COMPANY	NACIONALIDAD	SUIZA
DIRECCION	CH-6244 NEBIKON, LU,	TELÉFONO	062 86 16 12

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	Puente grúa de depósito de AFR's.
-------------------------------	-----------------------------------

MOTOR PPAL. CUCHARA CANT. (2)		EQUIPO	
MARCA	ASEA	AC/DC	AC
MODELO	SRL 225 M-4	SERIE	23094099 / 409
POTENCIA	30 KW.	VOLTAJE	44
R.P.M.	1760	AMPERIOS	50
FRECUENCIA	60 HZ.	FRAME	

REDUCTOR PPAL. CUCHARA CANT. (2)			
MARCA	BRUN	SERIE	23094099 / 409
MODELO	SRL 225 M-4	R.P.M. E.	1760
RELACIÓN	73 : 1	R.P.M. S.	24
TORQUE		LUBRICANTE	630

MOTOR DESPLAZAMIENTO PUENTE GRUA CANT. (2)	EQUIPO	
---	---------------	--

MARCA	ASEA	AC/DC	AC
MODELO	SRLB160/4L/80	SERIE	2309411/412
POTENCIA	12 KW	VOLTAJE	440
R.P.M.	1740	AMPERIOS	22
FRECUENCIA	60 HZ.	F. P.	0.82

REDUCTOR AUXILIAR			
MARCA	NORD	SERIE	5826433/434
MODELO	6282 AW11	R.P.M. E.	1740
RELACIÓN	18.7 : 1	R.P.M. S.	93.04
TORQUE		LUBRICANTE	630

MOTOR PARA CARRO		EQUIPO	
MARCA	ASEA	AC/DC	AC
MODELO	B132 M-8/2 L 16 Z	SERIE	2309413
POTENCIA	0.8/3.2 KW	VOLTAJE	440
R.P.M.	840 / 3460	FRECUENCIA	60 HZ.

REDUCTOR AUXILIAR			
MARCA	KISSLING	SERIE	5826433/434
MODELO	6282 AW11	R.P.M. E.	340
RELACIÓN	4.25 : 1	R.P.M. S.	800
TORQUE		LUBRICANTE	630

PREPARÓ		REVISÓ		APROBÓ	
FECHA		FECHA		FECHA	

INFORMACION TÉCNICA APRON FEEDER



EQUIPO
ALIMENTADOR DE GUESOS

HAC
<u>NO.V31-EP1</u>

CENTRO DE COSTO
SOLIDOS GRUESOS

ÁREA
V

PROYECTO

INSTALACIÓN
2013

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	Alimentador de sólidos de Guesos
-------------------------------	----------------------------------

CARACTERISTICAS DEL ALIMENTADOR			
MARCA	ATS	MODELO	DMO
VELOCIDAD LINEAL	0.0124 – 0.124 m / s	CAPACIDAD	3 – 30 mtph
MATERIAL TRANSPORTADO	RESIDUOS	GRANULOMETRIA	0 – 2"
RESISTENCIA UNITARIO		ANCHO	36"
CAPA SUP. X CAPA INF.	1/8" X 1/16"	LONGITUD	10600 mm
TEMPERATURA DE TRABAJO	AMBIENTE	Nº DE LONAS	2
ANCLAJE DE RODILLOS	CABEZA CUADRANTE	LUBRICANTE	MOBILUX EP2

ELEMENTOS RODANTES			
Nº DE ESTACIONES	15	Nº RODILLOS RETORNO	2
ANG. RODILLOS SUPERIORES	0°		
TAMBOR MOTRIZ	15" DIA. X 38" LONG.	RODAMIENTOS	212SC 2-7/16"
TAMBOR COLA	15" DIA. X 38" LONG.	RODAMIENTOS	212SC 2-7/16"
PUENTE PESADOR	SCHENK	MODELO	S 1341603501

MOTOR PRINCIPAL	
EQUIPO	
AC/DC	AC
MARCA	SIEMENS
MODELO	
Nº DE SERIE	
POTENCIA	5 HP
R.P.M.	1750
VOLTAJE	230 / 460
AMPERIOS	
FRECUENCIA	60 HZ

REDUCTOR PRINCIPAL	
MARCA	SEW EURODRIVE
MODELO	SA72LP145
Nº DE SERIE	7654834.95
RELACIÓN	115 : 1
R.P.M. E	1750
R.P.M. S	5.25
TORQUE	
LUBRICANTE	636
CANTIDAD	

LISTA DE REPUESTOS			
CODIGO ALMACEN	REPUESTO	REFERENCIA	CANT
30181549	BANDA LISA	54",4 LONAS,8.5 M LONGITUD	1
	SOPORTES ROD. TAM. MOT. Y COND.	DODGE	4
30182881	RODAMIENTOS TAMB. MOT. Y COND.	212SC 2-7/16" DODGE	4
	LUBRICANTE	MOBILGEAR 636	
30262052	RODILLOS CARGA Y RETORNO	114 mm. X 1000 mm.	17



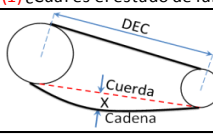
ANEXOS	
MANUALES TÉCNICOS	
PLANOS	

PREPARÓ	
FECHA	

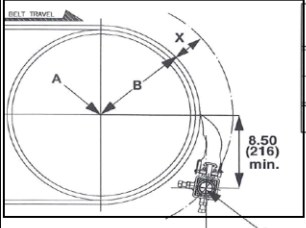
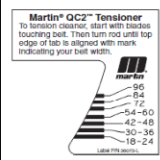
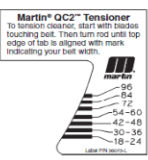
REVISÓ	
FECHA	

APROBÓ	
FECHA	

ANEXO D RUTINAS DE MANTENIMIENTO

		Instructivo de Mantenimiento Preventivo Mecánico						Código HAC		
		Equipo Parado						NO.V21-BD1		
Ejecutado Por:										
Fecha	DD	MM	AAAA	Semana		Orden		Duración [Horas]	Frecuencia [Días]	
CONCICIONES DE SEGURIDAD										
Equipos a bloquear	HAC	Ubicación Bloqueo			HAC	Ubicación Bloqueo			HAC	Ubicación Bloqueo
HERRAMIENTAS E INSUMOS										
ACCIONAMIENTO DE LA BANDA										
Conjunto		Actividad				Observaciones / ¿Qué acción se realizó o se debe realizar?				
Motor	Pot: <u> </u> HP; RPM 1750 ; Frame: <u> </u>	¿Los tornillos que sujetan el motor están completos ajustados y en buen estado?, cambiar				Si	No			
		¿La tapa ventaviola está asegurada? Si no está asegurada asegúrela.				Si	No			
		¿Los tornillos de la tapa de la bornera están completos, ajustados y en buen estado?, Cambiar				Si	No			
Acople Mecánico Rotex	Ref. Lovejoy L 225 	¿Cuál es el estado del elemento flexible?, Cambiar si es necesario				Deformado	Desgastado			
						Cristalizado	Otro ¿Cuál?			
		¿Cuál es el estado del cuñero?				Desgastado	Bueno			
		¿Cual es el juego entre el Spider (Araña) y la campana?								
Reductor Principal	Sew Eurodrive R-133 Ratio:50.62 : 1 Tornillos <u>"X_HXPX"</u> <u>"Gr_"</u>	¿Hay Fugas? ¿Dónde?				Si	No			
		¿Como esta el respiradero ?, Realizar Limpieza				Tapado	Destapado			
		¿Cómo esta le nivel de aceite?, Corríjalo si es incorrecto.				Correcto	Muy Lleno			
		¿Los tornillos que sujetan el reductor están incompletos, fisurados, rotos o en mal estado?, cambiar y/o apretar a un torque de <u> </u> si es				Bajo				
		¿Los tornillos que sujetan el reductor están incompletos, fisurados, rotos o en mal estado?, cambiar y/o apretar a un torque de <u> </u> si es				Si	No			
Transmisión por Cadena	CADENA DE RODILLOS; RC 160; Paso: <u> </u> "; Sprockets: Mot.Tipo: <u> </u> , Z: <u> </u> ; Cond.Tipo: <u> </u> , Z: <u> </u>	¿La cadena acopla correctamente con los sprockets?, si no acopla bien, cambie la cadena.				Si	No			
		¿Están desgastados los bujes de los pasadores?				Si	No			
		(1) ¿Cuál es el estado de lubricación de la cadena?				Bueno	Malo			
										
		¿Cuál es la distancia entre centros (DEC)?								
		¿Cuánto es la caída de la cadena "X"?, (X menor ó igual que								
		¿Es necesario recortar ó cambiar la cadena?				Si	No			
TRANSPORTE DE LA BANDA										
Conjunto		Actividad				Observaciones / ¿Qué acción se realizó o se debe realizar?				
Eje Motriz (tambor de Cabeza)	Soporte Lado Accio. <u> </u> Rodamiento 22220 CK ,	¿Los tornillos del soporte están rotos, desajustados o en mal estado?, ¿El soporte esta				Si	No			
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?				Bueno	Malo			
		¿Entra material en el soporte?, ¿Cuál es el estado de la grasa del soporte?, engrasar de ser								
		¿Los tornillos del soporte están rotos, desajustados o en mal estado?, ¿El soporte esta				Si	No			
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?				Bueno	Malo			
		¿Entra material en el soporte?, ¿Cuál es el estado de la grasa del soporte?, engrasar de ser								
		¿El tambor tiene grietas, fisuras ó desgaste excesivo?				Si	No			

Conjunto		Actividad	Observaciones / ¿Qué acción se realizó o se debe realizar?		
Limpiadores	(1) Limpiador de Caucho	¿Cómo es el contacto del limpiador con la banda?, ajustar si requiere.	Parcial	Completo	
		¿El limpiador esta descentrado ó torcido?	No hay contacto		
		¿Cuál es el estado del caucho del limpiador?	Si	No	
Elementos de Transporte	Banda Ref. Marca AnchoXLongXesp	¿La banda tiene rasgaduras, grietas o burbujas?	Si	No	
		¿Cuál es el estado del pegue de la banda?	Bueno	Malo	
		¿Cuál es la dureza de la banda? (Ref. ____A Shore)			
	(1) Guías laterales	¿Las guías están correctamente ubicadas, impidiendo fugas de material?, Reubicar si	Si	No	
		(1) ¿Las guías laterales de caucho están?	Desgastada Fisurada	Cristalizada Buen estado	
Eje de Cola (tambor de Cola)	Soporte Lado Accio. Rodamiento 22220 CK,	¿Los tornillos del soporte están rotos, desajustados o en mal estado?, ¿El soporte esta	Si	No	
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?	Bueno	Malo	
		¿Entra material en el soporte?,¿Cuál es el estado de la grasa del soporte?, engrasar de ser			
	Soporte Lado Libre Rodamiento 22220 CK,	¿Los tornillos del soporte están rotos, desajustados o en mal estado?, ¿El soporte esta	Si	No	
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?	Bueno	Malo	
		¿Entra material en el soporte?,¿Cuál es el estado de la grasa del soporte?, engrasar de ser			
	Tambor Ref. 18" DIA. X 75" LONG	¿El tambor de cola tiene grietas, fisuras ó desgaste excesivo?	Si	No	
		¿Cuál es el estado de las guardas y los tornillos del tambor?, Ajustar, realizar limpieza y corregir	Bueno	Malo	

Conjunto		Actividad	Observaciones / ¿Qué acción se realizó o se debe realizar?			
Eje Motriz	Tambor Ref. _____	¿La banda esta centrada en el tambor?	Si	No		
		¿Cuál es el estado del revestimiento?	Desgastado	Cristalizado		¿Otro?
Limpiadores	Limpiador Primario Martin QC #1 HD	¿La cuchilla del Limpiador esta centrada en la Gire el limpiador, límpielo, ¿El estado de desgaste es? (Mínimo 8.5 in, Ver Figura)	Si	No		
		Monte el limpiador y usando el twist tensioner, tense hasta que el trinquete pase ___ orificios, (Repetir a lado y lado del limpiador en cada twist)	Excesivo	Normal		
		¿Los Pins que sujetan la cuchilla están Correctamente instalados y asegurados?, ¿La hoja Mida la distancia desde el eje del limpiador hasta la banda a ambos lados (X) (Ref. _____)	Si	No		
		¿Los tornillos del limpiador están completos ajustados y en buen estado?, rempazar de ser	L. Accio.	L. Libre.		
	Limpiador secundario Martin QC #2	Realice limpieza ¿hay desgaste excesivo en el Limpiador que sugiera cambio? (si se perdió el recubrimiento es necesario cambiar la cuchilla)	Si	No		
		¿El limpiador esta tensionado?, Tensionar de ser necesario (Ref. _____)	Si	No		
	Limpiador retorno de Banda V Plow Limpiador en V	¿Los tornillos del limpiador están completos ajustados y en buen estado?, rempazar de ser	Si	No		
		Realice limpieza ¿hay desgaste excesivo sobre el limpiador? (máximo _____ mm)	Si	No		
Eje de Amarre y Ejes de Desviación	Tambor de Amarre	¿Hay algún daño relevante u anomalidad?, ¿Cuál?, describala				
	Tambor de desviación Lado Accionamiento	¿Hay algún daño relevante u anomalidad?, ¿Cuál?, describala				
	Tambor de desviación Lado Cola	¿Hay algún daño relevante u anomalidad?, ¿Cuál?, describala				
	Tambor de contrapesa	¿Hay algún daño relevante u anomalidad?, ¿Cuál?, describala				
Elementos de Transporte	Banda Ref. Marca Ancho X Long X Espesor	¿La banda tiene rasgaduras, grietas o burbujas?	Si	No		
		¿Cuál es el estado del pegue de la banda?	Bueno	Malo		
		¿Cuál es la dureza de la banda? (Ref. _____ Shore)				
Rodillos de Carga Y autoalineantes	¿hay soportes rotos ó Torcidos o estaciones amarradas? ¿Cuales? ¿Hay tornillería suelta o incompleta?, ¿Dónde? Completar faltantes, liberar estaciones amarradas y cambiar rodillos atascados					
Rodillos de Retorno	¿hay soportes rotos ó Torcidos? ¿Cuales? ¿Hay tornillería suelta o incompleta?, ¿Dónde? Completar faltantes					
Eje de Cola (tambor de Cola)	Soporte Lado	¿Los tornillos del soporte estan rotos, desajustados o en mal estado?, ¿El soporte esta	Si	No		
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?	Bueno	Malo		
	Rodamiento Manguito	¿Cuál es la Ubicación de la grasera en el soporte?	Al centro	Al Lado		
		¿Entra material en el soporte?, ¿Cuál es el estado de la grasa del soporte?, engrasar de ser				
	Soporte Lado	¿Los tornillos del soporte estan rotos, desajustados o en mal estado?, ¿El soporte esta	Si	No		
		¿Cuál es el estado de los sellos del soporte?	Bueno	Malo		
	Rodamiento Manguito	¿Cuál es la Ubicación de la grasera en el soporte?	Al centro	Al Lado		
		¿Entra material en el soporte?, ¿Cuál es el estado de la grasa del soporte?, engrasar de ser				
	Tambor Ref. _____	¿La banda esta centrada en el tambor?	Si	No		
		(1) ¿El tambor de cola tiene grietas, fisuras ó desgaste excesivo?	Si	No		
(1) ¿Cuál es el estado del revestimiento?		Desgastado	Cristalizado	¿Otro?		

ANEXO E PLAN DE CAPACITACION



Plan de Capacitación y Desarrollo por Areas

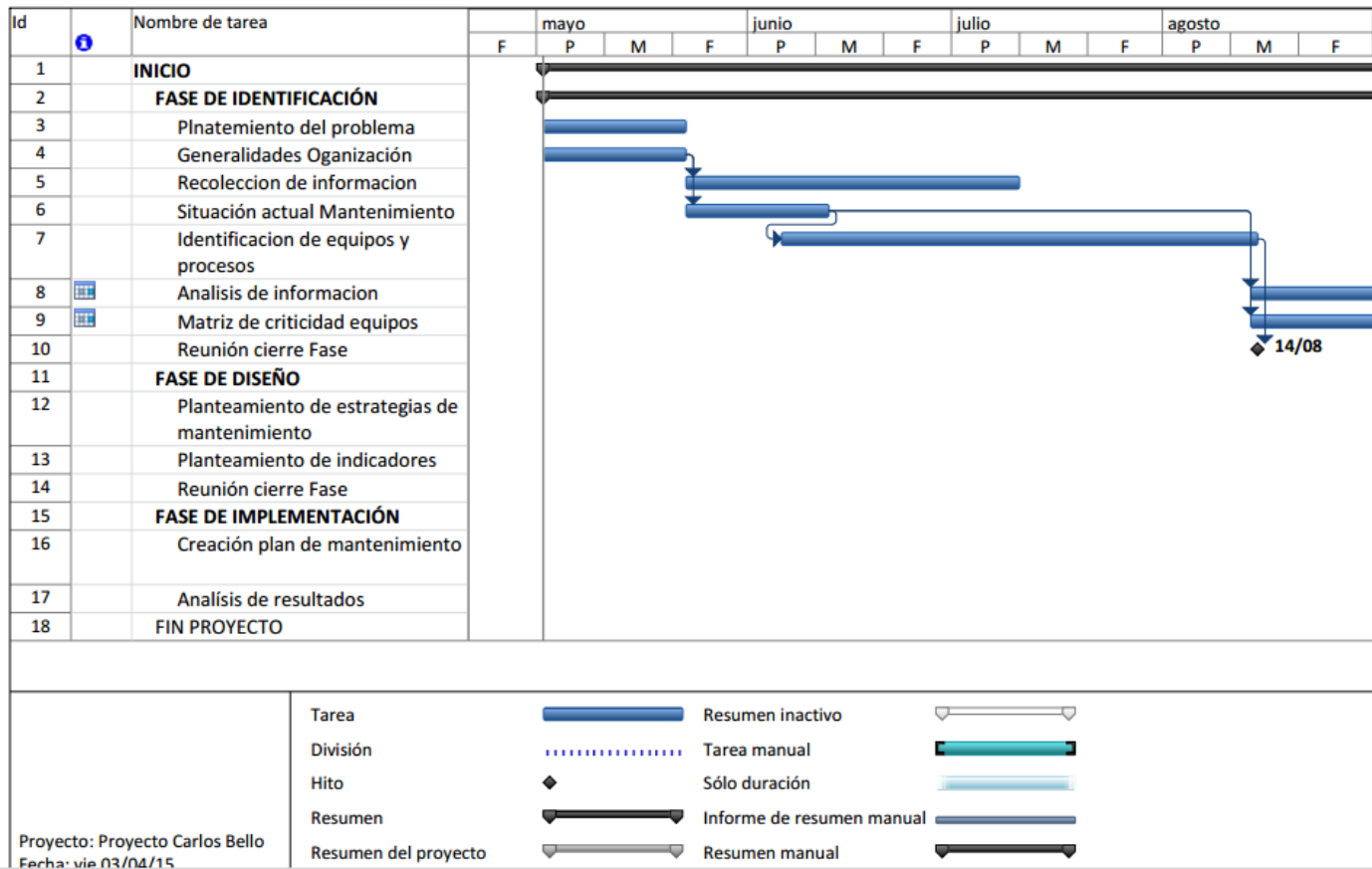
Año 2015
Regional Ecoprocesamiento

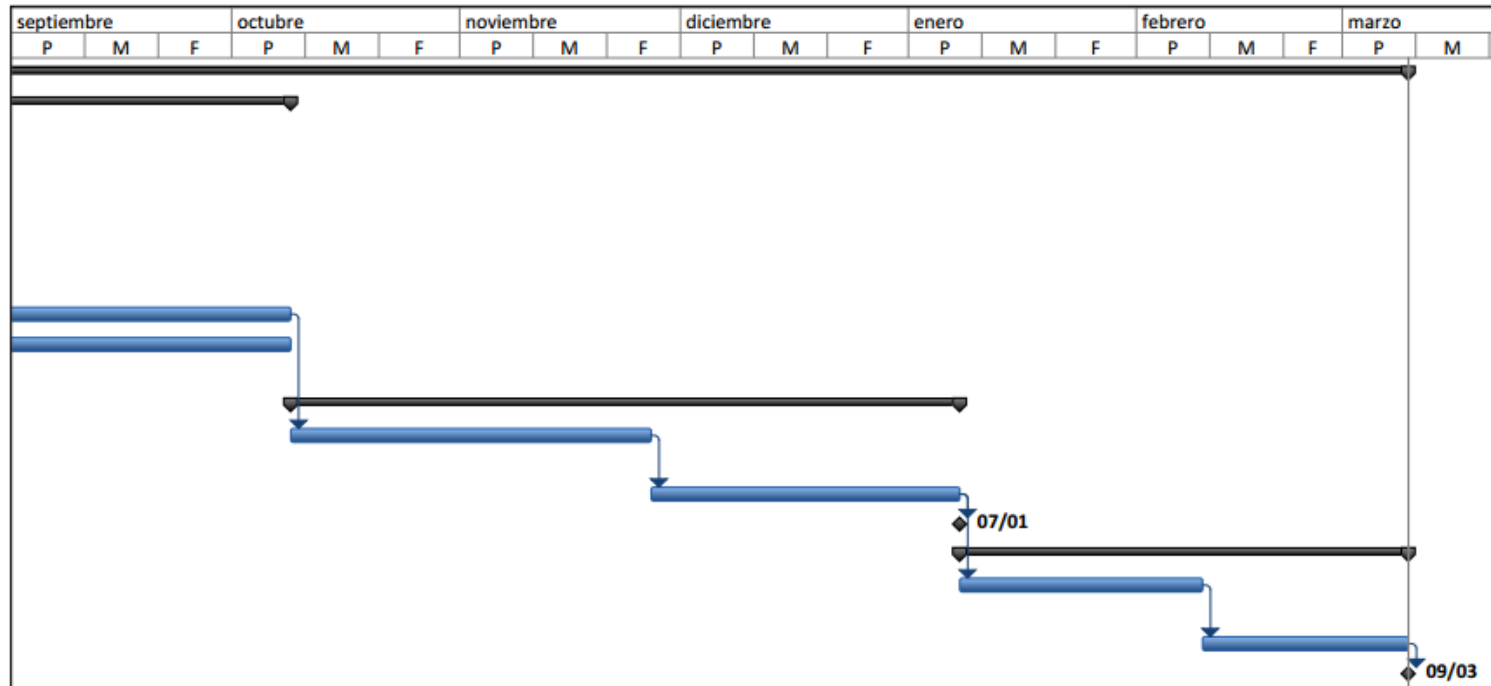
Gerente
Responsable

Gloria Perafan
Diana Lara / Nelson Sotaquira

No.	AREA	COMPETENCIA	TEMAS	OBJETIVO	POBLACION OBJETIVO	No.	HORAS	INSTRUCTOR	FECHAS	FECHA REAL EJECUCION	COSTOS
			MANTENIMIENTO MECANICO								
1	TECNICA	LUBRICACION	LUBRICACION DE MAQUINARIA	1. Identificar los tipos de lubricantes y su forma de obtención 2. Identificar y clasificar los aceites lubricantes y las grasas. 3. Identificar y clasificar los sistemas de lubricación. 4. Describir el proceso de ejecución para demostrar la lubricación d	OPERADORES PRACTICANTES SENA	8	88	JULIO EDUARDO NIÑO	ENERO - MARZO		\$ 5,714,286
2	TECNICA	MANTENIMIENTO HIDRAULICO - NEUMATICO	MANTENIMIENTO BOMBAS CENTRIFUGAS	1. Identificar partes y características de una bomba centrífuga. 2. Clasificar bombas centrífugas. 3. Instalación y alineamiento de la bomba centrífuga. 4. Operación y mantenimiento de las bombas centrífugas. 5. Que no se perciban vibraciones en las tuber	OPERADORES PRACTICANTES SENA	8	54	JULIO EDUARDO NIÑO	MARZO - ABRIL		\$ 5,714,286
3	TECNICA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE POLEAS Y CORREAS EN V	1. Clasificar correas según la forma y según la norma. 2. Calcular la longitud de las correas. 3. Explicar el proceso para el montaje y alineación de las correas en V. 4. Identificar la causa de las averías en las correas en V. 5. Porque se inicie tanto	OPERADORES PRACTICANTES SENA	8	56	JULIO EDUARDO NIÑO	ABRIL		\$ 5,714,286
4	TECNICA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MOVILIZACION Y FIJACION DE PARTES Y MAQUINAS	1. Movilización de maquinaria con diferenciales 2. Movilización de maquinaria con gatos 3. Movilización de maquinaria con rodillos 4. Movilización de maquinaria con grúas 5. Fijación y nivelación de maquinaria. 6. Seguir todas las Normas de seguridad	OPERADORES PRACTICANTES SENA	8	64	JULIO EDUARDO NIÑO	MAYO		\$ 5,714,286
5	TECNICA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	DESMONTAJE DE ELEMENTOS DE MAQUINAS	1. Identificar sistemas de mantenimiento 2. Explicar proceso de desmontaje 3. Seleccionar las herramientas 4. Describir el procedimiento para desmontar correas, poleas, cadenas, ruedas dentadas, acoplamientos. 5. Describir el proceso para desmontar rodam	OPERADORES PRACTICANTES SENA	8	99	JULIO EDUARDO NIÑO	MAYO - JUNIO		\$ 5,714,286
6	TECNICA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO / PREDICTIVO	MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE RODAMIENTOS Y EJES	1. Clasificar rodamientos 2. Seleccionar rodamientos 3. Calcular ejes de transmisión 4. Explicar sistemas de montaje 5. Determinar características de funcionamiento normal y anormal de un rodamiento. 6. Cumplir con todos los requisitos de seguridad.	OPERADORES PRACTICANTES SENA	8	101	JULIO EDUARDO NIÑO	JULIO - AGOSTO		\$ 5,714,286
7	TECNICA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO / PREDICTIVO	MANTENIMIENTO DE TUBERIA	1. Clasificar tuberías 2. Clasificar accesorios y válvulas 3. Cortar tubería 4. Revisar y corregir fugas en tubería. 5. Cumplir y aplicar todas las normas de seguridad.	OPERADORES PRACTICANTES SENA	8	93	JULIO EDUARDO NIÑO	AGOSTO - SEPTIEMBRE		\$ 5,714,286
8	TECNICA	MANTENIMIENTO	MECANICA BASICA	INSTRUMENTOS, TECNICAS DE FABRICACION MECANIZADO, MATERIALES, ELEMENTOS DE MAQUINA, HERRAMIENTAS, DIBUJO TECNICO, MANIOBRAS, HIDRAULICA, MECANICA, CURSOS GENERALES, AUXILIARES Y ADICIONALES	OPERADORES PRACTICANTES SENA	5	59	JULIO EDUARDO NIÑO	FEBRERO-MARZO		\$ 5,000,000
9	TECNICA	GENERACION DE ENERGIA	CAPACITACION RETIE INSTALACIONES Y AHORRO ENERGETICO			10	30	POR CONFIRMAR	POR CONFIRMAR		\$ 15,000,000
10	LIDERAZG	VISION ESTRATEGICA	CORE - CURRICULUM: MODULO ESTRATEGIA		DIANA LARA, GLORIA PERAFAN, WILBER GARGES, YURI ECHEVERRY, NELSON SOTAQUIRA	3	90	POR CONFIRMAR	POR CONFIRMAR		\$ 5,500,000
TOTAL						56	555				\$ 65,500,000.00

ANEXO F CRONOGRAMA





Proyecto: Proyecto Carlos Bello Fecha: vie 03/04/15	Tarea		Resumen inactivo	
	División		Tarea manual	
	Hito		Sólo duración	
	Resumen		Informe de resumen manual	
	Resumen del proyecto		Resumen manual	
	Tareas externas		Sólo el comienzo	
	Hito externo		Sólo fin	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Progreso	

ANEXO G SEGUIMIENTO INDICADORES.



PLANTA NOBSA AFR

INDICADORES SEMANALES DE MANTENIMIENTO

SEMANA	MES	MP planeados	MP ejecutados	MC planeados	MC planeados ejecutados	MC no planeados	Total mantenimientos planeados	Total mantenimientos ejecutados	Indice de cumplimiento del plan	Meta	Indice de mantenimiento preventivo	Meta	Indice de mantenimiento no planeado	Meta
1	Ene	12	10	15	12	2	27	22	81%	90%	83%	100%	9%	10%
2	Ene	13	11	16	13	2	29	24	83%	90%	85%	100%	8%	10%
3	Ene	14	12	17	14	2	31	26	84%	90%	86%	100%	8%	10%
4	Ene	15	13	18	15	2	33	28	85%	90%	87%	100%	7%	10%
5	Ene	16	14	19	16	2	35	30	86%	90%	88%	100%	7%	10%
6	Feb	17	15	20	17	2	37	32	86%	90%	88%	100%	6%	10%
7	Feb	18	16	21	18	2	39	34	87%	90%	89%	100%	6%	10%
8	Feb	19	17	22	19	2	41	36	88%	90%	89%	100%	6%	10%
9	Feb	20	18	23	20	2	43	38	88%	90%	90%	100%	5%	10%
10	Mar						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
11	Mar						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
12	Mar						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
13	Mar						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
14	Abr						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
15	Abr						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
16	Abr						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
17	Abr						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
18	Abr						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
19	May						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
20	May						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
21	May						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
22	May						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
23	Jun						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
24	Jun						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
25	Jun						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
26	Jun						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
27	Jun						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
28	Jul						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
29	Jul						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
30	Jul						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
31	Jul						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
32	Ago						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
33	Ago						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
34	Ago						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
35	Ago						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
36	Sep						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
37	Sep						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
38	Sep						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
39	Sep						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
40	Sep						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
41	Oct						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
42	Oct						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
43	Oct						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
44	Oct						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
45	Nov						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
46	Nov						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
47	Nov						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
48	Nov						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
49	Nov						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
50	Dic						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
51	Dic						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
52	Dic						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%
53	Dic						0	0	#i DIV/0!	90%	#i DIV/0!	100%	#i DIV/0!	10%

INDICADORES MENSUALES DE MANTENIMIENTO						
MES	Indice de cumplimiento del plan	Meta	Indice de mantenimiento preventivo	Meta	Indice de mantenimiento no planeado	Meta
Ene	84%	90%	86%	80%	8%	10%
Feb	87%	90%	89%	80%	6%	10%
Mar		90%		80%		10%
Abr		90%		80%		10%
May		90%		80%		10%
Jun		90%		80%		10%
Jul		90%		80%		10%
Ago		90%		80%		10%
Sep		90%		80%		10%
Oct		90%		80%		10%
Nov		90%		80%		10%
Dic		90%		80%		10%
Acum	86%	90%	87%	80%	7%	10%

