

DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE
QUÍMICOS EN BRINSA S.A.

ANDERSON ALEJANDRO CRUZ ACUÑA
DIEGO MARÍN RUIZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO- MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE
QUÍMICOS EN BRINSA S.A.

ANDERSON ALEJANDRO CRUZ ACUÑA

DIEGO MARÍN RUIZ

Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de especialista
en gerencia de mantenimiento

Director: Diego Roberto Dezubiria correa

Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO- MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi camino verdadero y luz guía.

A mi madre Rosa María por ser el pilar de mi vida, por su apoyo incondicional, cariño vehemente e inmenso amor.

A mis hermanos Paola, Laura y Leonardo por ser el motor que me impulsa.

A mis amigos por estar hay conmigo.

A BRINSA S.A., por su incondicional apoyo y fuerte alianza.

ANDERSON ALEJANDRO CRUZ ACUÑA

Agradezco a Dios por los logros alcanzados.

Cuando nos trazamos metas en la vida, y luchamos por alcanzarlas no siempre se le atribuyen al empeño que ponemos al realizarlo, siempre contamos con personas que creen en nosotros y nos brindan su apoyo de forma incondicional, son seres especiales que nos animan a seguir adelante en nuestros proyectos brindándonos su solidaridad, quiero agradecer de manera especial a mi Esposa Angélica María, a mi Hija Alejandra quienes son la motivación para seguir adelante, y continuar mejorando en mi vida, A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento.

DIEGO MARÍN RUÍZ

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	15
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	15
1.1.1 Productos.	16
1.2 LA MEGA	18
1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA.	19
1.4 DESCRIPCIÓN PROCESO PRODUCTIVO EN BRINSA	21
1.5 PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE QUÍMICOS	23
1.5.1 Producción de cloro	23
1.5.2 Producción de ácido clorhídrico	25
1.5.3 Producción de hipoclorito de sodio	26
1.5.4 Producción de soda cáustica	27
1.5.5 Producción de cloruro de calcio	27
1.5.6 Planta de desmercurización	27
1.6 NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL	28
2. ESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE QUÍMICOS	29
2.1 EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE QUÍMICOS	30
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	32

2.3 OBJETIVO GENERAL DE LA MONOGRAFÍA	33
2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	33
2.5 JUSTIFICACIÓN	33
3. MARCO TEÓRICO APLICABLE AL CONCEPTO	35
3.1 MANTENIMIENTO NO PLANIFICADO	35
3.2 MANTENIMIENTO PLANIFICADO	36
3.3 MONITOREO DE CONDICIONES	37
3.4 EL ENFOQUE SISTÉMICO CMD “CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD”.	37
3.4.1 La disponibilidad	38
3.4.2 La mantenibilidad	38
3.5 FILOSOFÍAS DE MANTENIMIENTO	39
3.5.1 Mantenimiento total productivo	39
3.5.2 Mantenimiento centrado en la confiabilidad	41
3.6 Tareas de mantenimiento	44
4. DIAGNÓSTICO MANTENIMIENTO PLANTA DE QUÍMICOS	47
4.1 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL	47
4.2 MATRIZ DOFA	47
4.3 ANÁLISIS MATRIZ DOFA	49
4.4 MATRIZ DE DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO	51
4.4.1 Administración de Planeación y Programación de Mantenimiento	52
4.4.2 Administración de Sistemas de Información de Mantenimiento	56

4.4.3 Administración de Repuestos y Lubricación de equipos	59
4.4.4 Administración de Costos de Mantenimiento	62
4.4.5 Administración de la Tecnología y Habilidades del Mantenimiento	65
4.4.6 Resultados matriz de diagnóstico	67
4.5 ANÁLISIS DE DATOS MATRIZ DE DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO	68
4.6 PROCESOS Y COMPONENTES EN EL MANTENIMIENTO	70
5. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	71
5.1 MISIÓN	71
5.2 VISIÓN 2012- 2015	71
5.3 VALORES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	71
5.4 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	72
5.5 OBJETIVOS	73
5.6 MAPA DE PROCESO ESTRATÉGICO	74
5.7 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	75
5.7.1 Propuesta de implementación	83
6. CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	86

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz DOFA	48
Tabla 2. Matriz de análisis DOFA	50
Tabla 3. Administración de Planeación y Programación de Mantenimiento	52
Tabla 4. Administración de Sistemas de Información de Mantenimiento.	56
Tabla 5. Administración de Repuestos y Lubricación de equipos	59
Tabla 6 Administración de Costos de Mantenimiento	62
Tabla 7 Administración de la Tecnología y Habilidades del Mantenimiento	65
Tabla 8. Resultados matriz de diagnóstico.	67
Tabla 9. Indicadores propuestos	80

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Planta Brinsa Betania	15
Ilustración 2. Cadena de valor Brinsa S.A.	19
Ilustración 3. Estructura organizacional Brinsa S.A.	20
Ilustración 4. Organigrama planta Betania.	21
Ilustración 5. Proceso productivo planta de químicos	23
Ilustración 6 Producción de cloro mediante celda electrolítica de mercurio	24
Ilustración 7 Sistema de producción de HCL	25
Ilustración 8. Torre empacada hipoclorito.	26
Ilustración 9. Esquema Detallado Mantenimiento	29
Ilustración 10. Proceso de estrategia	70
Ilustración 11. Mapa de proceso estratégico mantenimiento	74

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE QUÍMICOS EN BRINSA S.A.*

AUTORES: ANDERSON ALEJANDRO CRUZ ACUÑA**
DIEGO MARIN RUIZ**

PALABRAS CLAVE: estrategia, mantenimiento, diagnóstico, modelo.

Contenido: El presente trabajo tiene como objetivo exteriorizar una estrategia de mantenimiento para la planta de químicos de Brinsa S.A., donde esta estrategia construida bajo los lineamientos y filosofías del mantenimiento preventivo, confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, sea el inicio para el mejoramiento de esta actividad dentro de la planta.

Como primera medida se ejecuto un diagnóstico de la situación actual de la planta de químicos, en donde se demostraron las fortalezas, las debilidades, las amenazas y oportunidades del área. Trabajando y focalizando las oportunidades de mejora del departamento, donde se contemple la tecnología y el recurso humano como los principales actores de mejora, siendo líderes participes de la estrategia.

La estrategia diseñada se oriento a seguir los lineamientos estratégicos de Brinsa S.A., en procura de que sea una herramienta útil para alcanzar el éxito de la planta de químicos como tal y por ende de la compañía en general, siendo el primer pilar para que sea un modelo a seguir en toda la comunidad que hace parte de la familia Brinsa.

*Monografía.

**Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Especialización en gerencia de mantenimiento.

Director: Diego Dezubiria, Ingeniero mecánico.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF THE STRATEGY OF MAINTENANCE FOR THE CHEMICALS PLANT IN BRINSA S.A.*

AUTHORS: ANDERSON ALEJANDRO CRUZ ACUÑA**
DIEGO MARIN RUIZ**

KEY WORDS: strategy, maintenance, diagnosis, model.

The Present work has as aim express a strategy of maintenance for the chemists' plant of Brinsa S.A., where this strategy constructed under the limits and philosophies of the preventive maintenance, reliability, availability and mantenibilidad, Is the beginning for the improvement of this activity inside the plant.

Since the first measure of I realize a diagnosis of the current situation of the chemists' plant, where there were demonstrated the strengths, the weaknesses, the threats and opportunities of the area. Working and focusing the opportunities of improvement of the department, where the technology and the human resource is contemplated as the principal actors of improvement, being leaders participant of the strategy.

The designed strategy one direct to follow strategic lineament Brinsa S.A., in he tries of that it is a useful tool to reach the success of the chemists' plant as such and for the company in general, being the first prop in order that he is a model to continuing in the whole community that does part of the family Brinsa.

* Monograph.

** Faculty of engineerings physicist - mechanics. Specialization in management of maintenance.

Director: Diego Dezubiria, mechanical engineer.

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo del presente trabajo pretendemos aplicar los conocimientos y herramientas adquiridos durante la especialización en Gerencia de Mantenimiento, al departamento de mantenimiento de la planta de químicos de la Empresa Brinsa S.A. Los cuales servirán de base para el diseño de la estrategia de mantenimiento y a su vez se aprovechen como medio para el logro de las metas de productividad, mantenibilidad y disponibilidad trazados por la Empresa.

Para el caso particular de este trabajo se aplicaron las siguientes herramientas, TPM, RCM, análisis DOFA y el análisis de diagnóstico, que nos sirvieron de base para el dictamen inicial del área de mantenimiento para determinar nuestro punto de partida y con los elementos de planificación y control, diseñando así el plan estratégico a seguir que nos permita dejar planteada la estrategia para su posterior ejecución en un futuro cercano.

El presente trabajo busca servir como base modelo y como cimiento para otras plantas de la compañía, en donde con nuevos trabajos de investigación, se desarrolle nuevas estrategias del mantenimiento, enfocadas al plan estratégico de la compañía.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Ilustración 1. Planta Brinsa Betania



Fuente. Intranet Brinsa S.A.

Brinsa S.A. es una compañía colombiana que nace en el año de 1994 con la adquisición de la antigua ALCALIS DE COLOMBIA LTDA., de propiedad del gobierno colombiano, por parte de unos empresarios antioqueños y bajo la razón social de DERIVADOS DE LA SAL S.A. Al mes de operación de estar bajo la administración privada, cambia su razón social a REFINADORA DE SAL S.A. “REFISAL S.A.”. En este mismo año emprende actividades la planta de refinación de sal y en junio de 1995, entra en operación la planta de Cloro - Soda. A partir del año 2005 cambia nuevamente su razón social para darle una proyección a la compañía de internacionalización por el nombre de BRINSA S.A.; el cual continúa en la actualidad.

BRINSA S.A., cuenta en la actualidad con cuatro plantas de producción ubicadas de la siguiente manera:

- En la región de Betania municipio de Cajicá Cundinamarca, cuya planta principal está dedicada a la refinación de sal para consumo humano, sal industrial para el sector textil y ganadero, además de la producción de derivados de la sal como el ácido clorhídrico, soda cáustica, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, carbonato de calcio denso y liviano.
- La planta de Mamonal en Cartagena Bolívar, dedicada a la refinación de sal marina para consumo humano, sal industrial para el sector textil y ganadero.
- La planta de Costa Rica que inicio operaciones en el 2007, está dedicada a la refinación de sal marina para consumo humano.
- La planta de Republica Dominicana que inicio labores en 2010 y que fue concebida para la refinación de sal marinar de consumo humano y catapulta para ser centro de distribución para Centro América y el Caribe.

1.1.1 Productos.

Los procesos productivos de BRINSA S.A. En la actualidad son dedicados principalmente a la producción de sal para consumo humano, sal industrial para el sector textil y ganadero, así como a la producción de derivados del cloruro de sodio como el ácido clorhídrico, soda cáustica, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, carbonato de calcio denso y liviano y carbonato de sodio.

Brinsa en búsqueda de su crecimiento como empresa consolidada esta siempre innovando y buscando la satisfacción de sus clientes en sus campos de acción en el mercado, para la cual la compañía se centralizo en tres unidades estratégicas de negocio "UEN", las cuales son:

- UEN ASEO: Dentro de esta unidad estratégica se encuentra centralizada la línea de aseo para el hogar, con productos como el

blanqueador y desinfectante BLANCOX, que entro al mercado nacional en el año de 1995 en donde se ha consolidado y ha tenido gran aceptación por los consumidores por su gran calidad. Al ver el gran éxito de la línea de aseo Blancox, Brinsa evoluciono y fortaleció esta línea de aseo con nuevos productos tales, como la línea Blancox ropa color, Blancox ropa interior, Blancox quita manchas en polvo, Blancox lavalozas líquida y loza cream, desinfectante para aire Blancox desinfex, Blancox Cocina y baño y desinfectantes para piscinas Blancox pisciclor.

Brinsa con su gran variedad de productos en la línea de aseo y constante evolución seguirá trabajando en consolidar su marca Blancox dentro del mercado nacional en donde su bandera seguirá siendo la calidad y la innovación.

- UEN QUÍMICOS: Dentro de esta unidad estratégica Brinsa produce cloro (Cl_2), el cual se obtiene mediante el proceso de la electrolisis de la salmuera, en donde se desprende cloro (Cl_2) que es un gas altamente tóxico de color amarillo verdoso, el cual es almacenado a altas presiones en forma líquida, La seguridad en el manejo de este producto es alta, ya que con las presiones elevadas que se manejan con este producto y al contacto con el agua es bastante volátil. Brinsa también produce ácido clorhídrico (HCL) que es una solución acuosa, pungente, fumante, clara, ligeramente amarilla, de olor penetrante e irritante. Altamente reactivo. Ataca la mayoría de los metales produciendo hidrógeno, soda caústica (NaOH), hipoclorito de sodio (NaClO) que es un líquido de olor dulzaino desagradable y color verdoso pálido, es un compuesto químico fuertemente oxidante, cloruro de calcio ($CaCl_2$). Carbonato de sodio que es un compuesto químico utilizado ampliamente en la industria de detergentes, textiles, vidrio, petróleo, tratamiento de aguas y otras, el cual complementa el amplio portafolio de esta UEN.
- UEN SABOR: Dentro de esta unidad estratégica de negocio, Brinsa trabaja en la refinación de la sal en sus diferentes presentaciones y aplicaciones, (sal de consumo humano, sal para consumo animal y sal para industria). La sal se obtiene mediante la evaporación de la salmuera que proviene desde el municipio de Sesquilé, en donde Brinsa tiene a cargo la explotación y el manejo de unos pozos de salmuera. Dicha salmuera es transportada por un salmuero ducto hasta la planta de Betania. Dentro de la sal de consumo humano Brinsa ofrece sal yodada y

fluorizada según las normas nacionales, en donde la innovación le ha permitido a Brinsa desarrollar productos con un alto atractivo para el consumidor nacional e internacional, como lo es la sal condimentada, sal dietética, sal parrillera, sal cristal; todas estas presentaciones bajo la marca Refisal. En la sal de consumo animal Brinsa ofrece al mercado nacional e internacional sal para el consumo ganadero con altos estándares de calidad y pureza. Por último la sal industrial, que es usada por la industria textilera.

1.2 LA MEGA

El plan estratégico de la compañía, está encaminado a lograr una meta grande y ambiciosa que se resume en la mega que reza así:

En el año 2016 Brinsa será una corporación de negocios con ingresos superiores a 250 millones de dólares, de los cuales el 40 % serán facturados fuera de Colombia.

- Construyendo posiciones corporativas propias (internacionalizando) en 5 países para todos sus negocios
- Capitalizando su posición competitiva en el mundo de la sal de consumo humano para construir un vibrante negocio alrededor del sabor (mesa, snacking, etc.)
- Liderando la industria del aseo, reinventándola alrededor de ocasiones de consumo a la vez que mejora su posición relativa en ella.
- Servitizando (termino prestado del inglés, servitization), el negocio de insumos químicos que son críticos para los procesos de sus clientes industriales.

Ilustración 2. Cadena de valor Brinsa S.A.



Fuente. Intranet Brinsa S.A.

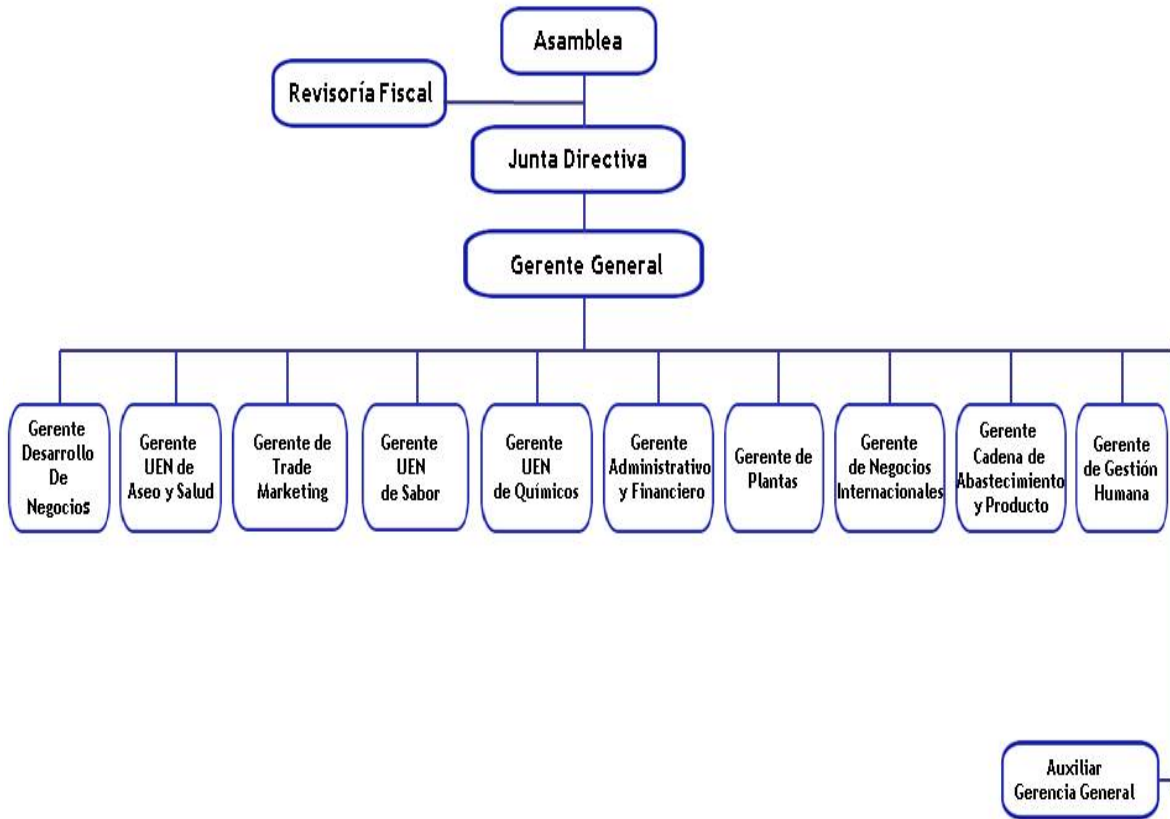
Por solicitud expresa de Brinsa S.A. no se permite la publicación en el presente documento de fotos o diagramas de flujo detallados de equipos, procesos y/o instalaciones utilizados, en virtud de la protección de su conocimiento tecnológico, el cual, en concepto de sus representantes, se observa como una ventaja competitiva cuya divulgación no es posible.

Para efectos de este documento solo se hará referencia a la planta de químicos.

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA.

Brinsa presenta la siguiente estructura organizacional administrativa, la cual está enmarcada por un sistema de jerárquico tradicional.

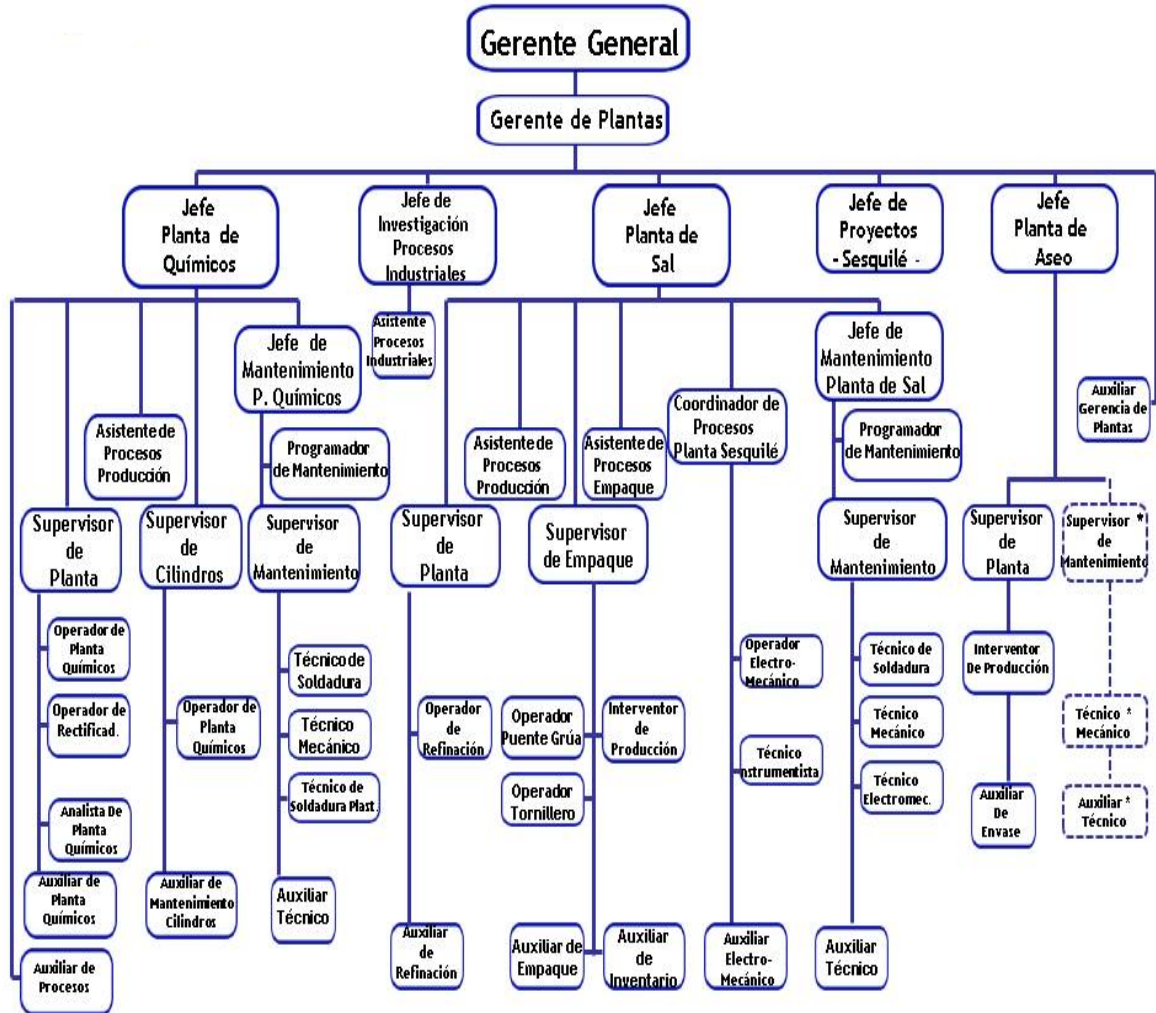
Ilustración 3. Estructura organizacional Brinsa S.A.



Fuente. Intranet Brinsa S.A.

La estructura organizacional operativa de Brinsa está marcada por un sistema independiente en cada una de sus plantas, cada planta maneja el mantenimiento de forma autónoma y según el criterio de producción de cada una de ellas; este sistema va en contra de los lineamientos estratégicos de la compañía causándole perjuicios inmediatos y a futuro, ya que con el crecimiento de la compañía que actualmente lleva y el que está proyectando esta estructura no sería eficiente y auto sostenible. El mantenimiento debería ser uno solo en la compañía con las mismas reglas y procedimientos para poder ingresar a un futuro a un mantenimiento de punta y que cumpla con la estrategia de la compañía.

Ilustración 4. Organigrama planta Betania.



Fuente. Intranet Brinsa S.A.

1.4 DESCRIPCIÓN PROCESO PRODUCTIVO EN BRINSA

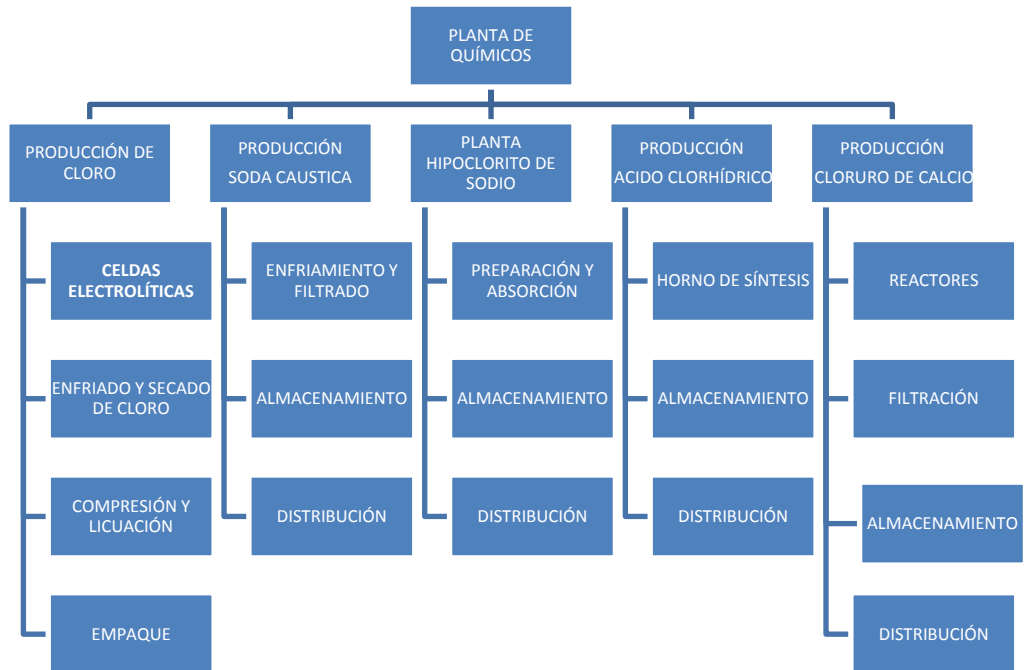
Brinsa S.A. es una compañía constituida por dos unidades internas de servicio y tres unidades de producción, las cuales se relacionan a continuación:

- Unidades de servicio
 - Planta de agua: Esta planta suministra el agua requerida por los diferentes procesos productivos de la compañía, con las calidades y especificaciones de dureza, para el desarrollo de cada uno los procesos internos. El agua es tomada del rio Bogotá en donde es tratada según su uso dentro de la compañía. Esta planta abástese de agua cruda para el sistema de refrigeración de los diferentes equipos de la compañía, para la refinación de la sal y para la explotación de los pozos de sal en Sesquilé.
 - Planta de central térmica: Esta planta genera el vapor necesario por medio de calderas que funcionan con combustible mineral de carbón coque, para la generación de energía por medio de turbogeneradores que abastecen a las celdas electrolíticas y a los diferentes procesos en la refinación de la sal. Actualmente Brinsa tiene una capacidad instalada de generación de energía de 20 MW. El vapor generado por esta planta es también parte vital en el proceso de evaporación y refinancian de la sal.
- Unidades de producción
 - Planta de Sal: Esta planta es la encargada de tratar la salmuera cruda que viene desde los pozos de Sesquilé, en donde purifica la salmuera, cristalizar la sal y empaca la sal en todas las presentaciones para el mercado nacional.
 - Planta de Aseo: esta es la planta encargada de empacar los productos de la línea Blancox, tomando como base el hipoclorito de sodio para su línea blanqueadora y es la encargada de producir y empacar la línea de aseo de lavalozas, cocina, baño y desinfectante para aire.
 - Planta de Químicos: Esta planta es la encargada de tomar como materia prima la salmuera tratada y purificada de la planta de sal y producir cloro Cl_2 , hipoclorito de sodio ($NaOCl$), soda caustica ($NaOH$), ácido clorhídrico (HCl), cloruro de calcio ($CaCl_2$), carbonato de sodio y de calcio.

1.5 PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE QUÍMICOS

La planta de químicos tiene seis procesos internos para el desarrollo de sus productos, que a su vez tienen subprocesos descritos así:

Ilustración 5. Proceso productivo planta de químicos



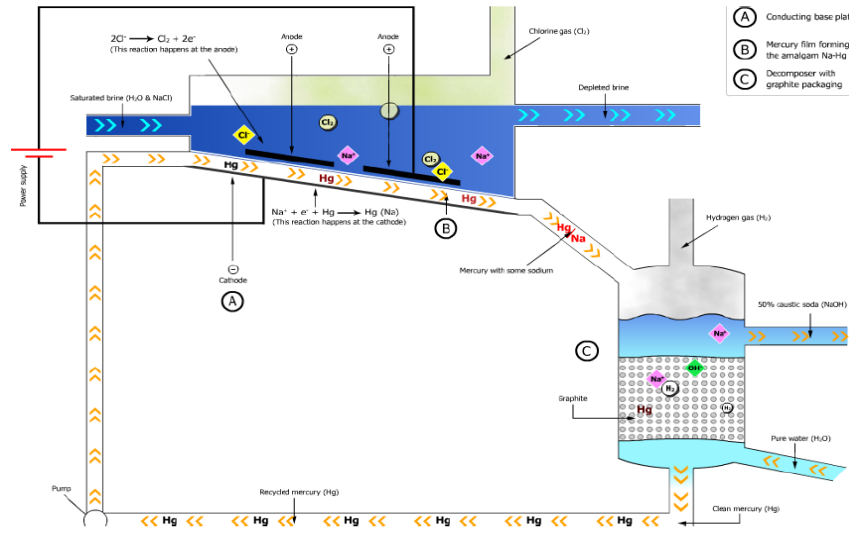
Fuente. Los autores.

1.5.1 Producción de cloro

- Electrolisis

El cloro gaseoso se produce por la reacción de electrólisis de la salmuera tratada y purificada, con una concentración específica en las celdas electrolíticas. Dentro de las celdas electrolíticas se realiza la separación del cloruro de sodio (NaCl) en sus componentes elementales: Cloro gaseoso (Cl_2) y sodio metálico (Na) mediante la aplicación de una corriente eléctrica entre un ánodo de titanio (Ti) y un cátodo móvil de mercurio líquido (Hg).

Ilustración 6 Producción de cloro mediante celda electrolítica de mercurio



Fuente <http://www.eurochlor.org/the-chlorine-universe/how-is-chlorine-produced/the-mercury-cell-process.aspx>

- Enfriamiento y secado

El cloro es enfriado por un sistema de intercambiadores de calor gas-agua. En esta etapa se fomenta la condensación de agua e impurezas, los condensados pueden ser enviados al sistema de salmueras o a un tratamiento para recuperar el cloro remanente. Se filtra el cloro en un separador vertical que remueve de forma mecánica niebla de salmuera y agua arrastrada por el gas.

- Compresión y licuación.

En esta etapa el gas frío y filtrado es succionado por medio de compresores de anillo liquido que generan presión de vacío y a su vez generan la presión positiva de descarga para acondicionar el cloro para el proceso de licuación. Se envía el cloro a alta presión para su licuación en donde por medio de un intercambio de calor con un fluido refrigerante; el gas pasa a estado liquido y se almacena en tanques a baja presión y temperatura.

- Empaque

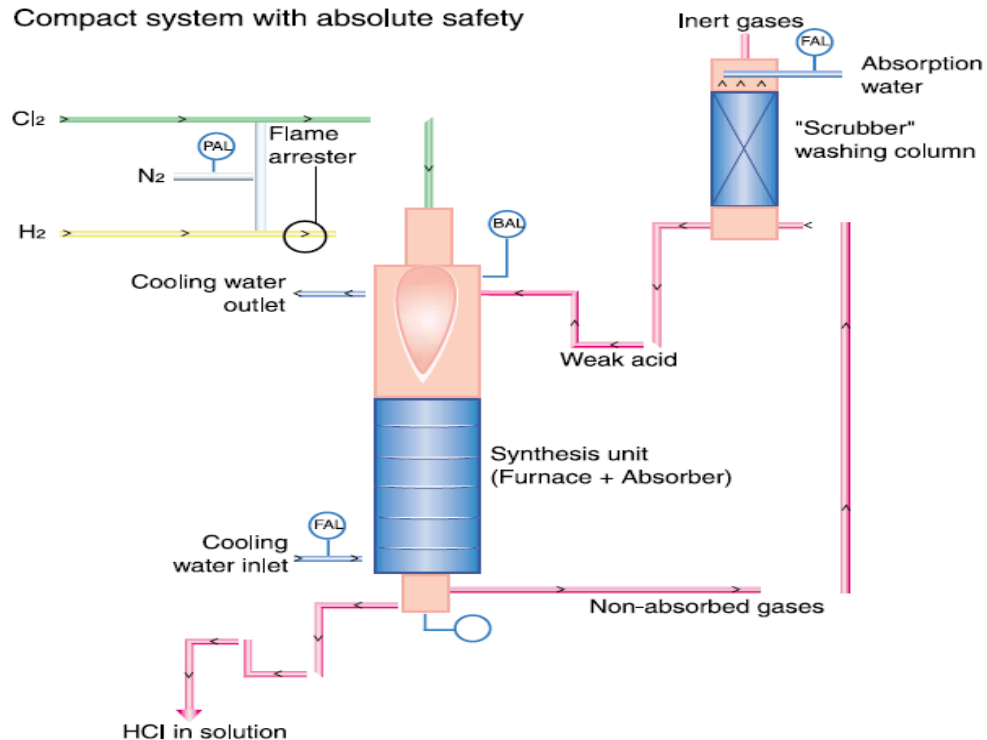
El cloro líquido se empaqa a alta presión en cilindros horizontales por medio de aire seco y filtrado, en donde se pesa y se certifica para su despacho al cliente final.

1.5.2 Producción de ácido clorhídrico

El ácido clorhídrico se produce en Brinsa realizando la mezcla de cloro gaseoso, hidrogeno y agua desionizada con el método de síntesis directa, el cual consiste en hacer reaccionar el cloro con el hidrógeno para obtener cloruro de hidrogeno y luego se le hace absorber agua desionizada obteniendo así ácido clorhídrico de alta pureza. La reacción química es altamente exotérmica, por lo que esta reacción se realiza en un horno de síntesis el cual contiene grafito que es capaz de soportar los cambios exotérmicos, expansiones y contracciones del HCL.

El ácido Clorhídrico después de generado en la unidad de síntesis pasa para su almacenamiento en tanques fabricados en PRFV (fibra de vidrio), en este proceso se tiene un sistema de lavado de gases ya que el Acido clorhídrico es fumante y en el trasiego genera vapores altamente corrosivos y contaminantes.

Ilustración 7 Sistema de producción de HCL.

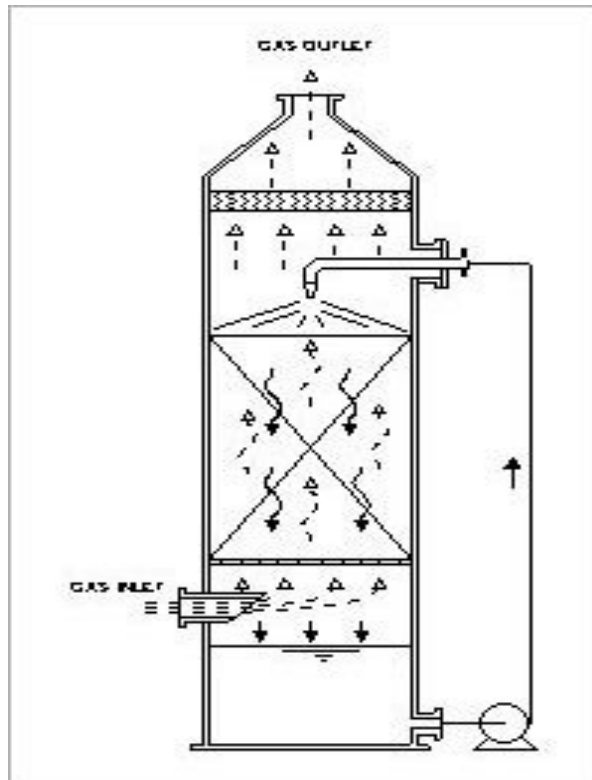


Fuente: <http://www.carbonelorraine.com.co/pdfs/sintesis.pdf>

1.5.3 Producción de hipoclorito de sodio

La producción de Hipoclorito de Sodio se desarrolla mediante la reacción entre una solución de Soda cáustica diluida y Cloro líquido o gaseoso, en esta reacción se produce una reacción exotérmica por lo cual se hace necesario enfriar el producto con intercambiadores de casco y tubos. La reacción se realiza a una temperatura entre 30 y 35°C; se lleva a cabo en un proceso a contracorriente dentro de una columna empacada, en la que se ponen en contacto una mezcla de Cloro y aire, con una solución diluida de Soda Cáustica; durante todo el proceso la solución se mantiene alcalina, para disminuir la descomposición del Hipoclorito de Sodio, razón por la cual se emplea un exceso de Soda cáustica. El pH final de la solución debe ser de 11, para mejorar su estabilidad. Luego de comprobar la concentración se procede a almacenar en tanques fabricados en PRFV (fibra de vidrio) y se envía a despacho para su empaque.

Ilustración 8. Torre empacada hipoclorito.



Fuente <http://www.ultimoengineers.in/gas-scrubber.htm>

1.5.4 Producción de soda caustica

Junto con la producción del cloro por medio de la electrolisis que se le hace a la salmuera se produce soda cáustica líquida, la soda que es un líquido transparente y viscoso es llevada a unos tanques de almacenamiento en donde se procede a filtración para retirarle mercurio y otros contaminantes e impurezas detectables a simple vista y luego pasa a enfriamiento y se direcciona para empaque a granel en el centro de distribución.

1.5.5 Producción de cloruro de calcio

Brinsa obtiene el producto por medio de la reacción entre la caliza (carbonato de calcio) y ácido clorhídrico, la caliza reacciona en un reactor en donde ingresa HCL a un flujo constante, se decanta el producto para retirar el material particulado y se filtra para su almacenamiento y empaque.

1.5.6 Planta de desmercurización

Esta es una de las plantas más importantes dentro del proceso de la planta de químicos en Brinsa, a esta planta llega todas las aguas ácidas, alcalinas y mercuriosas para ser tratadas, descontaminadas y retornadas al sistema productivo de la planta de químicos. El proceso se realiza mediante la recepción y decantación de todas las aguas residuales del proceso, en donde se pasa por un sistema complejo de filtros activados de resina de intercambio iónico regenerativos en donde se le extrae el mercurio para ser luego recuperado. El resto de aguas residuales generadas son conducidas a un subproceso de tratamiento en la planta de desmercurización que consiste en desengrase y neutralización. Al retirar el mercurio existente en el agua, se le realiza una serie de procesos químicos para poder llevar el agua a un estado de pH de 7 y poder volverla a retornar al proceso.

1.6 NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL

Los registros del centro de documentación de Brinsa S.A. muestran que muchos de los equipos de la planta de químicos entraron en operación en el año de 1960, de los cuales se destacan los equipos que están en el proceso de producción de cloro, soda e hidrogeno; que como actor principal tiene a las celdas electrolíticas de mercurio, que son de procedencia italiana de la empresa De Nora, que son el corazón de la planta de químicos.

Esta tecnología es la más eficiente para la producir con alta calidad, pero es la menos agradable con el medio ambiente ya que como el mercurio es uno de sus principales componentes, se corre el riesgo de contaminación en el ambiente y en el área de operación. Hay tecnologías más recientes que son más amigables con el medio ambiente, como lo son las celdas de membrana y las celdas de diafragma

Otros equipos en la planta de químicos, datan del año 1980 que son el sistema de compresión de cloro, que es una tecnología de procedencia alemana de la compañía KSB (Klein, Schanzlin y Becker.), son equipos que tienen una gran consumo energético sin ser los más eficientes, este sistema se compone de compresores de anillo liquido, intercambiadores de calor de casco y tubos, filtros separadores y tanques de recirculación de liquido.

Una tecnología más reciente que data del año 2001 que son los hornos de síntesis de HCL, esta tecnología es de procedencia francesa de la empresa Carbone Lorain, esta tecnología no ha presentado cambio en los últimos años.

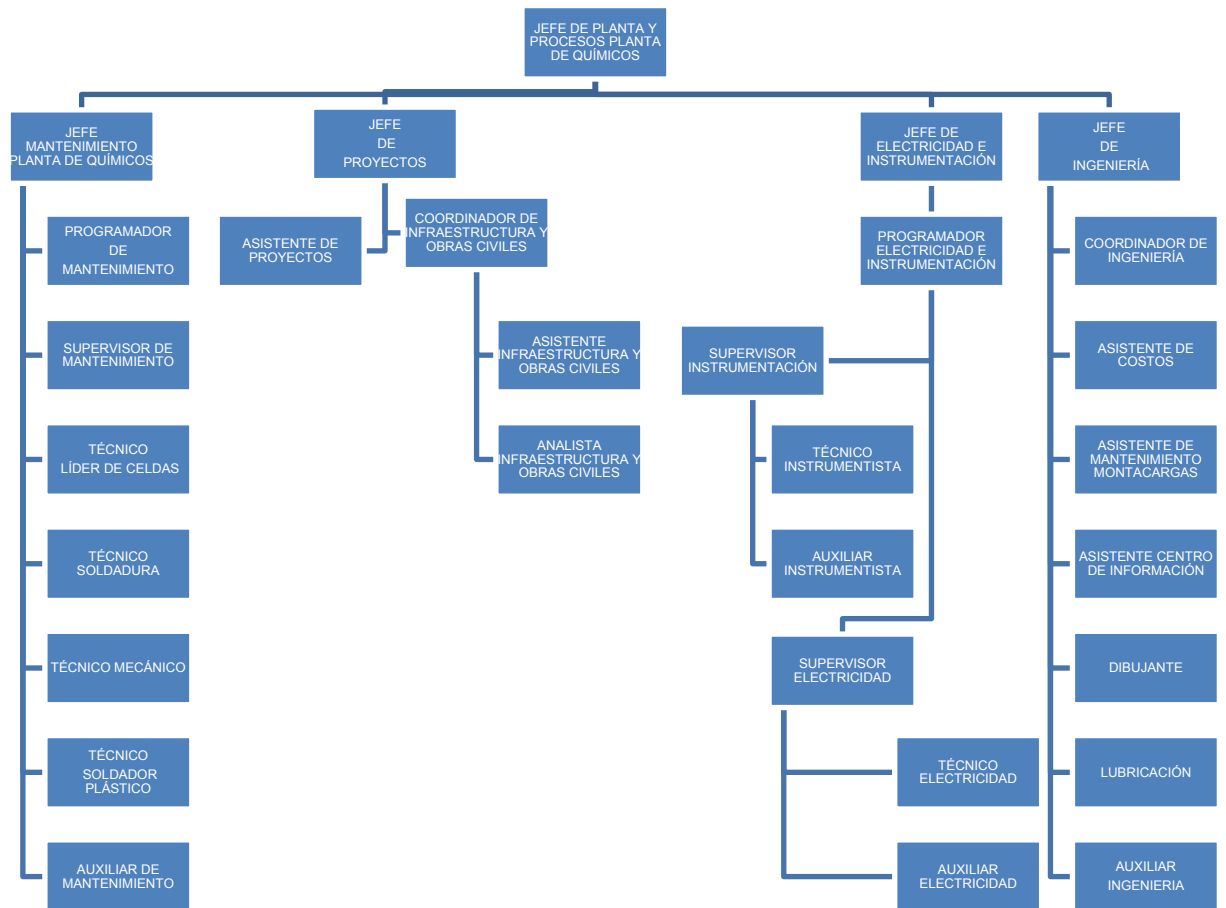
Y por último una tecnología en el área de licuación que data del año de 2008 con compresores de tecnología norteamericana con la marca York, estos equipos son eficientes y su tecnología está a la vanguardia de esta generación.

2. ESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE QUÍMICOS

En la ilustración número 9, se describe como es la estructura organizacional del área de mantenimiento de la planta de químicos, en donde se visualiza una estructura netamente dedicada al mantenimiento mecánico; lo que corresponde al mantenimiento eléctrico, electrónico, neumático y en el caso particular de Brinsa la lubricación, depende de áreas totalmente ajenas al mantenimiento de la planta mostrado inicialmente en la ilustración 2.

A continuación se mostrara el esquema básico de cómo el mantenimiento se ejecuta.

Ilustración 9. Esquema Detallado Mantenimiento



Fuente. Los autores

Como se puede ver el mantenimiento está dividido en varias áreas y dependencias y cada una de ellas está encargada de una parte del global de las tareas del mantenimiento, esto genera bastante complicación y malestar en la ejecución de las tareas de mantenimiento, debido a que las tareas no se ejecutan de manera simultánea y no hay retroalimentación de las áreas involucradas entre sí para desarrollar estrategias en conjunto que ayude a mejorar las actividades del mantenimiento de cada uno de los equipos de la planta. Por otra parte la lubricación debería ser tarea anexa al mantenimiento mecánico y no ser independiente al área como tal, ya que no se lleva un control sistemático, consciente y acertado de la sinergia del mantenimiento mecánico y de la lubricación.

2.1 EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE QUÍMICOS

Desde el año 2005, Brinsa adquirió un programa de gestión de mantenimiento XMS conocido en el mercado como MP2, lo adquirió como una herramienta práctica y confiable para la planeación, control y registro de las actividades del mantenimiento de toda la compañía, en donde se pudiera sacar datos estadísticos y así dirigir de una manera más asertiva el mantenimiento, cuidando los costos de ejecución y controlando los indicadores de gestión básicos que la gerencia de plantas solicitara.

En Brinsa se maneja el mantenimiento por medio de la asignación de órdenes de trabajo, las cuales están divididas en ordenes de trabajo preventivas, predictivas, correctivas programadas y correctivas emergentes; estas órdenes a su vez están redistribuidas en actividades eléctricas, mecánicas, de instrumentación, obras civiles, metrología y proyectos.

El mantenimiento mecánico ya sea preventivo o correctivo, es ocupado por el programador de mantenimiento del área de químicos, en donde el revisa que la orden de trabajo, la prioridad del la orden, los materiales que se requieren para el desarrollo de la labor, realizar la solicitud del material al área de compras y la asignación de la actividad al supervisor de mantenimiento de la planta de químicos, el cual asigna el personal idóneo y disponible para la ejecución de la orden de trabajo y verifica su ejecución.

Las órdenes de trabajo las puede emitir el programador de mantenimiento de la planta, el jefe de producción y el supervisor para cualquier actividad de mantenimiento ya sea eléctrico, mecánico, de instrumentación y civil o locativo.

El programa MP2 no ha sido utilizado de la manera correcta y diligente por el personal perteneciente al área de mantenimiento de la compañía, en la actualidad esta herramienta está con información incompleta, de baja calidad, en donde se evidencia el poco criterio y la desorganización en la ejecución del mantenimiento.

❖ Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se ejecuta de dos maneras en la planta de químicos.

- Mantenimiento preventivo programado: En su primer variante se ejecuta por medio de la programación de actividades preventivas mensuales que realiza el coordinador del área de ingeniería a los equipos de la planta de químicos que correspondan según la programación. Esta programación se concreta al inicio de cada año con el personal de mantenimiento de cada división (mecánico, eléctrico, instrumentación), para tener unas actividades ya concretas para su ejecución.
- El mantenimiento preventivo emergente: Este mantenimiento es el que se ejecuta por la visualización directa del personal de producción de la planta y el de mantenimiento, que en este caso son los jefes de producción y los supervisores de mantenimiento de cada una de las áreas, ellos al visualizar y analizar el ritmo de la producción concretan con el área de mantenimiento, las fechas y los tiempos de paradas para realizar los mantenimientos preventivos, que no están en la lista que maneja el área de ingeniería.

❖ Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se ejecuta mediante una orden de trabajo que realiza el jefe de producción ó el auxiliar de ingeniería que recorre diariamente la planta e identifica las actividades correctivas emergentes y las actividades correctivas programadas que hay que desarrollar para garantizar el sistema productivo de la planta.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para analizar el problema se debe visualizar cómo se desarrolla el mantenimiento actualmente en la planta de químicos en Brinsa S.A. y establecer qué condiciones, variables y características son relevantes para identificar como atacar sus falencias. Ya que a pesar de existir un programa de mantenimiento se observa que es ineficiente, pues existe un alto índice de paradas no programadas, baja disponibilidad de los equipos y baja eficiencia de los mismos; que se refleja en la insuficiencia de suplir satisfactoriamente las demandas de producción con la calidad, costos y tiempos estipulados.

Parte de los inconvenientes que se visualizan en el mantenimiento de la planta de químicos de Brinsa S.A., es la falta de procedimientos de mantenimiento y de operación que sean pilares e interventores en la ejecución del mismo, los cuales deben contribuir al cumplimiento de los retos organizacionales y globales de la compañía, garantizando la eficiencia del uso de los recursos y elevar la disponibilidad y confiabilidad de los activos en la planta.

Con relación a las paradas no programadas causadas por deficiencias en la operación de los equipos, se observa que no existen procedimientos estándar de operación para las líneas de producción y que en muchos casos el personal de producción, no poseen la correcta instrucción de cómo operar los equipos de forma segura y eficiente, ya que solo los operan a posteriori. Es de vital importancia que garantice el buen desempeño en la operación de los equipos, contribuyendo a lograr los objetivos de eficiencia y mantenimiento de la planta; ya que al garantizar la correcta operación de equipos, se logra la disminución de costos de mantenimiento, permitiendo un mejor desempeño, aumento de la vida útil tanto en equipos como en repuestos.

Un factor bastante relevante en la elaboración de los procedimientos estándar de operación de equipos son los referentes a la definición de variables de proceso y sus ventanas de operación ya que ayudan al personal a mantener el proceso dentro de parámetros de control.

2.3 OBJETIVO GENERAL DE LA MONOGRAFÍA

Diseñar la estrategia de mantenimiento que garantice la confiabilidad de los equipos que intervienen en el proceso productivo de la planta de químicos; que se vean reflejados en beneficios económicos colectivos y técnicos para la planta. Haciendo que la planta de químicos sea la planta piloto para el desarrollo de esta estrategia de mantenimiento.

2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diagnosticar el estado actual del mantenimiento en su ejecución y ejercicio en la planta de químicos.
- Diseñar la estrategia de mantenimiento viable y ejecutable, acorde a las necesidades de los equipos de la planta de químicos, para garantizar que estos cumplan con la función para la cual fueron adquiridos y operen al menor costo logrando el mayor rendimiento en el proceso.
- Proponer y mejorar los índices de gestión de mantenimiento que permitan medir y evaluar la evolución real de la estrategia de mantenimiento.

2.5 JUSTIFICACIÓN

En un entorno altamente globalizado y competido como el actual, las industria requiere optimizar los procesos a su interior, Mantenimiento como un área de prestación de servicios no es ajena a este comportamiento por lo cual se hace necesario poder construir y diseñar una estrategia como modelo gerencial de gestión de mantenimiento que permita aportar al logro de los objetivos estratégicos de la organización.

Para el logro de tal fin, se requiere de metodologías y técnicas de mantenimiento de clase mundial que ayuden a elevar y a mejorar la eficacia, la eficiencia y la efectividad de los mismos. Haciendo la reingeniería en los procesos del mantenimiento como lo describe Francisco Javier González¹: “La implantación de

reingeniería en procesos empresariales como el mantenimiento, es el de hacer la revisión fundamental y profunda de los procesos. Se trata de impulsar e implantar cambios esenciales para volver a alcanzar mejoras espectaculares y no mediocres con gran esfuerzo”.

Teniendo en cuenta que toda la investigación y desarrollo de las alternativas técnicas como tácticas, que en su conjunto formaran la estrategia de mantenimiento en la planta de químicos debe ser encaminada a la disminución de costes globales del mantenimiento y a mejorar los procesos productivos que nos encaminen a la Mega de la compañía, dejando así las puertas abiertas hacia en un futuro poder implementar una técnica organizativa como el TPM o la implementación de una metodología como el RCM o una asociación de ambas

¹ GONZÁLEZ, Francisco Javier. En: “Teoría Y Práctica Del Mantenimiento Industrial Avanzado”. 2 ed. (febrero, 2010); p. 331

3. MARCO TEÓRICO APLICABLE AL CONCEPTO

Para entrar en contexto definiremos algunos de los tipos de mantenimiento, así como técnicas, filosofías y metodologías de las cuales se cimentara el desarrollo de la estrategia, para esto partamos del hecho de que existen dos tipos de mantenimiento que son mantenimiento planificado y mantenimiento no planificado, iniciamos definiendo el mantenimiento no planificado:

3.1 MANTENIMIENTO NO PLANIFICADO

Dentro del mantenimiento no planificado se puede enumerar el mantenimiento correctivo: Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de fallas o averías en el momento en que estas se presentan, es la reparación de una avería que obligo a detener la instalación de la maquinaria afectada por el fallo.

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo, el programado y el no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

La distinción entre correctivo programado² y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afcción el plan de producción si la

² SOURIS, Jean Paul. "El mantenimiento Fuente de Beneficios". Madrid, 1990, 146p. Ediciones Díaz de Santos S.A.

parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar. Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.

3.2 MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Dentro del mantenimiento planificado tenemos el mantenimiento preventivo que como su nombre lo indica se diseño con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

El mantenimiento preventivo al basarse en inspecciones periódicas, definidas por la conocida curva de la bañera³ que se define básicamente para equipos mecánicos y electromecánicos, en el inicio una alta mortalidad infantil en el que se desarrollan los primeros ajustes y puestas en marcha debido a problemas de calidad en subconjuntos, luego aparece un periodo continuo de vida útil en el que no es necesario intervenir el elemento salvo para corregir pequeñas averías, ciertos re-engrases o inspecciones puntuales, estas revisiones periódicas se establecen por contadores, números de horas de vuelo, kilómetros recorridos, etc.

La optimización del mantenimiento preventivo se fundamenta en avanzados sistemas de planeación de actividades y de control de los trabajos realizados; entendiendo por control tanto la generación de ordenes de trabajo, como su respectiva retroalimentación y verificación de los datos arrojados en las respectivas ordenes de trabajo como equipos, sistemas, sub-sistemas, horas de trabajo, repuestos, intervenciones, etc.

³ MUBRAY John Mitchell, RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Alladon LLC, North California 2004 edición en español.

3.3 MONITOREO DE CONDICIONES

Con el cambio que sufrieron los métodos de producción al requerir cada vez procesos más confiables el mantenimiento fue avanzando de mano con el desarrollo industrial, debido a esto se vio en la necesidad de iniciar sus propios desarrollos y cambios en la manera de enfrentar los problemas, es aquí donde surge la necesidad de implementar nuevas técnicas, desarrollando sistemas de información que le permitieran ir acorde a las necesidades y requerimientos de la industria altamente tecnificada.

El monitoreo⁴ de condiciones surge como respuesta a las necesidades de predicción de fallas, necesidades de ir más allá del cambio programado de elementos buscando un beneficio tanto económica al disminuir las frecuencias de recambio de partes, buscando sacar el mejor provecho de los elementos prolongando su vida útil, pero a la vez como inicio de investigaciones a fondo que permitieran dar indicios de el porqué de las fallas, facilitando el análisis de las causas raíz de las falla y atacar los problemas en la fuente.

Como técnicas de monitoreo de condiciones existen bastantes tipos de tecnologías, como pueden ser, análisis de vibraciones, análisis ultrasonido, análisis termográficos, análisis de aceites, análisis de aislamientos entre muchas otras.

3.4 EL ENFOQUE SISTÉMICO CMD “CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD”.

El mantenimiento industrial puede tratarse como una “ciencia”⁵, es decir cumple con la definición para ello, es un conjunto de conocimientos obtenidos a través de la observación, del estudio de la experiencia y del razonamiento, debidamente organizados y estructurados en forma sistémica y de los cuales se pueden definir principios, leyes y predicciones que permiten construir una ciencia.

⁴ GONZALEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier, Teoría y Práctica del mantenimiento Industrial Avanzado –2ª Edición, FC Editorial, Pág. 30 – 31.

⁵ MORA GUTIÉRREZ, Alberto, Mantenimiento Industrial Efectivo – 2ª Edición, Editorial Coldi, Pág. 56-85

El enfoque sistémico cuando se utiliza en mantenimiento, parece admitir el reconocimiento de tres elementos fundamentales: Mantenedores, máquinas o equipos industriales, y sitios físicos donde se prestan los servicios de mantenimiento.

La confiabilidad se puede entender como una característica propia del diseño de máquinas, que permite estudiar mediante principios científicos y matemáticos, las fallas de los elementos de los equipos, para el análisis de los procesos de diseño, la determinación de los costos del ciclo de vida⁶ y la seguridad de un producto.

Adicionalmente se debe usar los datos de operación para el mantenimiento permitiendo conocer el funcionamiento real del equipo para de esta forma aislar componentes con problemas, diseñar políticas de mantenimiento, calcular tiempos óptimos para el cambio de elementos, y establecer frecuencias de mantenimiento preventivo.

3.4.1 La disponibilidad

Es la posibilidad de que un equipo funcione correctamente en el momento de ser requerido, después del comienzo de su operación. Cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado tiene en cuenta los tiempos de operación, tiempos de reparación, tiempo de mantenimiento preventivo, tiempos administrativos, tiempo en funcionamiento sin producir, y tiempo logístico.

Existen varias formas de medir la disponibilidad dependiendo de los datos que se tengan y de la complejidad de los procesos, entre ellas encontramos disponibilidad genérica, inherente, alcanzada, operacional, y operacional generalizada, siendo la más sencilla de calcular la genérica, pues solo requiere datos globales de tiempos muertos.

3.4.2 La mantenibilidad

Es la probabilidad de que un elemento, máquina, o dispositivo pueda regresar nuevamente a su estado de funcionamiento después de una falla que ocasione su

⁶MORA GUTIÉRREZ, Alberto, Mantenimiento Industrial Efectivo – 2ª Edición, Editorial Coldi, Pág. 60-76

interrupción productiva, esto mediante una reparación que implica la realización de tareas de mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que ocasionaron la interrupción de su ciclo productivo.

La mantenibilidad⁷ se asocia a la facilidad con que un elemento o dispositivo se puede restaurar, a sus condiciones de funcionalidad inicial, lo cual implica tener en cuenta todas las características y hechos que ocurren antes de alcanzar el estado de normalidad, como pueden ser diseño, montaje, operación, habilidades de los operarios, modificaciones realizadas, las reparaciones anteriores, la confiabilidad, y su vida útil, que influyen directamente en el grado de mantenibilidad del equipo.

La mantenibilidad se mide por el tiempo empleado para cada una de las reparaciones, o realización de las tareas de mantenimiento requeridos para llevar el equipo a su condición inicial de funcionamiento.

En síntesis podemos decir que la confiabilidad permite establecer y medir como actúa el área de producción administrativamente, y en la explotación de los equipos para la generación de bienes y servicios. La mantenibilidad evalúa la gestión y operación del mantenimiento que se realiza a estos elementos o máquinas: y la disponibilidad es un calificativo integral de las dos áreas actuando conjuntamente, como de otras divisiones de la empresa, y mide la obtención de bienes y servicios intangibles de la empresa en general.

La confiabilidad⁸ es inherente a la producción, la mantenibilidad es compromiso de mantenimiento y la disponibilidad a la gerencia que está por encima de ambas y abarca otras áreas de la compañía.

3.5 FILOSOFÍAS DE MANTENIMIENTO

3.5.1 Mantenimiento total productivo

El mantenimiento total productivo⁹. Aparece en principio como una nueva filosofía de mantenimiento, integrando a este en la función de producción en forma global,

⁷MORA GUTIÉRREZ, Alberto, Mantenimiento Industrial Efectivo – 2ª Edición, Editorial Coldi, Pág. 84

⁸MORA GUTIÉRREZ, Alberto, Mantenimiento Industrial Efectivo – 2ª Edición, Editorial Coldi, Pág. 79-81

no como un fin en sí mismo, sino como un medio de reducción de costes de producción, siendo el objetivo esencial para conseguirla máxima eficiencia del sistema hombre – sistema de producción.

“El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos, en todo el ciclo de vida del sistema productivo.

Se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos, se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos de la empresa”.

La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo en equipos pequeños y bajo las siguientes políticas:

- Restringir las inversiones en equipo innecesario.
- Emplear al máximo el equipo disponible.
- Aumentar la producción por equipo.
- Mejorar la calidad a través de un correcto uso del equipo.
- Reducir la mano de obra mediante la mejora del equipo.
- Reducir los costos de energía y materiales a través de innovación de equipo y mejores métodos de operación.

Antes de implementar el TPM se deben tener en cuenta algunas consideraciones, como definir la estructura para el TPM, realizar un diagnóstico de las pérdidas de la empresa, establecer políticas, objetivos, diseñar planes para el desarrollo ordenado, formación y planes de reconocimiento, estrategias de promoción entre otras.

La práctica del TPM se inicia con la valoración de las pérdidas que impiden lograr

⁹SEXTO, Luis Felipe, La esencia del TPM, S&M Sostenibilidad y Mantenimiento – Universidad de Oviedo, 2001

mejores resultados de los sistemas productivos, ocho están relacionadas con las pérdidas de eficiencia del equipo, (averías, cambios, ajustes, puesta en marcha, pérdida de velocidad, defectos, paradas menores, perdidas por paradas planificadas), cinco perdidas impiden la eficiencia del trabajo de las personas, dirección, movimientos, organización de las líneas de producción, perdidas resultantes al automatizar, y medidas y ajustes, tres perdidas adicionales impiden el uso pleno de los recursos de producción, que son perdidas por desperdicio de materiales, perdidas de energía y perdidas de moldes y/o herramientas, una vez identificadas y valoradas las pérdidas se grafican y se les lleva un control.

Para poder actuar sobre estas pérdidas, el TPM se basa en ocho pilares¹⁰ fundamentales que se basan en:

- Mantenimiento preventivo
- Mejoras individuales en los equipos
- Proyectos mantenimiento preventivo / ciclo de costo de vida
- Educación y capacitación
- Mantenimiento de la calidad
- Control administrativo
- Medio ambiente, seguridad e higiene
- Mantenimiento autónomo

3.5.2 Mantenimiento centrado en la confiabilidad

El RCM es uno de los procesos desarrollados durante los 1960s y 1970s, en varias industrias con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las mejores políticas para mejorar las funciones de los activos físicos – y para manejar las consecuencias de sus fallas. De estos procesos, el RCM es el más directo.

¹⁰ SEXTO, Luis Felipe, La esencia del TPM, S&M Sostenibilidad y Mantenimiento – Universidad de Oviedo, 2001.

Una definición amplia de RCM podría ser “un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente”.

Los equipos en general son mucho más complicados de lo que eran hace algunos años. Esto ha llevado a cambios sorprendentes en los modelos de las fallas de los equipos, Las probabilidades de falla varían según el tipo de elemento que se analice, es decir ya no solo tenemos la conocida “curva de la bañera”. Que comienza con una incidencia de falla alta (conocida como mortalidad infantil o desgaste de funcionamiento) seguida por una frecuencia de falla que aumenta gradualmente o que es constante, y luego por una zona de desgaste. Sino que adicionalmente se han determinado varios comportamientos.

“No todas las fallas son iguales”¹¹. Las consecuencias de las fallas y sus efectos en el resto del sistema, la planta y el entorno operativo en el cual ocurre. Las investigaciones sobre los modos de falla revelan que la mayoría de las fallas de los sistemas complejos formados por componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos fallarán en alguna forma fortuita y no son predecibles con algún grado de confianza.

Estos hallazgos contradicen la creencia de que siempre hay una conexión entre la confiabilidad y la edad operacional.

Fue esta creencia la que llevó a la idea de que cuanto más a menudo se revisaba una pieza, menor era la probabilidad de falla.

RCM hace una serie de preguntas acerca de cada uno de los elementos seleccionados, como sigue:

- ¿Cuáles son las funciones?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Qué causa que falle?
- ¿Qué sucede cuando falla?
- ¿Qué ocurre si falla?

¹¹ MUBRAY J, John, RMC II – ALADON. INGLATERRA

- ¿Qué se puede hacer para prevenir las fallas?
- ¿Qué sucede si no puede prevenirse la falla?

3.5.2.1 Funciones y sus estándares de funcionamiento

Cada elemento de los equipos debe de haberse adquirido para unos propósitos determinados. En otras palabras, deberá tener una función o funciones específicas.

La pérdida total o parcial de estas funciones afecta a la organización en cierta manera. La influencia total sobre la organización depende de:

- La función de los equipos en su contexto operacional.
- El comportamiento funcional de los equipos en ese contexto.

3.5.2.2 Fallas funcionales

Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada equipo se hayan definido, el paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones. Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

3.5.2.3 Modos de falla (causas de falla)

El paso siguiente es tratar de identificar los modos de falla que tienen más posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto permite comprender exactamente qué es lo que puede que se esté tratando de prevenir. Cuando se está realizando este paso, es importante identificar cuál es la causa origen de cada falla. Esto asegura que no se malgaste el tiempo y el esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas. Al mismo tiempo, cada modo de falla debe ser

considerado en el nivel más apropiado, para asegurar que no se malgasta demasiado tiempo en el análisis de falla en sí mismo.

3.5.2.4 Efectos de las fallas.

Cuando se identifica cada modo de falla, los efectos de las fallas también deben registrarse (en otras palabras, lo que pasaría si ocurriera). Este paso permite decidir la importancia de cada falla, y por lo tanto qué nivel de mantenimiento (si lo hubiera) sería necesario.

3.5.2.5 Consecuencias de las fallas

Una vez que se hayan determinado las funciones, las fallas funcionales, los modos de falla y los efectos de los mismos en cada elemento significativo, el próximo paso en el proceso del RCM es preguntar cómo y cuánto importa cada falla. La razón de esto es porque las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. Si la respuesta es positiva, también sugieren con qué esfuerzo debemos tratar de encontrar las fallas.

3.6 Tareas de mantenimiento

La mayoría de la gente cree que el mejor modo de llevar al máximo la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento de forma rutinaria. El conocimiento de la Segunda Generación sugiere que esta acción preventiva debe consistir en una reparación del equipo o cambio de componentes a intervalos fijos. Supone que la mayoría de los elementos funcionan con precisión para un período y luego se deterioran rápidamente. El pensamiento tradicional sugiere que un histórico extenso acerca de las fallas anteriores permitirá determinar la duración de los elementos, de forma que se podrían hacer planes para llevar a cabo una acción preventiva un poco antes de que fueran a fallar. Esto es verdad todavía para cierto tipo de equipos sencillos, y para algunos elementos complejos con modos de falla dominantes. En particular, las características de

desgaste se encuentran a menudo donde los equipos entran en contacto directo con el producto.

El reconocimiento de estos hechos ha persuadido a algunas organizaciones a abandonar por completo la idea del mantenimiento sistemático. De hecho, esto puede ser lo mejor que hacer para fallas que tengan consecuencias sin importancia. Pero cuando las consecuencias son significativas, se debe hacer algo para prevenir las fallas, o por lo menos reducir las consecuencias.

RCM reconoce cada una de las tres categorías más importantes de tareas preventivas, como siguen:

- Tareas “A Condición. Esta técnica se usa para determinar cuando ocurren las fallas potenciales de forma que se pueda hacer algo antes de que se conviertan en verdaderas fallas funcionales. Estas técnicas se conocen como tareas a condición, porque los elementos se dejan funcionando a condición de que continúen satisfaciendo los estándares de funcionamiento deseado. Muchas fallas serán detectables antes de que ellas alcancen un punto donde la falla funcional se puede considerar que ocurre la falla funcional.
- Tareas de Reacondicionamiento Cíclico y de Sustitución Cíclica: Los equipos son revisados o sus componentes reparados a frecuencias determinadas, independientemente de su estado en ese momento.
- Tareas a “falta de”: Además de preguntar si las tareas sistemáticas son técnicamente factibles, el RCM se pregunta si vale la pena hacerlas. La respuesta depende de cómo reaccione a las consecuencias de las fallas que pretende prevenir. Al hacer esta pregunta, el RCM combina la evaluación de la consecuencia con la selección de la tarea en un proceso único de decisión. Una acción que signifique prevenir la falla de una función no evidente sólo valdrá la pena hacerla si reduce el riesgo de una falla múltiple asociado con esa función a un nivel bajo aceptable. Si no se puede encontrar una acción sistemática apropiada, se debe llevar a cabo la tarea de búsqueda de fallas.

El proceso del RCM considera los requisitos del mantenimiento de cada elemento antes de preguntarse si es necesario volver a considerar el diseño. Esto es porque el ingeniero de mantenimiento que está de servicio hoy tiene que mantener los equipos como está funcionando hoy, y no como debería de estar o puede que esté en el futuro.

Después analizar los modos de falla a través de la lógica mencionada anteriormente, los expertos deben luego consolidar las labores en un plan de mantenimiento para el sistema. Este es el "producto final" del RCM. Cuando esto ha sido producido, el encargado del mantenimiento y el operador deben continuamente esforzarse por optimizar el producto.

4. DIAGNÓSTICO MANTENIMIENTO PLANTA DE QUÍMICOS

4.1 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL

Para el desarrollo del diagnóstico, se harán uso de dos herramientas que nos permitirán visualizar cuales son las fortalezas y debilidades; como es la matriz DOFA en la que se trabajaran cuales son las oportunidades de mejora de las amenazas potenciales que están afectando al área de mantenimiento de la planta de químicos. La otra herramienta es el desarrollo de una matriz de diagnóstico de mantenimiento, en donde se trabaja por medio de una encuesta, con preguntas claves en temas específicos de la planta. Esta encuesta se le aplico al personal que está involucrado con el área de mantenimiento y de producción de la planta de químicos; como es el programador de mantenimiento de la planta de químicos, el supervisor de la planta de químicos, a el jefe de producción de la planta de químicos y a un auxiliar de mantenimiento de la misma planta, en donde se plasmo en general las respuestas y las percepción global de este grupo de colaboradores de Brinsa sobre el estado actual del mantenimiento.

4.2 MATRIZ DOFA

Para iniciar nuestro diagnóstico del área de mantenimiento de la planta de químicos, queremos implementar matriz de diagnóstico DOFA, con el fin de mirar al entorno en el que nos encontramos trabajando, revisar como podemos aprovechar las oportunidades de mejora y convertirlas en una estrategia tangible para el desarrollo del área.

El análisis DOFA nos permitirá ver como se percibe internamente el área de mantenimiento de la planta de químicos y como la ve externamente el personal ajeno a esta área para así poder distinguir cual es la acción más segura a seguir.

Para esto consideramos los siguientes aspectos:

Tabla 1. Matriz DOFA

ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ✓ No se cuenta con una estrategia definida de mantenimiento. ✓ Equipos y maquinaria con muchos años de servicio. ✓ Sub-utilización del sistema de información del mantenimiento. ✓ Falta de divulgación y conocimiento de los índices de mantenimiento a nivel general en el área. ✓ No existe la cultura general del diagnóstico global de equipo. ✓ No se cuenta con datos históricos del mantenimiento real. ✓ Falta control de costos del mantenimiento y del presupuesto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se cuenta con un presupuesto propio fijado por las directivas para el área de mantenimiento. ✓ Aumento de la productividad con la implementación de una estrategia de mantenimiento. ✓ Disminución de costos de mantenimiento. ✓ Mejora de índices de gestión del área. ✓ Mejora del ambiente de trabajo y oportunidad de estandarización de procesos.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tercerización de algunos procesos claves de mantenimiento. ✓ Se cuenta con una infraestructura y un almacén de repuestos centralizado. ✓ El personal técnico cuenta con bastante experiencia en el cargo. ✓ Se realizan preventivo a los equipos críticos del proceso. ✓ Baja rotación del personal del área de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de compromiso de la gerencia y altas directivas de la empresa con la implementación de la estrategia de mantenimiento. ✓ Falta de compromiso del personal técnico con el desarrollo de las actividades asignadas por mantenimiento. ✓ Tercerización del mantenimiento. ✓ Bajo presupuesto para la implementación de la estrategia de mantenimiento. ✓ Resistencia al cambio por parte del personal en general del área. ✓ Tercerización total del mantenimiento del área de químicos.

Fuente. Los autores

4.3 ANÁLISIS MATRIZ DOFA

Con la matriz DOFA observamos los aspectos más relevantes que debemos tener en cuenta al momento de realizar la propuesta de la estrategia de mantenimiento, en el diagnóstico interno observamos que existen muchas fortalezas en el área que debemos explotar al máximo, como la experiencia del personal, la gestión de contratistas, los trabajos de mantenimiento que se realizan a los equipos críticos, buscando fortalecer estos aspectos aún mas y enfocar nuestros esfuerzos para que con la propuesta de mantenimiento atacemos las debilidades observadas en el desarrollo de la matriz, temas tan importantes y críticos para el éxito de nuestra estrategia, como son, que no se cuenta con una estrategia definida de mantenimiento, Sub utilización del sistema de información del mantenimiento tema este de vital importancia para cualquier departamento de mantenimiento, partiendo de la base de que ya se cuenta con un sistema de información del mantenimiento podemos enfocar nuestros esfuerzos a explotar sus capacidades de una forma más optima, el trabajo con los índices de gestión y su divulgación,

Mediante el diagnóstico externo, entendiendo como externo todo los departamentos de producción a los cuales se les prestan los servicios, las altas directivas de la compañía y la gerencia de planta, encontramos algunas oportunidades que se deben abordar para tratar de aprovechar de la mejor manera posible estas, tratando de mostrar las bondades de la implementación de la estrategia de mantenimiento, temas como el presupuesto que se requiere para su implementación, las mejoras en cuanto a productividad de las plantas, la mejora en el ambiente de trabajo, la disminución de los costos de mantenimiento y la estandarización de procedimientos y procesos, que harían que las altas directivas se interesen por el tema de mantenimiento y apalanque su implementación. Adicionalmente no podemos dejar de lado las amenazas que pueden surgir dentro del proceso de implementación que podrían dar al traste con las aspiraciones del departamento, algunas de las que se tuvieron en cuenta son; la falta de compromiso que puedan tener las directivas encargadas de darle el impulso al proyecto, la resistencia al cambio que pueda surgir en las personas del área en general, técnicos, operadores, ingenieros, la implementación de estrategias de Outsourcing de mantenimiento que puedan estar en proceso dentro de la planta y falta de respaldo económico para la implementación de la nueva estrategia de mantenimiento.

Tabla 2 Matriz de análisis DOFA

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	<p>Se cuenta con un presupuesto propio fijado por las directivas para el área de mantenimiento.</p> <p>Aumento de la productividad con la implementación de una estrategia de mantenimiento.</p> <p>Disminución de costos de mantenimiento.</p> <p>Mejora de índices de gestión del área.</p> <p>Mejora del ambiente de trabajo y oportunidad de estandarización de procesos.</p>	<p>Falta de compromiso de la gerencia y altas directivas de la empresa con la implementación de la estrategia de mantenimiento.</p> <p>Falta de compromiso del personal técnico con el desarrollo de las actividades asignadas por mantenimiento.</p> <p>Tercerización del mantenimiento.</p> <p>Bajo presupuesto para la implementación de la estrategia de mantenimiento.</p> <p>Resistencia al cambio por parte del personal en general del área.</p>
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS FA
<p>Tercerización de algunos procesos claves de mantenimiento.</p> <p>Se cuenta con una infraestructura y un almacén de repuestos centralizado.</p> <p>El personal técnico cuenta con bastante experiencia en el cargo.</p> <p>Se realizan preventivo a los equipos críticos del proceso.</p>	<p>Definir que procesos de mantenimiento se pueden tercerizar y asegurar los recursos para la labor.</p> <p>Optimizar el desempeño del almacén de repuestos de la planta, definiendo estrategias para el manejo de repuestos críticos para los equipos.</p> <p>Plan de capacitación integral para el personal de mantenimiento.</p> <p>Definir los índices de gestión que se deben manejar en el área, socializarlos e iniciar trabajo de base de datos con archivos históricos.</p>	<p>Gestión de los recursos y compromiso de la gerencia de planta y gerencia de mantenimiento en pro de la estrategia planteada.</p> <p>Campana de socialización y concientización de benéficos obtenidos con la implementación de la estrategia de mantenimiento.</p>

DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS DA
<p>No se cuenta con una estrategia definida de mantenimiento.</p> <p>Equipos y maquinaria con muchos años de servicio.</p> <p>Sub utilización del sistema de información del mantenimiento.</p> <p>Falta de divulgación y conocimiento de los índices de mantenimiento a nivel general en el área.</p> <p>No existe la cultura general del diagnóstico global de equipo.</p> <p>No se cuenta con datos históricos del mantenimiento real.</p>	<p>Definir la estrategia de mantenimiento acorde a las necesidades de la planta de químicos.</p> <p>Definir un presupuesto para renovación y actualización de equipos del área y nuevas tecnologías.</p> <p>Programa de capacitación a nivel general del área de mantenimiento en el manejo del SIM, MCSS de la planta.</p> <p>Realizar seguimiento, medición mensual y socialización de resultados de los índices de gestión de mantenimiento definidos.</p> <p>Definir procedimientos de revisión clasificado por especialidad, con toma de registros y variables de los equipo, almacenar estos datos en base de datos históricos del mantenimiento.</p>	<p>Mostrar beneficios a las altas directivas de la planta sobre la implementación de la estrategia de mantenimiento a seguir.</p> <p>Capacitación integral al personal de mantenimiento, buscar el compromiso del personal del área.</p> <p>Apoyo de la gerencia de planta en planes de capacitación del personal técnico.</p> <p>Optimizar el manejo de información de los procesos de mantenimiento.</p>

Tabla 2. (Continuación)

4.4 MATRIZ DE DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO

La matriz de diagnóstico de mantenimiento se realizó por medio del desarrollo de encuestas al personal de mantenimiento de la planta de químicos, al personal de producción de la planta. En esta matriz se trabaja una serie de preguntas claves desde cada punto de análisis planteado, según las respuestas de los personales entrevistados de calificara de la siguiente manera:

ALTO

- Se Aplica
- Se Registra
- Se Mejora

MEDIO

- Documento aprobado
- Divulgado
- Aplica parcialmente

BAJO

- No se realiza
- Se hace pero no esta documentado
- Existe información incompleta

Con esta calificación se revisara en que es fuerte el área y cuáles son las debilidades y así poder plantear cual sería el mejor camino o estrategia a seguir. Como primera medida de va a analizar cómo está la administración de planeación y programación de mantenimiento del área de químicos, la cual se relaciona en la siguiente tabla.

4.4.1 Administración de Planeación y Programación de Mantenimiento

Tabla 3. Administración de Planeación y Programación de Mantenimiento

PUNTOS DE ANÁLISIS		CALIF.			CRITERIOS	OBSERVACIONES
		A	M	B		
1	Solicitudes de servicio			1	<p>¿Están clasificadas las órdenes de trabajo por componentes y puntos mantenibles del equipo?</p> <p>¿Hay un buen control de recepción y aprobación de las órdenes de trabajo?</p> <p>¿Están organizadas por tipos de mantenimiento?</p> <p>¿Hay un registro histórico para validar repetición de trabajos?</p> <p>¿Existe la clasificación de las órdenes de trabajo y la diferenciación en su trámite?</p> <p>¿Hay soporte del sistema de mantenimiento a dicha clasificación?</p>	No existen registro de órdenes de trabajo por componentes y puntos mantenibles de los equipos, falta control en la recepción de órdenes de mantenimiento, No se cuenta con históricos para la validación de re-trabajos. Existe la diferenciación en el trámite de las órdenes de trabajo, y tiene su soporte.

2	Planeación de actividades			<p>¿Existe un nivel de clasificación por tipo de trabajo, especialidad de los trabajos y grado de dificultad de los mismos?</p> <p>¿Se hace una secuenciación de trabajos de acuerdo a la prioridad de los mismos?</p> <p>1 ¿El sistema de mantenimiento cuenta con registro de las referencias de partes y repuestos para realizar un trabajo?</p> <p>¿Hay forma de establecer previamente el tiempo que debe ser asignado a cada trabajo?</p> <p>¿Existen registros de tiempos?</p>	<p>Los trabajos están clasificados por especialidad, se priorizan las ordenes de trabajo, sin embargo en la ejecución todas tienen la misma prioridad, El sistema de mantenimiento no cuenta con registro de las referencias de partes y repuestos para realizar un trabajo, no existen registros de tiempos de trabajo, por lo cual no se pueden establecer previamente los tiempos de cada trabajo. Si existen registros de tiempos de trabajo en el sistema.</p>
3	Programación de los trabajos			<p>¿Están establecidos los procedimientos para la programación de los trabajos en los equipos?</p> <p>¿El personal cuenta con la experiencia requerida para hacer las programaciones de forma efectiva?</p> <p>1 ¿Se hace una buena explosión de recursos tanto en mano de obra como de repuestos?</p> <p>¿Están bien detallados los componentes de la orden en su ejecución?</p> <p>¿Existe un sistema o conjunto de procedimientos para el pedido de materiales?</p>	<p>No se tienen establecidos los procedimientos de trabajo, sin embargo el personal tiene la experiencia para desempeñar el cargo, debido a la falta de procedimientos de trabajo la explosión de los recursos es deficiente.</p> <p>No se encuentran detallados los componentes de las órdenes de trabajo para la ejecución de las labores.</p> <p>Si existen procedimientos para las solicitudes de materiales.</p>

Tabla 3. (Continuación)

4	Calendarios y pronósticos		1	<p>¿Hay estadísticas del porcentaje de aplicación de cada uno de los tipos de mantenimiento (Preventivo - Correctivo)?</p> <p>¿Hay registro cronológico de las tendencias de dichos porcentajes?</p> <p>¿Se llevan cronológicamente estadísticas de cumplimiento de trabajos?</p> <p>¿Existen los calendarios de programación de los trabajos y se cumplen de acuerdo a lo establecido?</p> <p>¿Se elabora un informe de entrega de los trabajos programados?</p>	<p>Existen un registro cronológico estadísticos para la clasificación de tipos de mantenimiento (correctivo VS Preventivo), sin embargo la información no es veraz lo cual no permite un análisis de información adecuado.</p> <p>Se llevan estadísticas del cumplimiento de las órdenes de trabajo.</p> <p>Existe el calendario pero este no se cumple.</p> <p>No se hacen informes de entrega de trabajo.</p>
5	Análisis de ejecución de los trabajos		1	<p>¿Existen indicadores de gestión para medir el desempeño del mantenimiento?</p> <p>¿Existe registro escrito de los indicadores y su definición?</p> <p>¿El costo real vs el presupuestado de los trabajos está dentro de lo programado?</p> <p>¿Existen indicadores de Eficiencia del trabajo de mantenimiento?</p> <p>¿Se divulgan periódicamente el comportamiento de los indicadores de gestión del mantenimiento?</p> <p>¿Se registran los trabajos importantes para usar la experiencia adquirida en futuros trabajos?</p>	<p>Los indicadores existen y se encuentran definidos pero debido a la calidad de la información recibida no se ajustan a la realidad del área.</p> <p>Los indicadores no se divulgan, los trabajos importantes se relacionan en la base de datos (Hoja de vida equipos)</p>

Tabla 3. (Continuación)

6	Actualización y cierre de los ordenes de trabajo			1	¿Se actualizan los tiempos y actividades de los trabajos importantes?	No existen tiempos de cada labor, ni registros. No se actualizan los planos técnicos de cada modificación que se les realiza a los equipos.	
					¿Se actualizan los planos técnicos cuando se han realizado mejoras al equipo?		
TOTAL					0	1	5

Tabla 3. (Continuación)

Fuente. Los autores

4.4.2 Administración de Sistemas de Información de Mantenimiento

Tabla 4. Administración de Sistemas de Información de Mantenimiento

PUNTOS DE ANÁLISIS		CALIF.			CRITERIOS	OBSERVACIONES
		A	M	B		
1	Estándares Administrativos		1		<p>¿Los objetivos y funciones están definidos?</p> <p>¿Existe registro por escrito de dichos objetivos y funciones?</p> <p>¿El personal es conocedor de los objetivos y funciones del departamento?</p> <p>¿Existe registro actualizado de la estructura del mantenimiento?</p> <p>¿Todo el personal la conoce?</p> <p>¿Son claros los objetivos gerenciales del mantenimiento?</p> <p>¿Hay un sistema estructurado de información (Software)?</p> <p>¿Hay registros normalizados de Eficiencia de equipos, política de inventario de repuestos, habilidades requeridas por el personal, estructura del departamento, política de presupuesto, planos y catálogos de los equipos?</p>	<p>Existe manual de funciones y objetivos de cada uno de los puestos de trabajo, el personal conoce sus funciones y objetivos, la estructura del departamento de mantenimiento se encuentra actualizada, y todo el personal la conoce, los objetivos gerenciales de mantenimiento no son claros, se cuenta con un sistema de información, sin embargo está sub utilizado, no se encuentra estandarizada la eficiencia de los equipos, se maneja el inventario de repuestos, planos, catálogos, el personal no maneja del todo el sistema de información del mantenimiento</p>
2	Estándares de Tecnología aplicada al mantenimiento			1	<p>¿Existe un archivo completo de información técnica de los procesos propios de la Compañía?</p> <p>¿Se lleva un registro de planos de las piezas fabricadas con sus ajustes y tolerancias requeridos?</p> <p>¿Hay buen soporte tecnológico de información sobre las características propias de los equipos acorde al tipo de industria?</p>	<p>Se llevan registros de información, pero este no se actualiza constantemente.</p> <p>No se llevan registros de planos de las piezas fabricadas con sus ajustes y tolerancias.</p>

3	Estándares sobre Inspección y prevención de equipos		1	<p>¿Existen y se llevan a cabo inspecciones diarias de equipo?</p> <p>¿Hay establecidas normas de inspección periódicas para actividades eléctricas, mecánicas, de tuberías, de instrumentación y de servicios generales?</p> <p>¿Hay normas para un control de auditoría sobre la buena ejecución de estas labores de inspección?</p>	<p>Se realizan inspecciones diarias mecánicas a los equipos, se cuenta con las normas de inspección actividades eléctricas, mecánicas, de tuberías, de instrumentación y de servicios generales periódicas.</p> <p>No existen las normas para llevar un control de ejecución de trabajos.</p> <p>No se tienen normas para la auditoría sobre la buena ejecución de labores.</p>
4	Estándares sobre detección del deterioro		1	<p>¿Existen procedimientos y normas claras sobre la ejecución de los trabajos en lo referente a la prevención, limpieza, ajustes, contemplados en el programa de mantenimiento preventivo realizado conjuntamente con los operadores del equipo?</p> <p>¿Se aplican los métodos establecidos?</p> <p>¿Se consultan los manuales con las necesidades requeridas para realizar los trabajos?</p>	<p>El mantenimiento es ejecutado únicamente por el personal técnico de la planta, los operadores tienen la competencia necesaria para realizarlo, pero normalmente no se encargan de estas labores.</p> <p>No se aplican métodos ni se consultan los manuales para la ejecución de las labores de mantenimiento, el personal se basa en su experiencia.</p>

Tabla 4. (Continuación)

5	Estándares sobre restauración del deterioro de los equipos			<p>1</p> <p>¿Existen procedimientos y normas claras sobre la ejecución de los trabajos en lo referente al método y forma de realizar la lubricación., reparaciones, montaje y desmontaje de partes y repuestos?</p> <p>¿Se aplican los métodos establecidos?</p> <p>¿Se consultan los manuales?</p> <p>¿Se auditan y se da el soporte necesario para el buen cumplimiento de los estándares de trabajos de mantenimiento?</p>	<p>No se tienen procedimientos de ejecución del trabajo de lubricación, reparaciones, montaje y desmontaje de partes y repuestos. No se ejerce control sobre las labores de mantenimiento.</p>
6	Normas y procedimientos de mantenimiento			<p>1</p> <p>¿Existen normas sobre indicadores para medir la Gestión del mantenimiento?</p> <p>¿Dichos indicadores están vinculados con los objetivos planteados?</p> <p>¿Se lleva registro cronológico de los indicadores?</p> <p>¿Se analizan periódicamente tendencias y cumplimiento de metas?</p> <p>¿Hay un sistema establecido de comunicación de resultados?</p> <p>¿Son conocidos los indicadores internacionales de referencia del Mantenimiento en el mismo tipo de industria?</p> <p>¿Existe registro de dichos indicadores?</p> <p>¿Están actualizados?</p> <p>¿La información anterior es utilizada para la elaboración de presupuestos?</p>	<p>No existen normas sobre indicadores para medir la Gestión del mantenimiento.</p> <p>Existen los indicadores pero no se realiza su gestión, se calculan mensualmente pero no se divulgan,</p> <p>La información suministrada y almacenada para el cálculo de los índices de gestión no es confiable, por lo cual no es veraz.</p> <p>No se controla el cumplimiento de metas. No se conocen indicadores de la industria a nivel mundial.</p>
TOTAL		0	2	4	

Fuente. Los autores

Tabla 4. (Continuación)

4.4.3 Administración de Repuestos y Lubricación de equipos

Tabla 5. Administración de Repuestos y Lubricación de equipos

PUNTOS DE ANÁLISIS		CALIF.			CRITERIOS	OBSERVACIONES
		A	M	B		
1	Categorías de partes de reemplazo		1		<p>¿Está establecidas las categorías de repuestos que deben estar en reserva y los que no lo deben estar?</p> <p>¿Las partes y repuestos de reserva están categorizados por específicos de equipos, repuestos genéricos, materiales comunes y no comunes?</p> <p>¿Hay herramientas en custodia por ser de utilización específica para determinados trabajos?</p> <p>¿Hay categorías de elementos y herramientas para contratistas?</p>	<p>Existe las categorías de repuestos en general, sin embargo no está categorizada por equipos.</p> <p>Para los contratistas no existen categorías de elementos y herramientas.</p> <p>Hay herramientas en custodia por ser de utilización específica para determinados trabajos</p>
2	Normas para el almacenamiento de los repuestos y partes		1		<p>¿Está establecido un sistema para almacenamiento de repuestos que requieran cuidados especiales, partes delicadas, protección del área, tipos de empaque, acondicionamiento del área?</p> <p>¿Está definido un sistema de nomenclatura para fácil ubicación y entrega de los repuestos y partes de maquinaria?</p> <p>¿Está sistematizada la información para el control de inventarios de repuestos de maquinaria?</p> <p>¿El inventario se encuentra actualizado?</p> <p>¿Existe procedimiento para disponer de elementos y materiales obsoletos</p>	<p>No está establecido un sistema para almacenamiento de repuestos que requieran cuidados especiales, partes delicadas, protección del área, tipos de empaque, acondicionamiento del área.</p> <p>Si existe un sistema de nomenclatura para fácil ubicación y entrega de los repuestos y partes de maquinaria.</p> <p>Está sistematizada la información para el control de inventarios de repuestos de maquinaria.</p> <p>El inventario se encuentra actualizado.</p> <p>Existe procedimiento para disponer de elementos y materiales obsoletos.</p>

Tabla 5. (Continuación)

3	Logística de compras		1	<p>¿Está establecida una política para determinar puntos de reorden, mínimos y máximos, pedidos de emergencia, control de entregas al almacén y criterios de compras por valor de los mismos?</p> <p>¿Hay niveles de autorización establecidos?</p> <p>¿Se compra sin tener órdenes de compra debidamente aprobadas?</p> <p>¿Los proveedores son homologados?</p> <p>¿Se elaboran planos para la construcción de repuestos?</p> <p>¿Existe procedimiento para solicitar repuestos a compras?</p>	<p>Está establecida una política para determinar puntos de reorden, mínimos y máximos, pedidos de emergencia, control de entregas al almacén y criterios de compras por valor de los mismos.</p> <p>Existen los niveles de autorización establecidos.</p> <p>No se compra sin tener órdenes de compra debidamente aprobadas. Los proveedores son homologados.</p> <p>No se elaboran planos para la construcción de repuestos.</p>
4	Selección y aplicación de lubricantes		1	<p>¿Se encuentran homologados el uso de lubricantes, grasas, lubricantes especiales de acuerdo a la aplicación requerida?</p> <p>¿Se ha hecho una selección para estandarizar y minimizar el número de referencias a utilizar en la lubricación acorde a los movimientos y temperaturas de los mecanismos?</p> <p>¿Existen ayudas visuales que faciliten la aplicación de los lubricantes?</p> <p>¿Existen criterios definidos para selección de lubricantes incluyendo los proveedores?</p>	<p>Se encuentran homologados el uso de lubricantes, grasas, lubricantes especiales de acuerdo a la aplicación requerida.</p> <p>Hace falta estandarizar el uso de los lubricantes, se evidencia control visual para la tarea.</p>

Tabla5. (Continuación)

5	Métodos y cantidad a usar de los lubricantes.			1	<p>¿Los elementos utilizados para lubricar están en buen estado?</p> <p>¿Están identificados los elementos utilizados con el tipo de lubricante?</p> <p>¿Existe carta de lubricación de los equipos y es conocida por los operarios?</p> <p>¿Se hacen auditorías periódicas sobre la correcta aplicación de los lubricantes?</p> <p>¿Existe programa de mantenimiento preventivo con puntos a lubricar, frecuencia y elementos a utilizar?</p> <p>¿Existe un registro de fallas debido a problemas de lubricación?</p>	Se tiene organizada la labor de lubricación, no se cuenta con una carta de lubricación de los equipos, hace falta estandarizar no existe registro de fallas por lubricación.
6	Sistemas de almacenamiento y cuidados de los lubricantes		1		<p>¿Están inventariados los lubricantes?</p> <p>¿Existen punto de reorden?</p> <p>¿Hay un procedimiento para manejo de lubricantes usados y se hace una disposición adecuada de los mismos?</p> <p>¿Existe un área de lubricantes?</p> <p>¿El área está libre de cualquier tipo de suciedad y libre de riesgos?</p> <p>¿Hay recipientes para cada tipo de aceites?</p> <p>¿Existe carta de lubricantes en área de lubricantes (código de color y fabricante)?</p> <p>¿El área se encuentra impecablemente limpia y en orden?</p>	Los lubricantes se encuentran inventariados, y existen los procedimientos para manejo de lubricantes usados, falta adecuar el área de lubricantes, realizar carta de lubricantes por color y fabricante.
TOTAL		1	4	1		

Fuente. Los autores

Tabla 5. (Continuación)

4.4.4 Administración de Costos de Mantenimiento

Tabla 6. Administración de Costos de Mantenimiento

PUNTOS DE ANÁLISIS		CALIF.			CRITERIOS	OBSERVACIONES
		A	M	B		
1	Costos por tipos de mantenimiento		1		<p>¿Existen registros detallados de los costos de preventivo, emergencias, predictivo, inspecciones, mantenimiento diario?</p> <p>¿Existe un método establecido de árbol de costos para definir las tarifas de los diferentes tipos de trabajo de mantenimiento?</p> <p>¿Hay un control presupuestal mes a mes de lo real vs lo presupuestado?</p> <p>¿Están definidos y costeados los trabajos hechos por terceros?</p> <p>¿Se llevan registros valorizados de las perdidas cuando los equipos fallan (emergencias) y su impacto en la pérdida de producción?</p>	Se tiene los registros de los costos de mantenimiento clasificados por tipo, el control presupuestal se realiza, sin embargo hace falta establecer el árbol de costos para definir las tarifas de los diferentes tipos de trabajo de mantenimiento
2	Costos por repuestos, lubricantes, herramientas y mano de obra		1		<p>¿Se discrimina el valor de mano de obra entre Propios, Contratistas, Temporales?</p> <p>¿Se generan informes sobre el costo de la mano de obra incluyendo los contratistas y las asesorías?</p> <p>¿Se llevan registros de las horas extras y los motivos que las generan?</p> <p>¿Existe un centro de costos para mantenimiento donde se discriminan los costos de lubricantes, trabajos especiales, suministros, herramientas y mano de obra?</p> <p>¿Se conoce el porcentaje de mano de obra de mantenimiento vs el total de la Compañía?</p>	<p>Se lleva un control detallado discriminado por el valor de la mano de obra entre Propios, Contratistas, Temporales; sin embargo no se generan informes detallados de los costos de mano de obra y las asesorías.</p> <p>Se llevan registro semanal de las horas extras y los motivos que las generan, el jefe del área es el encargado de aprobar dichas horas extras.</p> <p>En la compañía existe el manejo del presupuesto y los costos por centros de costo, mantenimiento tiene centros de costos específicos, pero no se conoce cuál es el porcentaje de la mano de obra vs el de la compañía en general, pero se puede presumir que no es un gran porcentaje respecto al personal total de la planta.</p>

Tabla 6. (Continuación)

3	Costos por trabajos especiales (Montajes y reparaciones generales)		1	<p>¿Se maneja un rubro aparte de los mantenimientos especiales como reparaciones generales, montajes especiales, modificaciones a los equipos que no afecten el presupuesto normal de mantenimiento?</p>	<p>No se maneja un rubro aparte de los mantenimientos especiales como reparaciones generales, montajes especiales, modificaciones a los equipos pero estos gastos se difieren a un año.</p>
4	Presupuestación y control del presupuesto	1		<p>¿Es conocido el presupuesto de mantenimiento asignado por la unidad de negocio?</p> <p>¿Se efectúa presupuesto anual por parte del área?</p> <p>¿Se llevan controles sobre la ejecución del presupuesto?</p> <p>¿Hay un control presupuestal mes a mes de lo real vs lo presupuestado?</p> <p>¿El presupuesto es de manejo y control de mantenimiento?</p> <p>¿Se hace presupuesto base cero?</p>	<p>Es conocido el presupuesto de mantenimiento asignado por la unidad de negocio.</p> <p>Si se efectúa presupuesto anual por parte del área.</p> <p>Se llevan controles sobre la ejecución del presupuesto se realizan controles quincenales, y se lleva un control presupuestal mes a mes de lo real vs lo presupuestado.</p> <p>El presupuesto es de manejo y control de mantenimiento.</p>
5	Procedimientos y métodos de Presupuestación		1	<p>¿Existen métodos y políticas establecidas conocidas por todos para la realización del presupuesto de mantenimiento?</p>	<p>Existe un método para la realización del presupuesto, pero no se tiene establecida una política.</p>

Tabla 6. (Continuación)

6	Indicadores de gestión y mejoras para reducción de costos		1	<p>Costo total gastos mto/Costo mercancía producida = (mano obra+rptos)/ (Total gastos fijos directos producción+Total gastos fijos variables producción+Total gastos de admón.).</p> <p>¿Se maneja el indicador anterior de índice de costos de mantenimiento sobre la producción realizada?</p> <p>¿Se tiene el parámetro internacional por tipo de industria de este indicador?</p> <p>¿Existe una buena práctica de informar mes a mes los resultados de gestión del mantenimiento?</p> <p>¿Existe un control valorizado del inventario de repuestos en el almacén?</p> <p>¿Hay un informe detallado de las mejoras realizadas por mantenimiento y el beneficio neto que ellas le han producido a la Compañía?</p>	<p>Se maneja el indicador de costos de mantenimiento vs eficiencia teórica de la planta.</p> <p>No se tiene el parámetro internacional por tipo de industria de este indicador.</p> <p>No existe la buena práctica de informar mes a mes los resultados de gestión del mantenimiento.</p> <p>Existe un control valorizado del inventario de repuestos en el almacén por centro de costó.</p> <p>No existe un informe detallado de las mejoras realizadas por mantenimiento y el beneficio neto que ellas le han producido a la Compañía.</p>
	TOTAL	1	4	1	

Fuente. Los autores

Tabla 6. (Continuación)

4.4.5 Administración de la Tecnología y Habilidades del Mantenimiento

Tabla 7. Administración de la Tecnología y Habilidades del Mantenimiento

PUNTOS DE ANÁLISIS		CALIF.			CRITERIOS	OBSERVACIONES
		A	M	B		
1	Equipos de inspección		1		<p>¿Se realizan inspecciones a los equipos con tecnología apropiada y actualizada?</p> <p>¿Qué tipos de predictivo se aplican en la Compañía?</p> <p>¿Los resultados son buenos?</p>	Se está avanzando en el tema en equipos críticos de la planta, se usan análisis termográficos y de vibraciones, sin embargo no existe programa como tal que nos permita verificar la tendencia de equipos.
2	Metrología			1	<p>¿Existe un control metrológico de los equipos de precisión utilizados por el personal de mantenimiento?</p> <p>¿Se cumplen las revisiones y se hacen auditorías de las mismas?</p> <p>¿Hay control de dimensionales para las piezas construidas por talleres locales?</p>	<p>No existen controles metrológicos, ni se realizan auditorías por parte del área encargada a los repuestos fabricados en talleres locales.</p> <p>Se exige al fabricante entregar un informe detallado con el informe metrológico en donde se evidencie la calidad de la fabricación.</p> <p>Sin embargo esto solo se ajusta a pieza de gran magnitud a piezas pequeñas no se exige nada de lo anterior.</p>

Tabla 7. (Continuación)

3	Especificaciones de planos de piezas.		1	<p>¿Existen planos de las partes de máquina?</p> <p>¿Existe un centro de información técnica disponible para el personal de mantenimiento?</p> <p>¿Existe un único registro o existen copias de seguridad de estos registros?</p> <p>¿Los técnicos de mantenimiento utilizan la información técnica para soportar sus reparaciones ó intervenciones a los equipos?</p>	<p>Existe un centro de información en donde reposan los planos generales de las máquinas que están en la compañía, como la maquinaria en general es tan antigua y se le han realizado modificaciones significativas, no se ha tenido el control de cambios correspondiente a los planos originales.</p> <p>Los técnicos no consultan los manuales técnicos de las máquinas para la intervención de los equipos.</p>
4	Herramientas metodológicas		1	<p>¿El personal de mantenimiento está entrenado en herramientas metodológicas para análisis y solución de fallas en los equipos?</p> <p>¿Cómo se registra la información del análisis?</p> <p>¿Estas técnicas son conocidas para todo el personal y se aplican permanentemente?</p> <p>¿Cuál es el nivel de experticia?</p>	<p>No existe la cultura de la información, los trabajos importantes se registran en las hojas de vida de los equipos, junto con el resto de trabajos, lo cual impide un efectivo análisis de información.</p> <p>En general no se aplican técnicas de análisis y solución de fallas de los equipos, solo se usa ensayo y error.</p>
5	Capacitación y entrenamiento		1	<p>¿Existe una matriz de habilidades requeridas para los cargos técnicos?</p> <p>¿Hay una evaluación de las personas acorde con la matriz de habilidades requerida?</p> <p>¿Existe un plan de capacitación y entrenamiento para elevar el nivel de habilidades requerido?</p> <p>¿Las capacitaciones recibidas tienen una valoración de resultados por el efecto que se busca de las mismas?</p> <p>¿El personal es idóneo para realizar los trabajos?</p>	<p>Existe la matriz de habilidad para el personal técnico, sin embargo las evaluaciones y actualizaciones al personal no son adecuadas, y no se realizan evaluaciones para calificar la efectividad de la capacitación.</p>

Tabla 7. (Continuación)

6	Programas de reconocimiento y plan de ideas	1	¿Se promueve el trabajo en equipo por medio de los equipos de mejoramiento de mantenimiento?	Se cuenta con grupos de trabajo en equipos especiales, no se incentiva las innovaciones y mejoras en la maquinaria, sistemas y equipos de planta.
			¿Existe un programa formal de reconocer las ideas brillantes de los técnicos de mantenimiento?	
			¿Hay un programa formal para resaltar los buenos trabajos realizados por las personas?	
			¿Hay reuniones de grupos primarios para mantener el personal informado de los resultados alcanzados?	
TOTAL		0	4	2

Fuente. Los autores

Tabla 7. (Continuación)

4.4.6 Resultados matriz de diagnóstico

Tabla 8. Resultados matriz de diagnóstico

RESULTADOS GENERALES	CALIF.			CALIF.		
	A	M	B	A	M	B
Administración de Planeación y Programación de Mantenimiento.	0	1	5	0%	17%	83%
Administración de Sistemas de Información de Mantenimiento.	0	2	4	0%	33%	67%
Administración de Repuestos y Lubricación de equipos	1	4	1	17%	67%	17%
Administración de Costos de Mantenimiento.	1	4	1	17%	67%	17%
Administración de la Tecnología y Habilidades del Mantenimiento	0	4	2	0%	67%	33%
TOTAL	2	15	13			
PORCENTAJE	7%	50%	43%			

Fuente. Los autores

4.5 ANÁLISIS DE DATOS MATRIZ DE DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO

Al realizar las encuestas, dentro del espacio de la planta de químicos, en donde las preguntas nos permitieron contemplar varios campos de acción como lo es la planeación y la programación del mantenimiento, la administración de información del mantenimiento, el manejo de repuestos, los costos implicados y el manejo de la tecnología encaminada al mantenimiento, se logro evaluar y determinar que no hay problemas, sino oportunidades de mejora y de desarrollo, que será la ruta y plan de acción hacia el logro. De los datos obtenidos por los formatos de encuestas realizadas en la planta, anotamos los siguientes datos relevantes de la investigación.

El sistema de administración de planeación y programación de mantenimiento, es el sistema que se encuentra más crítico, con un 83% de calificaciones bajas, con temas tan importantes para la gestión del mantenimiento como la falta de registros de mantenimiento, datos históricos en que basar la toma de decisiones, la falta de procedimientos de trabajo, los calendarios de trabajo no se cumplen, otro de los puntos críticos en este aspecto es la falta de actualización de planos y tiempos de labores.

El siguiente tema es el relacionado con la administración de los sistemas de información del mantenimiento, aunque la planta cuenta ya con sistema de información de mantenimiento CMMS¹¹ - MP2, los resultados arrojados por las encuesta nos ayudan a determinar que este software no se está explotando al máximo de su capacidad, por el contrario este software está siendo sub utilizado, esto lo determinamos con las respuestas como los registros de información, la ausencia de procedimientos de revisiones técnicas, la falta de conocimiento en los objetivos estratégicos de la gerencia de mantenimiento.

La actualización de la biblioteca de planos no se realiza al momento de implementar cambios en los repuestos y piezas de equipos de maquinaria en general, la falta de control a las ordenes de trabajo ejecutadas, no existen normas para la buena ejecución de labores, la falta de actualización de manuales no permite que el personal técnico tenga disponibilidad de estos a la hora de realizar las labores de mantenimiento, solo se basan en la experiencia para dichas labores.

¹¹ PINO DIEZ, Raúl, GÓMEZ GÓMEZ, Alberto, de ABAJO MARTÍNEZ, Nicolás, Introducción a la Inteligencia Artificial, Sistemas expertos, redes neuronales, y computación evolutiva – Universidad de Oviedo, 2001. Pag.10.

En cuanto a los índices de gestión se tienen establecidos algunos indicadores de mantenimiento, como comparación de ordenes de trabajo por OT, que permite establecer la relación de ordenes de trabajo por tipo de mantenimiento (correctivo, programado, preventivo) y el índice de comparativo ordenes de trabajo por estado, que permite llevar la relación de ordenes de trabajo generadas, ejecutadas y atrasadas.

Sin embargo no se hace seguimiento ni publican estos, lo cual no permite el control del proceso de mantenimiento, y por lo tanto la falta de conciencia de los trabajadores con el logro de las metas del mantenimiento, adicionalmente no se tienen comparativos con indicadores de la industria a nivel mundial que permitiría un mejor desempeño del departamento.

Los temas siguientes se encuentran en un estado intermedio, lo cual nos indica que aunque se están realizando algunas de las labores indicadas, aun hace falta trabajar más sobre estas para el logro de los objetivos del mantenimiento y la mejora de la eficiencia de la planta en pro del alcance de las metas de la compañía, observamos en el tema de la administración de repuestos y lubricación de la planta que se realizan labores como la categorización de repuestos, se tiene un almacén centralizado con código de ubicación, y cantidades mínimas requeridas, observamos que aunque se encuentran establecidos algunos de los aspectos importantes, también hace falta implementar otros como el manejo de los repuestos que requieren almacenamientos especiales, la falta de la carta de lubricación de equipos, no se cuenta con registros de lubricación sin estos se hace imposible realizar trazabilidad de las fallas provocadas por deficiencias en el proceso de lubricación.

En cuanto al manejo de los costos, observamos que se tienen establecidos los estándares de manejos, sin embargo aun hace falta un de divulgación, como la existencia de un método para la realización del presupuesto, pero no se tiene establecida una política.

En este tema solo se observa un aspecto que se debe trabajar por su calificación baja es la falta de un presupuesto para trabajos especiales de mantenimiento y la falta de medición con un parámetro internacional de plantas de las mismas características que permitan una trazar metas a corto mediano y largo plazo.

4.6 PROCESOS Y COMPONENTES EN EL MANTENIMIENTO

Después de revisar y analizar los resultados obtenidos de las dos matrices, se contempla el direccionamiento a seguir para plantear la estrategia, en donde se resalta cuales son los puntos con oportunidad de mejora

Ilustración 10. Proceso de estrategia



Fuente. Los autores

5. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

5.1 MISIÓN

Aumentar la mantenibilidad y confiabilidad de la planta de químicos con la prestación de servicios integrales de mantenimiento, convirtiendo la tecnología en una solución estratégica rentable de alta excelencia, que contribuyan al desarrollo del departamento de mantenimiento y su talento humano, encaminados al logro y a las políticas corporativas planteadas en la MEGA.

5.2 VISIÓN 2012- 2015

Seremos un departamento de servicio reconocido a nivel interno, por su alta calidad humana, con servicios confiables, flexibles, innovadores y rentables, mediante la aplicación de tecnologías de punta y personal calificado con excelente sinergia con el área de producción. En donde constantemente el área se apoye en las técnicas modernas del mantenimiento buscando la rentabilidad de la compañía y el crecimiento de la misma.

5.3 VALORES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

- Responsabilidad.
- Compromiso.
- Innovación.
- Agilidad.
- Calidad humana.

5.4 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS

Definida la visión y analizada con la situación real del mantenimiento en la planta, se procede a priorizar las necesidades para el logro de los objetivos trazados por el departamento, demandando para esto diseñar estrategias que integren los problemas considerados prioritarios, con una secuencia lógica que asegure la eficiencia del proceso de mantenimiento a nivel interno de la planta de Químicos.

Se proponen los siguientes lineamientos estratégicos que pretenden atacar los problemas definidos directamente proponiendo soluciones efectivas para abordar cada una de las problemáticas detectada en el diagnóstico.

Los lineamientos estratégicos propuestos se aplicaran en tres grandes áreas que comprenden el fortalecimiento de la organización del departamento de mantenimiento, la gestión del proceso de mantenimiento y la capacitación integral de los equipos de trabajo de mantenimiento de la planta.

1. Crear las condiciones a nivel organizativo para la implementación de la estrategia propuesta.

Buscar apoyo de la gerencia de mantenimiento y gerencia general de planta para garantizar la efectividad en la implementación de la estrategia y su permanencia en el tiempo.

Rediseño de las funciones organizativa del departamento.

2. Gestión del proceso de mantenimiento

Fortalecer el sistema de planeación y programación del mantenimiento.
Organización de manuales, y biblioteca de planos actualización de información relevante de los equipos de la planta.

Fortalecimiento del sistema de información, buscando el máximo aprovechamiento del sistema XMS existente en la planta MP2.

Manejo de Repuestos y lubricación, fortalecer los procesos implementado y desarrollar estrategia de lubricación basada en confiabilidad.

Manejo de costos y presupuestos, determinando presupuestos para mantenimientos especiales.

Tecnologías establecer programas de mantenimiento predictivo a equipos críticos de la planta, determinando necesidades dependiendo de los tipos de fallas frecuentes en estos equipos.

3. Capacitación integral del talento Humano, programa de capacitación integral para los equipos de trabajo de mantenimiento de la planta de químicos, sin olvidar los procesos de investigación y desarrollo para equipos, procedimiento, y procesos de la planta.

5.5 OBJETIVOS

- ✓ Diseñar la estrategia de mantenimiento y generar el plan estratégico
- ✓ Contribuir al logro de las metas trazadas por la compañía en la MEGA.
- ✓ Aumentar la disponibilidad y mantenibilidad de los equipos de la planta.
- ✓ Fortalecer la imagen de los servicios de mantenimiento.
- ✓ Incentivar una cultura de innovación al interior del departamento.
- ✓ Mejorar el clima laboral al interior del departamento y la empresa en general.
- ✓ Potencializar el personal del área de mantenimiento.

5.6 MAPA DE PROCESO ESTRATÉGICO

Ilustración 11. Mapa de proceso estratégico mantenimiento



Fuente. Los autores

5.7 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

La estrategia de mantenimiento propuesta debe asegurar los costos óptimos en la cadena de valor del mantenimiento, alcanzar la competitividad del departamento y el liderazgo en la planta, la función del mantenimiento en la planta de químicos es muy importante, y se debe contextualizar en el entorno de la rentabilidad de la compañía como tal, encaminada al cumplimiento de las directrices de la planeación estratégica y políticas corporativas de Brinsa. S.A.

Esta estrategia se enmarca dentro de los parámetros de mantenimiento de clase mundial, tomando como base el mantenimiento preventivo, buscando fortalecer este en la planta de químicos, para en un futuro cercano facilitar el tránsito hacia una estrategia definida de TPM, RCM.

Para la propuesta usaremos aspectos tomados de varias de las metodologías, como son el mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento autónomo, 5s', aspectos de la metodología del TPM y el mantenimiento centrado en confiabilidad RMC.

La estrategia se desarrollara dentro de los lineamientos diagramados en el mapa estratégico de mantenimiento, como son Gestión de recursos, talento humano, gestión del proceso de mantenimiento, buscando prestar servicios de óptima calidad que satisfagan las necesidades de nuestros clientes internos y la planta en general.

Gestión de recursos:

Como parte primordial de la estrategia que planteamos se encuentra la socialización del proyecto con la gerencia de planta y la gerencia del mantenimiento; los objetivos de esta socialización son:

- ✓ Gestión del apoyo requerido para la implementación de la estrategia de mantenimiento, que permita dar el impulso inicial que se requiere para la socialización del proyecto a todo nivel, como toda estrategia se requiere del compromiso de la gerencia para generar el ambiente apropiado en los trabajadores del departamento de mantenimiento para su implementación de esta gestión dependerá el éxito del proyecto.

- ✓ Gestión de los recursos económicos requeridos para la implementación de los diferentes aspectos como capacitación, renovación tecnológica, manejo de repuestos, bibliotecas y otros que se definirán más adelante en la misma estrategia, se deberán definir los presupuestos para su aprobación.
- ✓ Modificación de las funciones de algunos de los cargos actuales del mantenimiento en la planta como son las funciones del planeador de mantenimiento, y a algunos de los que se definirán con la creación de grupos de trabajo de mejoramiento continuo.
- ✓ Gestión de recursos para anuncios y difusión del inicio de la implementación de la estrategia de mantenimiento, con gran despliegue.
- Talento humano

El talento humano es el primer pilar a tratar en la estrategia de mantenimiento que se plantea, la inclusión del personal de mantenimiento y de sus necesidades en dicha estrategia, son distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ Gestión del conocimiento: Programa de capacitación integral al personal de mantenimiento y al de operación de la planta en aspectos tecnológicos y de innovación, cuya actualización de competencias debe ir encaminada con un aprendizaje constructivo que alimente la ruptura de los antiguos paradigmas que han marcado la ejecución del mantenimiento de la compañía en los últimos años; involucrando al personal se lograra que se socialice de forma positiva la estrategia y se implemente de manera exitosa.
- ✓ Motivación: Generar incentivos institucionales económicos que impulsen el alcance del logro mediante la innovación y la reconversión tecnológica de sus colaboradores. En donde se premie al grupo de mantenimiento por el alcance de las metas y lineamientos estratégicos, realizando dichos logros con los parámetros de calidad establecidos por la compañía y por el cliente interno.
- ✓ Crecimiento: Instaurar planes de carrera dentro de la compañía, en donde los colaboradores por meritos propios y sentido de pertenencia alcancen los objetivos y las metas propuestas. Dicho crecimiento debe tener

consideraciones como, incremento salarial y el bienestar del colaborador junto con su núcleo familiar. Es importante que el plan de carrera exija un acompañamiento constante de los directivos, en donde se evalué el desempeño y compromiso.

- ✓ Salud y seguridad industrial: Fomentar, socializar y entablar las políticas de trabajo seguro y ejecución de labores de mantenimiento con cuidado de la salud del colaborador. Teniendo en cuenta que el bienestar del colaborador debe ser la prioridad del equipo de mantenimiento, formando sinergia con el área de seguridad industrial. También es necesario realizar seguimiento médico periódico de sus colaboradores para brindarle más calidad de vida y un ambiente laboral agradable.
- ✓ Desarrollo e implementación de equipos de trabajo de mejora continua en el departamento de mantenimiento, equipos multidisciplinarios que permitan el desarrollo de procedimientos y metodologías de trabajo acorde a la estrategia planteada.
- Proceso del Mantenimiento

Planeación y programación del mantenimiento.

- ✓ Planeación: para poder dar inicio a la planeación del mantenimiento de una forma eficiente, se desarrollaran las siguientes labores:
 - Inventario general de equipos y repuestos de la planta de químicos.
 - Tipos de mantenimiento a realizar y criticidad de los equipos.
 - Procedimientos de mantenimiento preventivo categorizados por especialidad.
 - Rutas de mantenimiento preventivo para técnicos.
 - Listado de verificación de variables para operadores.
 - Desarrollar el programa de mantenimiento preventivo.
 - Desarrollar hojas de vida por equipos, y actualizarlas.
 - Documentar los procesos de mantenimiento.
 - Documentar procedimientos estándar de trabajo – SOP.
- Inspección: se realizaran inspecciones diarias por parte del personal de ingeniería, supervisores de producción, supervisores de mantenimiento mecánico, eléctrico y de instrumentación; los cuales generaran una orden de

trabajo para ejecución inmediata o que se programara en una parada de planta.

- Sistemas de información y control

El sistema de información y de gestión de mantenimiento es el alma del cualquier estrategia de mantenimiento, el éxito de la estrategia depende de la calidad de la información, y del manejo que a esta se le dé; es por esta razón que el sistema de información debe estar actualizado y documentado, en general sobre el uso del sistema XMS de mantenimiento – MP2, a continuación listamos las tareas a desarrollar para mejorar el uso del software de mantenimiento.

- ✓ Creación de la base de datos de equipos prioritarios de la planta, asociación de repuestos, manuales, planos y procedimientos de trabajo según su especialidad por equipo, crear los responsables de las revisiones técnicas, generar frecuencias de inspección, generar ordenes de trabajo OT por especialidad, recolección e ingreso de la información, formato de la hoja de vida del equipo, control de trabajos, índices de gestión. Para lo cual se plantea las alternativas finalizando este apartado.
- ✓ Generar la base de datos con la recopilación de datos técnicos de los equipos prioritarios de la planta, datos de repuestos, características técnicas, adicionalmente realizar un el ingreso a la base de datos la información histórica con información técnica relevante por cada uno de los equipos de la planta de químicos, en donde se establezca un estándar de información que reposara en el centro de documentación para consulta general del personal de mantenimiento y de producción. Dentro de este levantamiento de información es necesario la digitalización de los manuales de cada uno de los equipos de la planta de químicos junto con sus planos correspondientes y actualización de modificaciones realizadas a los equipos.
- ✓ Almacenar los procedimientos de operación y de mantenimiento: con la información obtenida de cada uno de los equipos de la planta, documentos creados con los procedimientos de ejecución del mantenimiento y procedimientos de operación de los equipos, con el acompañamiento del personal operativo de la planta de químicos y con el departamento de mantenimiento. En donde se estandarice como se debe operar los equipos

de la planta de químicos, según las normas vigentes ambientales y las filosofías modernas del mantenimiento. Estos procedimientos deben ir acompañados de la capacitación por parte del proveedor de los equipos y los proveedores de repuestos.

- ✓ **Árbol de equipos:** con la información obtenida de la actualización del sistema de información de los equipos de la planta de químicos, construir los arboles de equipos correspondientes de cada uno de los procesos de la planta de químicos, en donde se visualice las partes y se establezcan los repuestos.
- ✓ **Hojas de vida:** Con el centro de documentación se coordinara la elaboración y actualización de las hojas de vida y lo que es más importante, llevar estas actualizadas con la información adecuada de cada máquina.

En la cual se deben incluir sus características, numero de planos, proveedores de repuestos, reparaciones efectuadas con sus respectivas fechas, costos de los mantenimientos anuales, con el fin de compararlo en porcentaje con el valor de la máquina.

La alimentación de las hojas de vida, debe estar a cargo del programador de mantenimiento de la planta, esta alimentación resulta de los informes de ejecución del mantenimiento por parte de los técnicos mecánicos y del supervisor. Dichos informes pertenecen y están avalados como formatos únicos de los procedimientos estandarizados.

- ✓ **Estudio de requisiciones y órdenes de trabajo:** las requisiciones de repuestos y material para el cumplimiento de las órdenes de trabajo, se realizará de acuerdo con el procedimiento de compras establecido por la compañía. El programador de mantenimiento justificará dichas compras con información básica de la maquinaria que los requiere, análisis estadístico de consumo,
- ✓ **Indicadores de gestión:** normalizar indicadores de gestión y de operación, mediante los cuales se realice un control particular del manejo y desarrollo de la estrategia.

- ✓ Se propone los indicadores sobre los procesos y actividades e indicadores de resultados desarrollados por el Autor Carlos Mora¹² en su libro mantenimiento industrial efectivo. Los cuales se muestran a continuación.

Tabla 9. Indicadores propuestos

INDICADORES SOBRE PROCESOS Y ACTIVIDADES	INDICADORES DE RESULTADOS	INDICADORES DE INSTRUMENTOS DE MANTENIMIENTO O FACTORES PRODUCTIVOS
Número de intervenciones y duración de las mismas.	Disponibilidad media de cada máquina o línea de producción	Mano de obra propia o subcontratada por órdenes de trabajo realizadas.
Total horas trabajadas y el total de trabajos realizados.	MTTR tiempo medio de reparación	costo de materiales por trabajo, movimientos y rotaciones de almacén
Número de trabajos pendientes con su valoración en horas.	MTBF tiempo medio entre fallas	Presupuesto versus realidad.
Numero de mantenimientos modificativos o de mejoras, sus tiempos, inversión y retornos.		

Fuente. Los autores

- Manejo de Repuestos y lubricación.
 - ✓ Repuestos y stock mínimo: Fortalecer el sistema de compras y manejo de materiales de la planta en general, definir estrategia de manejo de repuestos especiales, por su forma de trabajo, por su desgaste, por su consecución ya sea nacional o de importación. Alimentando el sistema MP2 para determinar el stock mínimo de repuestos para la planta y así poder programar el mantenimiento con alto grado de efectividad.

¹²MORA GUTIÉRREZ, Alberto, Mantenimiento Industrial Efectivo – 2ª Edición, Editorial Coldi, Pág. 325-326

- ✓ Repuestos. Por medio de MP2, desarrollar un listado de los repuestos necesarios para la ejecución del mantenimiento, realizando las requisiciones necesarias y previamente aprobadas por los montos de autorización y por compras.
- ✓ Lubricación: Para el proceso de lubricación definir la estrategia de lubricación basada en confiabilidad, fortaleciendo los aspectos como rutinas, estandarización de lubricantes, y trazabilidad a fallas en equipos por deficiencias en el proceso de lubricación. Gestionando recursos para la implementación de programa 5S en los talleres y áreas de la planta de químicos como prueba piloto, buscando a futuro la implementación de TPM – 5S pilar del TPM.
- Manejo de costos y presupuestos.
 - ✓ Costos: Mantener la estructura de costos del mantenimiento que se ha venido implementando en la empresa. Gestionar la consecución de un presupuesto destinado a los mantenimientos especiales, que no afecten el presupuesto normal.
 - ✓ Seguimiento. Realizar un seguimiento quincenal a los costos de mantenibilidad de los equipos de la planta en donde se evalué las horas extras, costo de los repuestos, costos de la mano de obra interna y externa.
 - ✓ Análisis de costo por máquina: realizar un estado de costos por máquina que este registrado en el sistema MP2 y pueda tener una estadística confiable, en donde se pueda controlar y realizar los análisis de ciclo de vida de cada una de las máquinas de la planta y el análisis de costo de ciclo de vida¹³.
 - ✓ Inspección: se realizaran inspecciones diarias por parte del personal de ingeniería, supervisores de producción, supervisores de mantenimiento mecánico, eléctrico y de instrumentación; los cuales generaran una orden de trabajo para ejecución inmediata o que se programara en una parada de planta.

¹³MORA GUTIÉRREZ, Alberto, Mantenimiento Industrial Efectivo – 2ª Edición, Editorial Coldi, Pág. 325-326

- ✓ Presupuesto y costos: programar los costos directos e indirectos de la ejecución del mantenimiento antes de la ejecución del mismo, para así poder controlar de manera abierta los recursos presupuestales del departamento, se debe programar los costos de contratistas, de repuestos, de horas extras, por la máquina a intervenir.
- ✓ Presupuesto y costos: programar los costos directos e indirectos de la ejecución del mantenimiento antes de la ejecución del mismo, para así poder controlar de manera abierta los recursos presupuestales del departamento, se debe programar los costos de contratistas, de repuestos, de horas extras, por la máquina a intervenir.
- Tecnologías
 - ✓ Capacitación: Diseñar la estrategia de mantenimiento basado en condición que aumente la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos de la planta. Invertir en la capacitación del personal en nuevas tecnologías de mantenimiento e implementar un programa de evaluaciones y actualizaciones al personal técnico.
 - ✓ Equipos y tecnologías de mantenimiento: Presupuestar un monto de dinero para la adquisición de equipos que ayuden a la ejecución del mantenimiento, como alineadores laser, estroboscopios de última tecnología, entre otros. Y realizar una sinergia con personal contratista especializado en esta área, que le preste el servicio de análisis no destructivos a la planta y a los equipos de mayor criticidad y nos genere informes de tendencia, que serán alimentados en el sistema de gestión de mantenimiento de la compañía.
 - ✓ Implementar un programa de mantenimiento basado en condición, combinando tecnologías de vibraciones, análisis termográficos, tendencias de vibraciones valores globales para equipos en general de la planta, que nos permitan un diagnóstico eficaz de los equipos, generando ahorros al mejorar la confiabilidad de los equipos de planta, e intervenciones oportunas a dichos equipos.

5.7.1 Propuesta de implementación

La implementación de la estrategia de mantenimiento, debe ser un proceso continuo, reiterado y participativo por todos los involucrados del área, en donde la sensibilización juegue un papel importante en el éxito de la estrategia y de la organización.

Se proponen los siguientes pasos para la implementación:

- Estimación de beneficios: Revisar la inversión que se está haciendo en el mantenimiento del área y estimar cuales son los beneficios generados como consecuencia de la implementación consiente de la estrategia de mantenimiento, por otra parte mostrarles que los beneficios asociados a la implementación se verán reflejados en la reducción de inventarios, aumento de la confiabilidad de la planta, incremento de la disponibilidad y de la mantenibilidad de los equipos y por último una aprovechamiento de los recursos financieros haciendo que los costos imputables al mantenimiento disminuyan.
- Divulgación: Con las directivas del área de mantenimiento y de producción, hacer capacitaciones en donde se divulgue la estrategia y entre los involucrados del área de plantee un cronograma de ejecución y seguimiento.
- Implementación área designada: Con los integrantes del área de mantenimiento y de producción elegir un área piloto de la planta como tal, para implementar la estrategia y ver su arranque, en donde se pueda ajustar la estrategia, luego de los ajustes implementar la estrategia en toda la planta de químicos.
- Evaluación e indicadores: Con la implementación de la estrategia, establecer tiempos de desarrollo en donde se evalué paso a paso los diferentes puntos de la estrategia y ver los resultados para realizar ajustes y mostrar los indicadores de desempeño.

6. CONCLUSIONES

- Se diagnóstico el estado actual de la planta, en donde se analiza los aspectos más importantes de cómo se está ejecutando las labores de mantenimiento de la compañía y poder ver cuáles son las oportunidades de mejora que tiene la planta de químicos como tal.
- Se desarrollo un análisis concreto en la planta de químicos, en donde se logra determinar la transformación del mantenimiento de la compañía como un área de servicio y de negocio. Cuyo departamento de mantenimiento de la planta de químicos, se debe fundamentar como un área plena se servicio.
- Se logro evidenciar, que uno de los problemas más grandes que tiene el área de mantenimiento de la planta de químicos, es la falta de capacitación en el manejo del sistema XMS MP2, el cual es sub utilizado y no se aprovecha de la manera más eficiente y correcta.
- Otro de los aspectos importantes que merecen especial atención es la planificación y el control de las labores de mantenimiento, ya que la planeación ejecutada es muy baja con respecto al número de equipos de la planta y no se evidencia control sobre las órdenes de trabajo creadas.
- Con el análisis generado del estado del área de mantenimiento de la planta de químicos, se observo que hay oportunidades de mejora de gran peso para el área, como es la generación de manuales procedimentales para el mantenimiento y el sistema productivo.
- Mediante el diagnóstico generado, se pudo observar que la calidad de la información en la cual se basa el área de mantenimiento de la planta de químicos no es confiable, no se tiene actualizada y carece de datos históricos.
- Los índices de gestión que maneja el departamento de mantenimiento no son índices estándar de mantenimiento, Se plantean los indicadores acordes a la estrategia que deben ser los veedores para su implementación y control.

- Se diseña una estrategia de mantenimiento para la planta de químicos, que es el resultado del análisis del diagnóstico inicial, el cual permitirá mejorar la ejecución de las labores de mantenibilidad de la planta, siendo una semilla que abre las puertas para la futura implementación del TPM y del RCM.
- La empresa cuenta con personal con bastante experiencia en las labores técnicas del mantenimiento, sin embargo la actualización en nuevos métodos y tecnologías de trabajo es un factor a explotar en el departamento.
- Se concluye que la estrategia planteada es el primer peldaño en la escalera hacia el éxito, la cual está encaminada hacia la meta de la compañía. El triunfo de la estrategia radica en el compromiso de su factor humano, del sentido de pertenencia y del interés de crecer junto con el área y la compañía en general.

BIBLIOGRAFÍA

BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo. En: ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS. (2010: Bogotá).

CANALES, Arturo. SARNO, Emilio. PACHECO, Pedro. Modelo gerencial de mantenimiento - fundamento filosófico. (3: 5-9. 2006, Junio: Monterrey, México). Paper. Monterrey México.: Noria, centro convex, 2006, p. 1-14.

ESPINOSA FUENTES, Fernando. Desarrollando el modelo de RCM, Disponible en internet: [http://ing.utalca.cl/~fepinos/ CONCEPCION%20RCM%20MANTENIMIENTO%20CENTRADO%20EN%20CONFIABILIDAD.pdf](http://ing.utalca.cl/~fepinos/CONCEPCION%20RCM%20MANTENIMIENTO%20CENTRADO%20EN%20CONFIABILIDAD.pdf)

GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. 1 ed. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2003.

GONZÁLEZ, Francisco Javier. “Teoría Y Práctica Del Mantenimiento Industrial Avanzado”. 2 ed. (febrero, 2010).

KELLY, A. y HARRIS, M. j. Gestión del mantenimiento industrial. 1 ed. Madrid, España: Fundación Repsol, 1997.

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento industrial efectivo. Envigado Antioquia Colombia Medellín: Coldi 2009.

MUBRAY John Mitchell, RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Alladon LLC, North California 2004 edición en español.

OXY, Chile. Handbook Clorine; Disponible en internet:
http://www.oxy.cl/opensite_20070.aspx?glb_url_nodo=opensite%5Fdet%5F20080124124120%2Easpx

PÉREZ J, Carlos Mario, Gerencia de Mantenimiento – Sistemas de Información, Soporte y Compañía LTDA. COLOMBIA.

SEXTO, Luis Felipe, La esencia del TPM, S&M Sostenibilidad y Mantenimiento – Universidad de Oviedo, 2001.

SOURIS, Jean Paul. “El mantenimiento Fuente de Beneficios”. Madrid, 1990, Ediciones Díaz de Santos S.A.

VI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO. (6: 23-24, septiembre, 2004: México D.F.). La planeación estratégica dentro del mantenimiento y su influencia en la producción azucarera. México D.F.: Universidad iberoamericana de México. 2004. 29 pág.