

ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN EL SISTEMA DE GAS EN LA PLANTA
ARAGUANEY DE ECOPETROL S.A

FRANCISCO ALEXANDER LATORRE OSPINA
ANDREA DEL PILAR GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

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

2013

ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN EL SISTEMA DE GAS EN LA PLANTA
ARAGUANEY DE ECOPETROL S.A

FRANCISCO ALEXANDER LATORRE OSPINA
ANDREA DEL PILAR GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia de Mantenimiento

Director: GERARDO CUADROS CHAIN
Ingeniero Ambiental
Especialista en Hidrocarburos

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

2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre todo Poderoso, a mi Mamá, a mi Papá y a todas las personas que me ha aportado durante todo el camino del mejoramiento continuo.

Att: Andrea del Pilar González Rodríguez

A Dios, a mi Prometida, a mis Hijas, Familia, Amigos y Compañeros de Trabajo quienes con su amor, apoyo y comprensión me han dado la fuerza para sacar adelante este gran sueño y deseo que hoy se vuelve realidad y me impulsa a seguir estudiando y preparándome como profesional.

Att: Francisco Alexander Latorre Ospina

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EMPRESA	15
1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	15
1.1.1. Ubicación planta física y descripción	16
1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GAS	17
1.2.1. Sistema de Gas	17
2. MANTENIMIENTO EXISTENTE	22
3. MARCO TEÓRICO	24
3.1. Historia del TPM	24
3.2. Que es el TPM	26
3.3. Proceso de desarrollo del TPM	27
3.3.1. Fase de preparación (paso 1 al 5)	27
3.3.2. Fase Introducción (paso 6)	31
3.3.3. Fase de Implementación (paso 7 al 11)	32
3.3.4. Fase de consolidación (paso 12)	39
3.4. Indicadores de TPM	39
4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	41
4.1. Recopilación de Información del sistema de Gas	41
4.1.1. Ejemplo de hoja de especificaciones de Equipos	42
4.1.2. Formato para registro de ejecución de actividades	43
4.1.3. Planos de las Estaciones de la Planta Araguaney	45

4.1.4. Registro fotográfico de los TAG	48
4.2. Jerarquización de Equipos	49
4.2.1. Estación km-0	49
4.2.2. Estación City Gate	50
4.2.3. Estación de Calentadores	50
4.2.4. Estación de Regulación	50
5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	53
5.1. Una sólida base para la Implementación de los pasos del TPM	54
5.1.1. Técnica de las 5 S	55
5.1.2. Lección de Punto	57
5.1.3. Speedy kaizen	57
5.2. Guía para la implementación del TPM	58
5.2.1. Paso 1	58
5.2.2. Paso 2	60
5.2.3. Paso 3	62
5.2.4. Paso 4	62
5.2.5. Paso 5	64
5.2.6. Paso 6	65
5.2.7. Paso 7	66
5.2.8. Paso 8	71
5.2.9. Paso 9	71
5.2.10. Paso 10	72
5.2.11. Paso 11	73
5.2.12. Paso 12	73
6. CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de Ubicación	15
Figura 2. Foto Estación km-0	18
Figura 3. Foto Estación City Gate	19
Figura 4. Foto de la estación de Calentadores	20
Figura 5. Fotografía de Estación de Regulacion	21
Figura 6. Plan de trabajo contratado con Outsourcing	23
Figura 7. Ejemplo de Formato de ficha técnica	43
Figura 8. Formato de ejemplo de la actividad de toma de datos diaria	44
Figura 9. Plano Estación km-0 y Estación City Gate	45
Figura 10. Plano de la etapa de Medición y Calentadores	46
Figura 11. Plano de la etapa de Regulación y unidades de Bombeo	47
Figura 12. Fotografía de ubicación de Tag.	48
Figura 13. Estructura del TPM	54
Figura 14. LAS 5 S	55
Figura 15. Visión Global del TPM	59
Figura 16. Cambiar es mejorar	61
Figura 17. Estructura para promoción de TPM	62
Figura 18. Formulación y despliegue de las políticas y metas	64
Figura 19. Ciclo PHVA	67
Figura 20. Formato propuesto para la Lección de punto	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Los doce pasos del programa TPM	28
Tabla 2. Codificación de equipos de Estación Km-0	49
Tabla 3. Codificación de equipos de Estacion City Gate	51
Tabla 4. Codificación de equipos de Estación Calentadores	52
Tabla 5. Codificación de equipos de Estación Reguladora	52

RESUMEN

TÍTULO: ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN EL SISTEMA DE GAS EN LA PLANTA ARAGUANEY DE ECOPEPETROL S.A

AUTOR: FRANCISCO ALEXANDER LATORRE OSPINA

AUTOR: ANDREA DEL PILAR GONZALEZ RODRIGUEZ

PALABRAS CLAVES: TPM, LECCIÓN DE UN PUNTO, INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO, LAS 5S, SPEEDY KAIZEN

DESCRIPCIÓN: la búsqueda constante del mejoramiento continuo ha llevado a las industrias a querer encontrar métodos efectivos para lograr mejorar la productividad y sobre todo mantenerse a flote en esta gran economía mundial, ya que si no se logra estar dentro de los estándares de Clase mundial simplemente a futuro serán un recuerdo en la historia. El Mantenimiento Productivo Total TPM es una muy buena propuesta para poder ingresar al sistema globalizado que se está viviendo actualmente, aunque el gran éxito de este ha sido en la cultura occidental por tener un gran ventaja sobre nuestra cultura porque como la base de ellos es la disciplina, y esto es lo que busca el TPM crear una cultura de disciplina constante y de mejora, y pues no hay que desconocer que esta no está muy arraigada en la cultura oriental, por tal razón las compañías Nacionales encuentran muchas dificultades para incorporar esta metodología, haciendo que se generen esfuerzos adicionales.

Sin embargo hay que tener en cuenta que todos los impedimentos que se tienen son solo de orden cultural, los cuales se pueden romper si se empieza la decisión de cambio desde las altas directivas, en cada uno de los pasos que caracterizan la implementación del sistema de gestión.

Esta metodología del TPM es muy fácil de entender ya que se basa en la motivación y en la consecución de logros y metas aunque sea un poco larga, haciéndose más agradable el entendimiento, a quienes pretenden obtener resultados significativos y sobre todo permanentes durante la implementación del TPM. Al ser esta metodología más Humana que las otras, el progreso y la evolución técnica y cultural de los que participan en la implementación es un valor agregado intangible que repercute en un esquema de mejoramiento continuo de la compañía y las personas.

Monografía

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Director: Gerardo Cuadros Chain

ABSTRACT

TITLE: STRATEGIES FOR IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)
ON GAS SYSTEM OF PLANT ARAGUANAY ECOPEPETROL SA

AUTHOR: FRANCISCO ALEXANDER LATORRE OSPINA

AUTHOR: ANDREA DEL PILAR RODRIGUEZ GONZALEZ

**KEY WORDS: TPM, LESSON ONE POINT KEY PERFORMANCE INDICATORS, THE 5S,
KAIZEN SPEEDY**

DESCRIPTION: The constant search of continuous improvement has led to the industries to want to find effective methods to achieve better productivity and especially stay afloat in this great world economy as if there is no room within the world class standards simply the future will be a memory in history. Total Productive Maintenance TPM is a very good proposal to enter the globalized system currently being experienced, although the success of this has been in Western culture to have a great advantage over our culture because as the base of which is the discipline, and this is what you are looking for the TPM to create a culture of discipline and constant improvement, and it should not be ignored that this is deeply rooted in Eastern culture, for that reason Domestic companies find it very difficult to incorporate this methodology , causing it to generate additional effort.

However, we must bear in mind that all impediments that have are just cultural, which can break if you start rate decision from the high directives, each of the steps that characterize the system implementation management.

This methodology of TPM is very easy to understand since it is based on motivation and achievement goals achievement and even a little longer, becoming more friendly understanding, to those that seek significant and permanent especially during the implementation of TPM. Since this methodology Humana other, progress and technical and cultural evolution of those involved in implementation is intangible added value that affects continuous improvement scheme of the company and the people.

¹Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization

Director: Gerardo Cuadros Chain

INTRODUCCIÓN

Mejorar los resultados del sistema de Gas de la Planta Araguañey de Ecopetrol para lograr productividad, Calidad, Costos, Tiempos y Seguridad por medio de una estrategia de mantenimiento basada en la eficiencia, confiabilidad, sostenibilidad e integridad que aseguren los activos en el tiempo, con una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo, lo anterior motivado a que cuando Ecopetrol genero el contrato de Operación y Mantenimiento del sistema a una Outsourcing lo hizo contemplando un mantenimiento básico preventivo.

En el desarrollo de este documento se busca generar una propuesta por medio del TPM de mejorar la forma de hacer las cosas de manera más eficiente y ordenada, garantizado el bienestar de los equipos, las personas y el medio ambiente, ya que como el mantenimiento y operación de los sistemas de Gas Natural no es tan común como el relacionado con la industria del Petróleo, no está muy desarrollado este tema.

Para la aplicación de esta filosofía TPM en la Planta Araguañey y sobre todo en esta empresa, en el caso de generarse una aceptación será muy productiva la experiencia ya que es un sistema que no cuenta con un buen plan de mantenimiento y una organización tanto en lo administrativo como en la centralización de la información.

“El principio de la locura es creer que, haciendo lo mismo, obtendremos resultados diferentes”.

Att: Albert Einstein

OBJETIVO GENERAL

PROPONER ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL (TPM) EN EL SISTEMA DE GAS DE ECOPETROL S.A, DE LA PLANTA ARAGUANEY DE YOPAL.

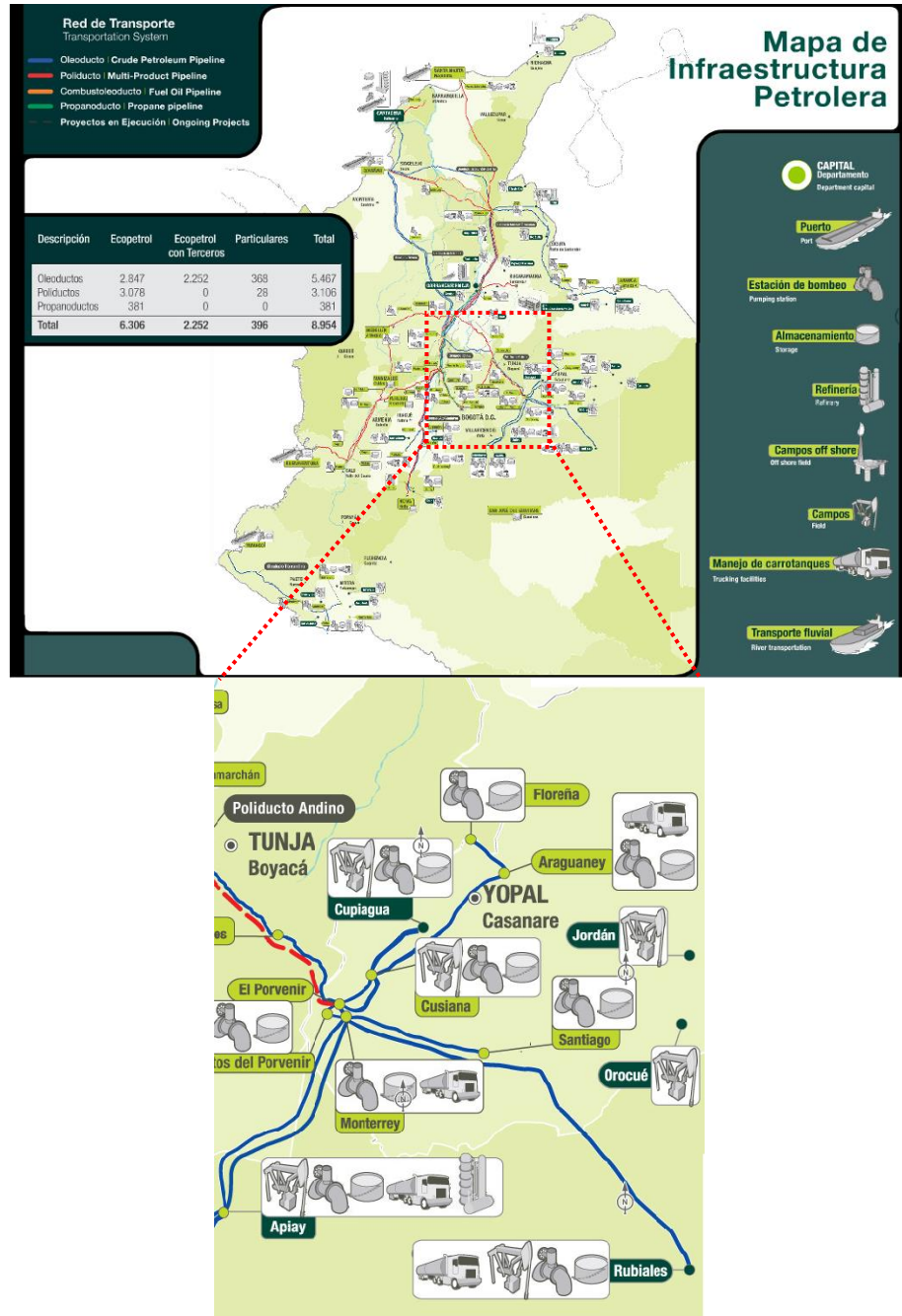
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Proponer el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como estrategia para evaluar y optimizar el Plan de Mantenimiento con que cuenta el sistema de suministro de Gas de la Planta, con el fin de integrar los recursos existentes para direccionar los procesos , de tal manera que se alcancen las metas identificando y eliminando sistemáticamente las pérdidas.
- Establecer un inventario básico y especificaciones técnicas de cada uno de los activos, con base en los parámetros establecidos por el fabricante y experiencia con equipos en el medio.

1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EMPRESA

1.1. Ubicación Geográfica

Figura 1. Mapa de Ubicación



Fuente: http://www.ecopetrol.com.co/especiales/mapa_infraestructura.htm

1.1.1 Ubicación planta física y descripción

La Planta Araguane y de Ecopetrol está ubicada en el Departamento de Casanare a 18 Km por la vía Marginal de la Selva que conduce de la Ciudad de El Yopal al Municipio de Paz de Ariporo (Ver Figura 1) e inicio operación en el año 1987. La capacidad de diseño de transporte de la Planta es de 68.000 Barriles de Crudo día (BPD) a una presión 1800 psi y temperatura 85°F, y la Operativa es de 62.000 Barriles de Crudo día (BPD), los cuales se logran con una planta física conformada por 3 Unidades de Bombeo a Gas en paralelo y cuentan con:

1. Motores de accionamiento marca SUPERIOR de gas, 12 cilindros en V, modelo 12SG1, bore 10", stroke 10.5", rating 1800 HP a 810 RPM.
2. Incrementadores de velocidad marca LUFKIN modelo NM2100 C, ratio 6.175 : 1, serial 10382, HP 3917, application factor 2.17.
3. Bombas centrifugas marca SULZER BINGHAM pum Inc size 4x6x10.5 B, type MSD 6 stg, capacity 1200 GPM, Head 4085 ft.
4. Patínes de montaje.
5. Tableros de control.
6. Válvulas de recirculación.
7. Válvulas de succión.
8. Válvulas de descarga.

Adicionalmente la planta cuenta con 4 tanques para un total de almacenamiento de 200.000 Barriles.

Es de anotar que en la actualidad el Oleoducto Araguane y-El Porvenir transporta crudos de Perenco, BPX Colombia, Hupecol, Rancho hermoso, Emeral Energic, Unión Temporal Andina, Lukoil, Solana y Montecz y con expectativas de recibir crudo de otros campos que en la actualidad se perforan.

e. Transmisores de presión diferencial, Estática y Temperatura.

Figura 2. Foto Estación km-0



Fuente. Autores

Etap 2. City Gate: es la estación de recibo de gas donde se filtra y se mide, adicionalmente también tiene un Scrubber que se usa para la recolección de condensados que resultan durante las corridas de raspadores y los equipos asociados son:

- a. Trampa de recibo de raspador.
- b. Dos brazos de Filtración en paralelo.
- c. Un Scrubber.
- d. Dos sistemas de medición de fiscalización compuesto por dos medidores tipo Coriolis, dos transmisores de Flujo y un Computador de Flujo.

Figura 3. Foto Estación City Gate



Fuente. Autores

Etapa 3. Intercambiadores de calor: es donde se calienta el Gas para mejorar su calidad y disminuir los efectos de la fase líquida que se pueda llegar a presentar en el transporte. Cuenta con:

- a. Dos intercambiadores de calor de fuego Indirecto
- b. Transmisores de Presión Estática y Temperatura

Figura 4. Foto de la estación de Calentadores



Fuente. Autores

Etapa 4. Regulación: es la etapa donde se ejecuta la regulación de presión de 1200 psi a 100 psi requerida por las unidades para su trabajo y donde se encuentra la recolección de los condensados de gas para enviar al tanque sumidero. Cuenta con:

- a. Cromatografo para fiscalizar la calidad de Gas.
- b. Dos válvulas de Presión.
- c. Un Scrubber.
- d. Transmisores de Presión Diferencia, Estática y Temperatura.

Figura 5. Fotografía de Estación de Regulación



Fuente. Autores

Este sistema se implementó en el año 2009 como fuente de alimentación para las Unidades de Bombeo de Crudo como un método de producción limpia y económica de trabajo, debido a que el sistema anterior era con Unidades Diesel el cual generaba daños al medio ambiente y su costo era oneroso principalmente porque su mantenimiento era más correctivo que preventivo.

2. MANTENIMIENTO EXISTENTE

El manejo del Sistema de gas de la Planta Araguaney Ecopetrol lo contrato con una Outsourcing y se pactaron unas actividades específicas denominadas preventivas según contrato como se observa en la figura 5. Debido a lo anteriormente dicho el mantenimiento que se realiza en esta estación solo es basado en la ejecución de las actividades establecidas, por lo que si se hace un análisis de estas no se podrían catalogar como un mantenimiento preventivo como tal, ya que el mantenimiento preventivo busca la conservación de los equipos realizando revisiones y procedimientos que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad, evitando mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran, y pues lo que se observa con las actividades contratadas es que aunque los equipos son revisados continuamente no se tiene un procedimiento como tal para su seguimiento en usando métodos estadístico, generando por falta de seguimiento normalmente paros no programados de estos.

Aunque el mantenimiento que se realiza es de alta calidad, porque el personal existente está calificado, se presentan falencias ya que el mantenimiento no está siendo programado por medio de órdenes de trabajo las cuales deberían ser registradas en un software especializado, no hay evaluación de este mantenimiento por medio de indicadores y no se ha contemplado un almacenamiento de información organizado para generar o seguir tendencias.

Figura 6. Plan de trabajo contratado con Outsourcing

ITEM	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
	OPERACION	
1	RONDA DIARIA DE INSPECCION, VISUAL Y REGISTRO DE PARAMETROS OPERATIVOS	DIA
2	RONDA SEMANAL DE INSPECCION, VISUAL Y REGISTRO DE PARAMETROS OPERATIVOS KM 0	SEMANAL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
3	INSPECCION VISUAL DEL CONJUNTO, REALIZAR PURGAS DE LIQUIDO SI EXISTE, VERIFICACION EL PERFECTO ESTADO DE ACCESORIOS Y CONEXIONES, ORDEN Y ASEO, VERIFICACION DEL PERFECTO ESTADO DE ACCESORIOS Y CONEXIONES, ORDEN Y ASEO	MENSUAL
4	INSPECCION SEMANAL CROMATOGRFO	SEMANAL
5	DESCARGA DE DATOS CROMATOGRFO	QUINCE
6	CALBRACION MENSUAL CROMATOGRFO	MENSUAL
7	LIMPIEZA INTERNA DEL GASODUCTO	TRIME
8	PRUEBA FUNCIONAL PSL(SWICHE POR BAJA) Y PSH(SWICHE POR ALTA).	TRIME
9	INSPECCION AL SISTEMA DE FILTRACION, VERIFICANDO LA PRESION DIFERENCIAL < 0.3BAR, DRENE EL SISTEMA Y VERIFICAR SU	TRIME
10	CALBRACION DE PIS (MANOMETROS)	SEMES
11	PRUEBA FUNCIONAL LIT'S (TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL)	SEMES
12	RECORRIDO AL DERECHO DE VIA, VERIFICANDO GEOTECNIA Y TIERRAS	CUATRI
13	LIMPIEZA AL CITY GATE Y/O PINTURA	SEMES
14	ENGRASE DE VALVULAS	SEMES
15	PRUEBA FUNCIONAL PCV'S (VALVULA CONTROLADORA DE PRESION) Y LCV (VALVULA CONTROLADORA DE NIVEL)	SEMES
16	INSPECCION PLANEADA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL (HSE) Y COMUNIDADES	SEMES
17	CALBRACION TODOS LOS PIT (TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION) Y TIT (TRANSMISOR INDICADOR DE TEMPERATURA).	SEMES
18	VERIFICACION Y CALBRACION DE PSV'S (VALVULAS DE SEGURIDAD).	SEMES
19	INSPECCION JUNTAS DE AISLAMIENTO	ANUAL
20	MEDICION DE ESPESORES	ANUAL
MANTENIMIENTO SISTEMA DE MEDICION		
22	REVISION DEL SISTEMA DE ALIMENTACION A LOS TRANSMISORES Y COMPUTADOR DE FLUJO, DESCARGA INFORMACION DEL COMPUTADOR	MENSUAL
23	CALBRACION DE TODOS PIT, TIT, DEL SISTEMA DE MEDICION DE GAS DEL CITY GATE, LAS CALBRACIONES SE REALIZAN CON EQUIPOS PATRONES DEL CONTRATISTA Y SE REGISTRAN EN FORMATOS DEL OPERADOR DEL GASODUCTO.	MENSUAL
24	ATUALIZACION DE LOS FACTORES PARA LA CORRECCION DEL VOLUMEN DE GAS MEDIDO.	MENSUAL
RECTIFICADOR TOKIO Y PROTECCION CATODICA		
25	MANTENIMIENTO MENSUAL: VERIFICAR CIRCUITO ALIMENTACION DEL RECTIFICADOR Y PROTECCION CATODICA SEGUN LO INDICADO EN LA ACTIVIDAD 24 DEL ANEXO No. ... "ACTIVIDADES A CONTRATAR"	MENSUAL
26	MANTENIMIENTO ANUAL: ANALISIS DEL TERRENO Y DE TIERRAS DE LA CAMA ANODICA (RESISTIVIDAD DEL TERRENO, TOMAR MUESTRAS PARA ANALISIS QUIMICO), VERIFICAR LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL RECTIFICADOR	ANUAL
27	TOMA DE POTENCIALES ON/OFF POSTE A POSTE	CAUTRI
INTERCAMBIADORES DE CALOR		
28	MANTENIMIENTO MENSUAL: INSPECCION AL SISTEMA CALENTADOR, VERIFICAR SU FUNCIONAMIENTO, VERIFICAR NIVEL DE AGUA, PROBAR HERMETICIDAD, VERIFICAR CONEXIONES.	MENSUAL
29	MANTENIMIENTO BIMENSUAL: REVISAR Y LIMPIAR FILTRO ENTRADA TREN GAS, VERIFICAR Y LIMPIAR BUJIA Y VARILLA DE FLAMA, LIMPIEZA DE PERSIANA DE ENTRADA DEL BLOWER, TOMAR MUESTRA DE AGUA Y ENVIAR A ANALISIS.	BIMES
30	MANTENIMIENTO ANUAL 1: LIMPIEZA CAP CHIMENEA, ANALISIS DE GASES DE COMBUSTION, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO A VALVULA DE PRESION Y VACIO (PVS) DEL TANQUE, LIMPIEZA Y REVISION MECANICA DEL BLOWER Y EL MOTOR.	ANUAL
31	MANTENIMIENTO ANUAL 2: Drenaje y limpieza del Tanque, Inspección de corrosión e inclusiones en tubo de fuego y serpiente de gas, cambio de Agua tratada, Abra las puertas de los tableros. Limpie la suciedad al interior de los paneles. Revise que los relevos y demás accesorios se encuentren debidamente conectados en sus sockets. Reapriete (suavemente) tornillos en bohemeras. Verifique operación de los ventiladores dentro del tablero, Verifique la calibración del transmisor de presión y de temperatura	ANUAL

Fuente: Autores

3. MARCO TEÓRICO

3.1. HISTORIA DEL TPM

El TPM es una evolución de la Manufactura de Calidad Total, derivada de los conceptos de calidad con que el Dr. W. Edwards Deming's influyó tan positivamente en la industria Japonesa. El Dr. Deming inició sus trabajos en Japón a poco de terminar la 2a. Guerra Mundial. Como experto en estadística, Deming comenzó por mostrar a los Japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la ética de trabajo propia del pueblo japonés, se creó toda una cultura de la calidad, una nueva forma de vivir. De ahí surgió TQM, "Total Quality Management" un nuevo estilo de manejar la industria.

En los años recientes se le ha denominado más comunmente como "Total Quality Manufacturing" o sea Manufactura de Calidad Total. Cuando la problemática del mantenimiento fue analizada como una parte del programa de TQM, algunos de sus conceptos generales no parecían encajar en el proceso. Para entonces, ya algunos procedimientos de Mantenimiento Preventivo (PM) -ahora ya prácticamente obsoleto (NT) - se estaban aplicando en un gran número de plantas. Usando las técnicas de PM, se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación. Sin embargo, esta forma de mantenimiento resultó costosa y a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción. Se aplicaba la idea errónea de que "si un poco de aceite es bueno, más aceite debe ser mejor". Se obedecía más al calendario de PM que a las necesidades reales del equipo y no existía o era mínimo el involucramiento de los operadores de producción. Con frecuencia el entrenamiento de quienes lo hacían se limitaba a la información (a veces incompleta y otras equivocadas), contenida en los manuales.

La necesidad de ir más allá que sólo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método de mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso pronto de manifiesto, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose en los programas de Calidad Total. Para resolver esta discrepancia y aún mantener congruencia con los conceptos de TQM, se le hicieron ciertas modificaciones a esta disciplina. Estas modificaciones elevaron el mantenimiento al estatus actual en que es considerado como una parte integral del programa de Calidad Total.

El origen del término "Mantenimiento Productivo Total" (TPM) se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippodenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 1960's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Los libros y artículos de Nakajima así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los 1980's. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los EEUU. Hoy día, varias empresas de consultoría están ofreciendo servicios para asesorar y coordinar los esfuerzos de empresas que desean iniciar sus plantas en el promisorio sistema de TPM.¹

- Resultados tangibles significativos: Reducción de averías de los equipos, minimización de los tiempos en vacíos y pequeñas paradas, reduce los costos, aumenta la productividad

¹ Dr. Jack Roberts Dep. de Tecnología e Ingeniería Industrial Texas A&M University-Commerce

- Transformación del entorno de la planta: Transformación a un entorno de trabajo grato y seguro. Desde el punto de vista de los clientes aumenta la confianza en el producto y en la calidad.
- Transformación de los trabajadores de la planta: Adquieren conocimientos y disfrutan de nuevas experiencias, reforzando la motivación y generando interés y preocupación por el equipo. Aumenta el nivel de confianza del personal, hace más limpias y más atractivas las zonas de trabajo.

3.2. Que es TPM

El TPM es mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades en pequeños grupos. Igual que el TQC, que significa control total de calidad en el conjunto de la compañía, el TPM es mantenimiento de equipos llevado a cabo en el conjunto de la compañía. El término TPM fue definido en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Plantas (precursor del Instituto Japonés para el Mantenimiento de plantas) incluyendo las cinco metas siguientes²:

1. Maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficacia global).
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil del equipo.
3. Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos en la implantación del TPM (ingeniería y diseño, producción y mantenimiento).
4. Implicar activamente a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de talleres.
5. Promover el TPM a través de la gestión de la motivación: actividades autónomas en pequeños grupos.

² Seiichi Nakajima, Programa del desarrollo de TPM, pag 6

La palabra «total» en «mantenimiento productivo total» tiene tres significados relacionados con tres importantes características del TPM:

- Eficacia total: la búsqueda de eficacia económica o rentabilidad.
- PM total: la prevención del mantenimiento y mejorar la facilidad del mantenimiento y el mantenimiento preventivo.
- Participación total: el mantenimiento autónomo por la actividad de operadores o pequeños grupos en cada departamento y en cada nivel.

3.3. PROCESO DE DESARROLLO DEL TPM

El TPM se lleva a cabo en cuatro fases (preparación, introducción, implantación y consolidación) y es un proceso que lleva varios años, ver tabla 1.³

3.3.1. Fase de preparación (pasos 1 al 5)

Es vital elaborar cuidadosa y prolijamente los fundamentos para un programa TPM. Si la planeación es descuidada se necesitarán repetidas modificaciones y correcciones durante la implantación. La fase de preparación arranca con el anuncio de la alta dirección de su decisión de introducir esta metodología y se completa cuando se ha formulado el plan maestro plurianual del desarrollo del TPM.

³Tokutaro Suzuki, TPM en Industrias de proceso

Tabla 1. Los doce pasos del programa TPM

	Paso	Puntos Clave
PREPARACIÓN	1. Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM	La alta dirección anuncia su decisión y el programa de introducción del TPM en una reunión interna; publicidad en revista de la empresa, etc.
	2. Educación introductoria sobre TPM y campaña de publicidad	- Dirección superior: grupos de formación para niveles específicos de dirección - Empleados: cursos, diapositivas, ejemplos, etc.
	3. Crear una organización para promoción interna del TPM	- Comité de dirección y subcomités especializados - Oficina de promoción del TPM
	4. Establecer los objetivos y políticas básicas TPM	- Establecer líneas de actuación estratégica para prever efectos
	5. Diseñar un plan maestro para implantar el TPM	Desde la fase de preparación hasta la postulación para el premio PM ¹⁸
INTRODUCCIÓN	6. Introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM	Invitar a clientes, filiales y subcontratistas
IMPLEMENTACIÓN	7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción	Perseguir hasta el final la eficacia global de la producción
	7-1 Realizar actividades centradas en la mejora	Actividades de equipos de proyectos y de pequeños grupos en puntos de trabajo
	7-2 Establecer y desplegar programa de mantenimiento autónomo	Proceder paso a paso, con auditorías y certificando la superación de cada paso
	7-3 Implantar programa de mantenimiento planificado	- Mantenimiento correctivo, con parada y predictivo
	7-4 Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctos	Educación de líderes de grupo que después forman a miembros de grupos
	8. Crear sistema para gestión temprana de nuevos equipos	Desarrollar productos y equipos fáciles de usar y mantener
	9. Crear un sistema de mantenimiento de calidad	Establecer, mantener y controlar las condiciones para el cero defectos
	10. Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz: TPM en departamentos directos	- Incrementar la eficacia de los departamentos de apoyo a producción - Mejorar y agilizar las funciones administrativas y el entorno de oficinas
	11. Desarrollar un sistema para gestionar la salud, seguridad y entorno	Asegurar un entorno de trabajo libre de accidentes y polución
CONSOLIDACIÓN	12. Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos generales	- Postular para el premio PM - Contemplar objetivos más elevados

Fuente: SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso

Paso 1: La alta dirección anuncia su decisión de introducir el TPM

Todos los empleados deben comprender el porqué de la introducción del TPM en la empresa y estar convencidos de su necesidad. La elevación de los costos de las materias primas y los materiales intermedios, la caída de los precios de los productos y otros factores negativos del entorno, fuerzan a las industrias a

organizarse más eficazmente. Muchas compañías están adoptando el TPM como una estrategia para resolver complejos problemas internos y luchar contra las turbulencias económicas. No es necesario explicar, que la alta dirección debe considerar cuidadosamente estos puntos antes de anunciar su decisión de introducir el TPM.

Sin embargo, cuando la alta dirección formule este compromiso debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su culminación. Esto informa a todos los empleados y órganos empresariales que la dirección comprende el valor estratégico del TPM y que se comprometerá facilitando el apoyo físico y organizacional necesario para resolver los diversos problemas que inevitablemente surgirán durante la implantación. La etapa de preparación para el TPM comienza con este anuncio.

Paso 2: Educación introductoria sobre el TPM y campaña de publicidad

Antes de poner en práctica un programa TPM debe haber plena comprensión, para garantizar que todos entienden las características del TPM, y las razones estratégicas que han llevado a la dirección a aceptarlo, por tal razón se deben planificar seminarios externos y formaciones internas adecuados para cada nivel.

Paso 3: Crear una organización para promoción interna del TPM

El TPM se promueve a través de una estructura de pequeños grupos que se solapa en toda la organización. En este sistema los líderes de pequeños grupos de cada nivel de la organización son miembros de pequeños grupos del siguiente nivel más elevado. También la alta dirección constituye en sí misma un pequeño grupo. Este sistema es extremadamente eficaz para desplegar las políticas y objetivos de la alta dirección por toda la organización.

Se debe establecer una oficina de promoción y coordinación del TPM que se responsabilice de desarrollar y promover las estrategias más eficaces. Para ser eficaz, esta oficina debe funcionar con personal permanente de plena dedicación ayudado por varios comités. Sus funciones incluyen tareas tales como preparar el plan maestro TPM y coordinar su promoción, crear pautas para mantener las diversas actividades TPM en el camino previsto, dirigir campañas sobre temas específicos, diseminar información y organizar la publicidad. La oficina de promoción juega un papel especialmente importante en la gestión de la implantación del mantenimiento autónomo y en centrar las actividades de mejora.

Paso 4: Establecer los objetivos y políticas básicas del TPM

La política TPM básica debe ser parte integral de la política global de la empresa y debe indicar los objetivos y directrices de las actividades a realizar. Los objetivos TPM deben relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, es decir, con los objetivos de negocio a mediano y largo plazo y deben decidirse solamente después de consultas prolongadas con todos los interesados, incluida la alta dirección. El programa TPM debe durar lo suficiente para obtener los objetivos fijados.

Hay que expresar objetivos numéricos y en el máximo grado posible. Al establecer objetivos, empezar por establecer base de referencias claras. Estas deben facilitar una medición instantánea de la situación existente y expresarse parcialmente de modo cuantitativo y cualitativo. Establecer un objetivo significa contemplar un nivel deseable del logro por encima de una línea del logro particular la cuestión más difícil es siempre decidir cuánto más hay que situar el objetivo por encima de la base de referencia. Los objetivos deben ser desafiantes, pero alcanzables.

Paso 5: Diseñar de un plan maestro para implantar el TPM

Para formular un plan maestro de implantación, hay primero que decir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos TPM este es un paso importante. Cada empresa ha de reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los desfases entre la situación de partida y los objetivos y entre estos y las bases de referencia. Las ocho actividades nucleares del TPM se reflejan tradicionalmente en sus pilares que son:

- ✓ Mejoras enfocadas
- ✓ Mantenimiento autónomo
- ✓ Mantenimiento planeado
- ✓ Educación y entrenamiento
- ✓ Gestión temprana
- ✓ Mantenimiento de la calidad
- ✓ Apoyo a manufactura y actividades administrativas
- ✓ Gestión de la seguridad y el medio ambiente.

Estas actividades (pilares del TPM) necesitan presupuestos y orientaciones claras. Así mismo, deben supervisarse apropiadamente. Debe prepararse un programa con hitos claramente visibles para cada actividad, integrados todos ellos en el plan maestro.

3.3.2. Fase de introducción

Paso 6: introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM – (kick-off del TPM)

Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar “el saque inicial” o Kick-off del TPM. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que

eleva la motivación e inspira dedicación. Consiste a menudo en una reunión de todo el personal a la que se invitan clientes, filiales y subcontratistas. En la reunión, la alta dirección confirma su compromiso de implantar el TPM e informa de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la fase de preparación.

3.3.3. Fase de Implantación (paso 7 al 11)

Durante la fase de implantación, se realizan actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro. Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 7 al 11 para adaptarlos a las características particulares de la empresa, división o planta. Algunas actividades pueden realizarse simultáneamente. A continuación, se resumen los pilares o actividades fundamentales del TPM.

Paso 7.1: Realizar actividades centradas en la Mejora

Las mejoras enfocadas son un tipo de actividad realizada por equipos de proyectos inter-funcionales compuestos por personas tales como ingenieros de producción, personal de mantenimiento, y operarios. Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas que se buscan erradicar, que se han medido y evaluado cuidadosamente.

Además de las siete pérdidas principales que se experimentan en las industrias de manufactura y ensamble, las industrias de proceso tienen tres tipos adicionales de pérdidas; pérdidas relacionadas con el personal, producidas por una operación deficiente; pérdidas de materias primas relacionadas con el rendimiento, consumo unitario y el reciclaje de productos; y pérdidas de gestión tales como las relacionadas con el consumo de energía y el mantenimiento con parada general.

En las industrias de proceso las actividades de mejora enfocada se dirigen a temas específicos tales como un proceso, un flujo del sistema, una unidad de la instalación o un procedimiento operativo. La tendencia hacia operaciones sin intervención humana está muy avanzada en las industrias de proceso y probablemente ira aún más allá en el futuro. Por esta razón, las ideas para estabilizar los procesos y eliminar averías de los equipos, tiempos en vacío, y pequeñas paradas son también temas importantes para la mejora orientada.

Paso 7.2: Establecer y desplegar el programa de Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo, es una de las actividades más características del TPM. Después que se introdujo en las empresas el mantenimiento productivo, se separaron formalmente las funciones de operación y las de mantenimiento. Como los operarios perdieron responsabilidad respecto al equipo, gradualmente perdieron sensibilidad respecto a su mantenimiento.

El mantenimiento autónomo practicado en el TPM invierte esta tendencia. Los operarios se involucran en las rutinas y en actividades de mejora que evitan el deterioro forzado, controlan la contaminación y ayudan a mejorar las condiciones del equipo. Como las plantas de proceso emplean un pequeño número de operarios en relación al número y tamaño de los equipos, las estrategias para lograr los objetivos del mantenimiento autónomo deben adaptarse de alguna forma respecto al procedimiento tradicional seguido en las industrias de manufactura y ensamble. Cuando se planifica el mantenimiento autónomo para entornos individuales de proceso se debe:

- Considerar como pueden realizarse más eficazmente las acciones de mantenimiento autónomo en los diferentes tipos de equipos.
- Investigar la importancia relativa de los diferentes elementos del equipo y determinar los enfoques de mantenimiento apropiados.

- Priorizar las tareas de mantenimiento
- Asignar apropiadamente responsabilidades entre el personal de producción y el de mantenimiento especializado

Las actividades de mantenimiento autónomo se articulan e implantan en una sucesión de pasos y son eficaces solamente si se controlan estrictamente la progresión de un paso al siguiente. Para gestionar esto se designaran grupos oficiales de auditoría y se establecen estándares de aprobación o fallo para cada paso. El coordinador del programa TPM debe dar la aprobación final para la graduación de cada grupo y autorizar el movimiento al paso siguiente.

¿Por qué es tan importante el control estricto? La limpieza inicial (paso 1), por ejemplo, debe ir mucho más allá del simple hecho de limpiar y ordenar el equipo y las áreas adyacentes. Si los esfuerzos del equipo no se centran en identificar y resolver rápidamente los problemas encontrados en el curso de una limpieza profunda, no podrán lograrse los objetivos de eliminar y controlar el deterioro.

Similarmente agentes como la lluvia, la sal marina etc., puede corroer el equipo y erosionar sus cimientos. Productos tales como los materiales polvigenos, líquidos, sólidos, gases, etc., pueden también causar deterioro forzado del equipo, mediante la dispersión de partículas, las fugas, las obstrucciones y otros fenómenos. Si no se ejecuta apropiadamente el paso 2 del programa del mantenimiento autónomo (acción contra las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso), el programa decaerá deslizándose hacia atrás al paso 1 o aún más atrás.

Paso 7.3: Implantar un programa de Mantenimiento Planeado

El mantenimiento planeado o programado abarca tres formas de mantenimiento: el de averías, el preventivo, y el predictivo.

Como con otras actividades TPM, la creación de un sistema de mantenimiento planificado debe hacerse sistemáticamente, superando un paso cada vez. La finalidad de realizar el mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías, pero incluso cuando se realizan prácticas de mantenimiento sistemáticas, siguen ocurriendo fallos inesperados. En el TPM, las actividades de mantenimiento planeado resaltan la importancia de controlar los tiempos medios entre fallos (MTBF) y de usar ese análisis para especificar los intervalos de las tareas (Calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual, etc.)

Paso 7.4: Formación sobre Capacidades para mantenimiento y operaciones correctivas (Educación y Entrenamiento)

La fuerza laboral de una empresa es un activo de gran valor, y todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados. Los trabajadores de las industrias de proceso son cada vez más escasos, forman parte de una élite y cada vez tienen una formación más polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser parte vital del sistema de Recursos Humanos. Hay que identificar los conocimientos específicos, capacidades, y habilidades de gestión que se desea tener y entonces programar la formación para lograr tal visión.

La formación debe también ajustarse para servir necesidades individuales. Hay que evaluar a cada persona para medir su grado de asimilación de los conocimientos y capacidades requeridos e identificar sus debilidades y con todo ellos programar más eficientemente la formación. Los trabajadores y supervisores deben examinar anualmente los resultados de esta evaluación y en función de esto fijar los objetivos del año siguiente al igual que los planes para la siguiente fase.

Paso 8: Gestión temprana de nuevos equipos y productos

La gestión temprana, incluye la gestión anticipada sobre las decisiones de los equipos y los productos. La finalidad de estas actividades es lograr rápida y económicamente productos que sean fáciles de fabricar y equipos de fácil utilización.

La gestión temprana del equipo concierne a los usuarios de los equipos, a las empresas de ingeniería, y los fabricantes de equipos. Habitualmente, se cubren las siguientes etapas:

- ❖ Planificación de la investigación de los equipos
- ❖ Diseño de procesos
- ❖ Proyectos de equipos, fabricación e instalación
- ❖ Someter a prueba la instalación
- ❖ Gestión del arranque

Todas las actividades, desde el proyecto inicial de un equipo hasta su instalación y prueba, pueden verse como un solo proyecto. El proyecto arranca con el diseño del proceso, el proyecto básico de la planta, y los planos y especificaciones detallados que incluyen el aprovisionamiento, la fabricación, la construcción y la prueba de funcionamiento. En su planificación, el equipo de proyecto determina los niveles técnicos de equipo y planta (funciones y rendimientos) junto con los niveles de disponibilidad (fiabilidad, mantenibilidad, etc.), y entonces prepara presupuestos y programas para alcanzar los objetivos.

Al proyectar una planta, se perfilan varios diseños: diseño funcional, de fiabilidad y mantenibilidad, de seguridad, y de economía. En particular, el establecimiento de especificaciones de prevención del mantenimiento (MP) y su puesta en práctica, ayuda a asegurar que los equipos y planta son fiables y se mantendrán fácilmente.

Después de completar estas actividades, se instalan los equipos y se realizan operaciones de prueba y se inicia la fase de gestión del arranque. Esta es una actividad perfilada para lograr, tan rápidamente como sea posible, las condiciones de producción estable de productos con calidad y en busca de la meta de cero defectos. En el TPM esto se conoce como “arranque vertical”.

Paso 9: Crear un sistema de Mantenimiento de la calidad

El mantenimiento de la calidad (QM) es un método para fabricar bien a la primera y evitar los defectos a través de los procesos y equipos. En el mantenimiento de la calidad, la variabilidad de las características de calidad de un producto se controla atendiendo a las condiciones del equipo que la afectan.

Las características de la calidad están influenciadas por cuatro entradas principalmente: Materiales, Maquinas, Métodos y Mano de obra (enfoque de las cuatro emes). El primer paso en el mantenimiento de la calidad es clarificar las relaciones entre estos cuatro factores y las características de calidad de un producto analizando los efectos de calidad.

La máquina es un medio para ejecutar un proceso. Por tanto al aplicar un enfoque QM (Mantenimiento de Calidad) al diseño del equipo, se debe empezar identificando los componentes que afectarán a las características de calidad del producto. Estos elementos se denominan “componentes de calidad”.

Paso 10: Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz TPM en los departamentos administrativos y de apoyo a manufactura

Los departamentos administrativos y de apoyo juegan un papel importante en el soporte de la producción. La calidad y oportunidad de plazo de la información que

suministran estos departamentos tienen un gran efecto en las decisiones productivas.

Las actividades de TPM realizadas por estos departamentos no deben solamente apoyar a la planta, sino que también deben estar orientadas a reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura. Sin embargo, en comparación con producción, no es fácil para los departamentos administrativos medir los efectos de sus actividades. Un programa TPM en este entorno debe intentar crear una “fábrica de información” y aplicar el análisis de procesos para regularizar el flujo de información. Hay que pensar que unas de sus actividades clave son recoger, procesar y distribuir información.

La mejora de las tareas administrativas se orienta a su eficiencia y velocidad, y a reducir el número de personas necesarias. Para lograr esto, se automatizan las tareas de oficina y se instalan sistemas de proceso de datos tales como redes electrónicas locales, etc. Al mismo tiempo hay que incrementar la eficiencia administrativa en el apoyo a las decisiones y acciones de planificación de directores y ejecutivos.

Paso 11: desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el entorno

La seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias de proceso. Los estudios de operatividad combinados con la formación para prevenir accidentes y el análisis de fallos son medios eficaces para tratar estos asuntos.

Ciertos temas son particularmente importantes en el entorno de los procesos. Por ejemplo, los que incorporan mecanismos a prueba de errores, esto es diseñar equipos que funcionen con seguridad, incluso aunque el personal no tome las

medidas apropiadas. Es también importante garantizar la seguridad durante el mantenimiento con parada general. Siempre que sea posible, hay que verificar la capacidad de los trabajadores subcontractados, y saber que hay que hacer de manera anticipada y todo planeado.

3.3.4. Fase de consolidación (paso 12)

Paso 12: Afianzar los niveles logrados y mejora las metas.

En Japón el programa TPM de primer nivel, termina cuando una empresa gana el premio PM. Sin embargo, las actividades TPM corporativas no terminan aquí. Hay que continuar engarzándolas firmemente en la cultura corporativa haciéndolas cada vez más eficaces.

Hay varias claves para mantener los niveles TPM una vez logrados. Por ejemplo crear fuertes grupos TPM en cada nivel y dotar a una organización de promoción que ayude a integrar el trabajo diario. En esta labor es útil el enfoque de mejora continua mediante el ciclo PHVA revisando continuamente los objetivos, y aceptando nuevos desafíos, como el premio especial de segundo nivel PM. Hay que utilizar indicadores de gestión que muestren (en cada nivel) a cada uno los progresos concretos que se hacen, fomentando la motivación e implicación de todos.

3.4. INDICADORES DEL TPM

Un método bastante usado para medir el impacto del TPM son los indicadores llamados QCDSMP (quality, cost, delivery, safety, morale and productivity).⁴

⁴ Gustavo A. Villegas López), La filosofía oriental del mantenimiento y su implantación en empresas de occidente

- Calidad (Q) se refiere no sólo a la calidad de productos o servicios terminados, sino también a la calidad de los procesos que se relacionan con dichos productos o servicios.
- Costo (C) se refiere al costo total, que incluye diseño, producción, venta y suministro del producto o servicio.
- Entrega (D) significa despachar a tiempo el volumen solicitado.
- Seguridad (S) se refiere tanto al entorno de trabajo como los procesos y operaciones para que no puedan causar daño a las personas, los productos y el medio ambiente.
- Motivación (M) busca que las personas estén cada día más motivadas y capacitadas para que se fortalezca la lealtad y el compromiso.
- La productividad (P) se refiere al aumento de la eficiencia de los procesos productivos y la eliminación de las seis grandes pérdidas (asociadas a tiempos muertos, operación a velocidad reducida y pérdidas por defectos).

4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Todos sus equipos como lo son las Válvulas de seccionamiento, la Válvulas de seguridad (PSV), los Transmisores de Presión y Temperatura, los Indicadores de Presión y Temperatura, el Analizador de Punto de Roció, las válvulas de Bola y Globo, solo cuentan con la hoja de especificaciones iniciales recolectadas al inicio del proyecto y formatos que se obtienen durante el cumplimiento de las actividades contratadas, por lo tanto se puede identificar que no existe hojas de vidas de los equipos lo cual conllevando a que no se lleve trazabilidad de estos, por lo que cada vez que se interviene un equipo no se toma en cuenta lo realizado en el pasado o inspección pasada, ocasionando que muchas veces se haga doble trabajo y acciones repetitivas.

Los datos que se mostrarán a continuación es la jerarquización de los equipos que se tienen en la Planta Araguaney del Gasoducto

4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE GAS

Se realizó una recopilación de la información que se tiene del sistema de Gas de la Planta Araguaney y lo único que se encontró fue un dossier entregado por los constructores de la Estación donde existían planos que no concordaban con lo existente en campo y manuales. Debido a eso se realizó un trabajo de campo por parte del Contratista con ayuda del personal de Mantenimiento de la Planta Araguaney, donde se realizaron las hojas de especificaciones de cada uno de los equipos, Formatos que se usan para cada una de las actividades contratadas para los casos en que no existían formatos de Ecopetrol. A continuación se mostrara documentación genérica de cómo se lleva el sistema hasta el día de hoy. También se realizaron nuevamente los planos de toda la estación y se les instalaron Tags a todos los equipos.

Cabe anotar que todo el trabajo de levantamiento de información para la generación de hojas de especificaciones y los Tags de los equipos no incluyen a las Válvulas mecánicas, lo cual se considera que debería incluirse, ya que se han presentado casos de que existe pase de válvulas que en determinado momento se deben cambiar y cuando los técnicos notifican esto, el coordinador de mantenimiento no tiene la información y se tiene que realizar un reproceso de nuevamente ir a la estación y tomar los datos específicos de la válvula o de algún accesorio, este trabajo es la segunda parte de la documentación.

No existe hoja de vida de la intervención que se le ha hecho a cada uno de los equipos.

4.1.1. Ejemplo de una Hoja de especificaciones de Equipos

Esta figura es un ejemplo en particular de un formato (ver figura 7) de un PIT de la información levantada en campo por el contratista, después de haber recibido el proyecto. Tener en cuenta que solo los equipos como ESDV, PSV, PIT, TIT, LIT, LCV, PCV, FIT, Cromatografo, Medidores de flujo, Computador de Flujo, TFL, GIS, PSL, PSH de la estación tienen una ficha técnica, las válvulas manuales de bola y globo, las trampas, los Scrubbers no cuentan con ficha técnica y son un aspecto a mejorar.

formato es un ejemplo de la actividad número 1 que se tiene contratada por parte de Ecopetrol que es la inspección de toma de datos diaria.

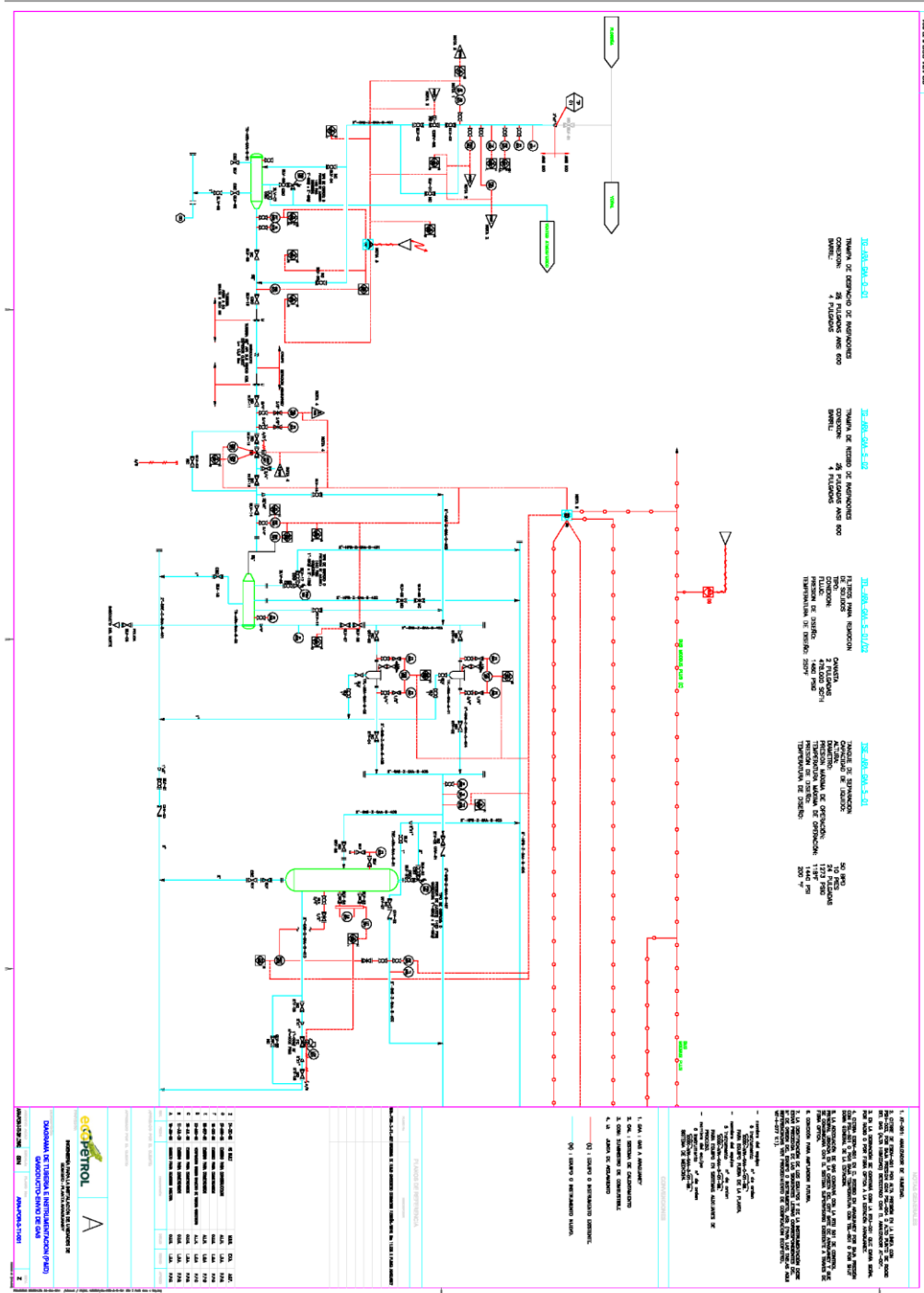
Figura 8. Formato de ejemplo de la actividad de toma de datos diaria

TOMA DE DATOS OPERACIONALES G. D. A.										VERSION 02	
										REVISION 01	
FECHA:										O&M-F-00-GDA	
HORA:										Pagina 1 de 1	
CITY GATE		LUNES	Tag	MARTES	Tag	MIERCOLES	Tag	JUEVES	Tag	VIERNES	Tag
PI	Psi										
TTT	°F		502		502		502		502		502
PDIT	Psi		501 502		501 502		501 502		501 502		501 502
PDIT	Psi		503		503		503		503		503
PIT	Psi		503		503		503		503		503
LIT	cm		501		501		501		501		501
PDIT	Psi		301 302		301 302		301 302		301 302		301 302
FQI YDY	MSCF		301 302		301 302		301 302		301 302		301 302
FQI Presion	Psi		301 302		301 302		301 302		301 302		301 302
FQI Temperatura	°F		301 302		301 302		301 302		301 302		301 302
% LEL DE GAS											
CALENTADORES		501	502	501	502	501	502	501	502	501	502
PI IN	Psi										
TI IN	°F										
TTT	°F										
PIT	Psi										
NIVEL H2O	%										
TI H2O	°F										
% LEL DE GAS											
ESTACION REDUCTORA											
PI IN	Psi										
TI IN	°F										
PI OUT	Psi										
TI OUT	°F										
LIT	cm		LIT 502		LIT 502		LIT 502		LIT 502		LIT 502
PDIT	Psi		PDIT 510		PDIT 510		PDIT 510		PDIT 510		PDIT 510
PIT	Psi		PIT 508		PIT 508		PIT 508		PIT 508		PIT 508
PIT	Psi		PIT 509		PIT 509		PIT 509		PIT 509		PIT 509
% LEL DE GAS											
OBSERVACIONES:											

Fuente: Autores

4.1.3. Planos de las Estaciones de la Planta Araguaney

Figura 9. Plano Estación km-0 y Estación City Gate



Fuente. Planos del Dossier entregados al Contratista

4.1.4. Registro fotográfico de los TAG

A continuación se muestra la actividad de Tags que se le colocaron a toda la estación para la identificación de cada uno de los equipos.

Figura 12. Fotografía de ubicación de Tag.



Fuente. Autores

4.2. JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS ESTABLECIDA EN ECOPETROL

La información que se va a mostrar a continuación es la única que se tiene todavía no está cargada totalmente al sistema ELIPSE que tiene Ecopetrol, por lo cual la generaciones de Ordenes de Trabajo no está realizándose. Esto ocasiona que no todos los quipos o partes de esta estación se les realicen mantenimiento, ya que si no están en las tareas del Contrato no se ejecutan.

4.2.1. ESTACIÓN KM-0

Esta estación es la conexión que se hace al Gasoducto Principal de Floreña Yopal.

Tabla 2. Codificación de equipos de Estación Km-0

	MULAARA12113	MULTIPLE DERIVACION KM 0	MULTIPLE DE TUBERIAS ARAGUANEY	MTR1373
	3EBBA1495	BANCO DE BATERIAS DE ESDV-001	ARAGUANEY	MTR1373
	3EEVA1340	ACTUADOR V.BLOQUEO DESPACHO GASCOMBUSTIB	ROTORC EH250-1-SR1500 ARAGUANEY	MTR1373
	3IDPR0087	SW PASO DE RASPADOR TRAMPA LINEA DE GAS	SW TDW ARAGUANEY	MTR1373
	3ILAN0001	ANALIZADOR DE GAS COMBUSTIBLE EN LINEA	MICHELL MOD CONDU MAX II ARAGUANEY	MTR1373
	3IPTR0991	PIT001 TX PRES ENTRADA DERIVAC LIN GAS	ROSEMOUNT 3051ST ARAGUANEY	MTR1373
	3IPTR0992	PIT002 TX PRES TRAMPA RASPAD LINEA GAS	ROSEMOUNT 3051ST ARAGUANEY	MTR1373
	3ISWT0744	SW BAJA PRES MULT DERIVACION LINEA GAS	SW ASCHROFT ARAGUANEY	MTR1373
	3ISWT0746	SW ALTA PRES MULT DERIVACION LINEA GAS	CUSTOM CONTROL 646GZE77011 ARAGUANEY	MTR1373
	3ITTR0458	TX TEMPERATURA V. REGULADORA LINEA GAS	ROSEMOUNT SMAR 3144D1A1 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02096	V.BOLA BLOQUEO DESPACHO GASCOMBUSTIBLE	MOORE 6X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3ITRP0037	GAA501 TRAMPA RASPADORES LINEA DE GAS	TRAMPA ARAGUANEY	MTR1373
	3QFCO0001	CABLE DE FIBRA OPTICA DE SECURY PIPE	LINEA 2 1/2X13.2 KM ARAGUANEY	MTR1373
	3TTUC0370	TRAMO DE TUBERIA GDA	LINEA 2 1/2X13.2 KM ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02519	BLV-01 V.BOLA ENTRADA ESTACION KM-0	KTM 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02520	BLV-02 V. BOLA US DE LA ESDV-001	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02521	BLV-03 V. BOLA DS DE LA ESDV-001	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02522	BLV-04 V. BOLA US DE LA TRAMPA	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02523	BLV-05 V. BOLA US DEL GIS-001	CAMERON 2 1/2 X.600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02524	BLV-07 V. BOLA DS DE LA PSV-001 A VENTEO	KF 1X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02525	BLV-08 V. BOLA DS TRAMPA PARA DRENAR	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02526	BLV-09 V. BOLA DS DE LA TRAMPA	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02527	BLV-010 V. BOLA SALIDA ENTACION DEL KM-0	KTM 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0032	GLV-01 V. GLOBO DEL BYPASS DE ESDV-001	KITZ 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0033	GLV-02 V. GLOBO DS TRAMPA PARA DRENAR	KF 1X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3IIDC0008	AGRUPADOR INDICADORES REDUCTOR PRESION	ASHCROFT, MANOMETROS PSI ARAGUANEY	MTR1373
	TACAARA10008	TABLERO DE CONTROL#1 GAS CITY GATE	SECURY PIPE, ARAGUANEY	MTR1373
	3ICOM0001	COMPUTADOR DEL ANALIZADOR DE GAS	OMNI, MOD 6000, ARAGUANEY	MTR1373
	3IPLC0046	PLC GAS CITY GATE ARAGUANEY	MODICOM, MOD. XXXXX, ARAGUANEY	MTR1373
	3IRDI0001	DISTRIBUIDOR DE FIBRA OPTICA ODF	MOTOROLA, PTP 300/500/600 ARAGUANEY	MTR1373
	TACAARA10009	TABLERO DE CONTROL GAS CITY GATE	SECURY PIPE, ARAGUANEY	MTR1373
	3ICOG0001	COMPUTADOR DE FLUJO MEDICION GAS	OMNI, MOD 6000, ARAGUANEY	MTR1373
	3IPLC0046	PLC GAS CITY GATE ARAGUANEY	MODICOM, MOD. XXXXX, ARAGUANEY	MTR1373
	UPRAARA12106	SISTEMA DISTRIBUCION ENERGIA DISTRIB KM 0	UNIDAD PRODUCTIVA ARAGUANEY	MTR1373
	TACAARA10010	TABLERO DISTRIBUC ELECT GAS CITY GATE	SECURY PIPE, ARAGUANEY	MTR1373
	3ECTD0038	CELDA DISTRIBUCION EN KMm 0 208/120 VAC	SNAUPS A11H SANYO 2KVA ARAGUANEY	MTR1373
	3ETRA0124	TRANSFORMADOR 45KVA	SIEMENS, ARAGUANEY	MTR1373

Fuente: Jerarquía Planta Araguane y de Ecopetrol.

4.2.2. ESTACIÓN CITY GATE

Esta estación se conoce con la estrada a la Planta Araguaney y cuenta con un sistema de Protección con una válvula de seccionamiento automática, dos sistemas de filtración, un Scrubber y el Sistema de Medición. Ver tabla 3 de codificación de equipos

4.2.3. ESTACIÓN CALENTADORES

En esta estación se busca subir la temperatura del Gas Natural para que cuando llegue a la Estación de Reducción la temperatura sea lo suficientemente alta para que no vea afectada por el efecto Joule Thomson que se presenta y no evitar así la condensación del Gas que causaría consecuencias desfavorables en las Maquinas de Bombeo de Crudo. Ver tabla 4 de Codificación de Equipos

4.2.4. ESTACIÓN REGULADORA

La estación de regulación se encarga de reducir la presión de línea a la presión requerida para la operación de las Unidades de Bombeo, esta relación es de 1200 a 120 psi. Ver Tabla 5 de codificación de equipos.

Tabla 3. Codificación de equipos de Estacion City Gate

MULAARA12108		MULTIPLE RECIBO DEL CITY GATE	MULTIPLE DE TUBERIAS ARAGUANEY	MTR1373
	3EEVA1339	ACTUADOR VALVULA ENTRADA AL CITY GATE	LIMITORQUE ARAGUANEY	MTR1373
	3IDPR0086	SW PASO DE RASPADOR TRAMPA CITY GATE	SW TDWILLIAMS ARAGUANEY	MTR1373
	3IPTR0997	PIT502 PRESION ENTRADA TRAMPA CITY GATE	ROSEMOUNT 3051S2 ARAGUANEY	MTR1373
	3ISWT0745	SW BAJA PRESION ENTRADA CITY GATE	ASCROFT 55-260 PSI ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02095	V.BOLA ENTRADA AL CITY GATE	CAMERON 2 1/2 X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3ITRP0038	GAA502 TRAMPA RASPADORES CITY GATE	TRAMPA ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02554	BLV-13 V. BOLA US ESDV-501	KTM 2-1/2 X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02555	BLV-13 V. BOLA DS ESDV-501	KTM 2-1/2 X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0006	GLV-03 V. GLOBO BYPASS DE LA ESDV-501	KITZ 2-1/2 X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02495	BLV-14 V. BOLA US TRAMPA DEL CITY GATE	KTM 2-1/2 X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02496	BLV-15 V. BOLA BYPASS TRAMPA CITY GATE	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02497	BLV-16 V. BOLA US PSV-501	KF 1X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02498	BLV-17 V. BOLA DS PSV-501	WALWORTH 2X150 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02499	BLV-18 V. BOLA DRENAJE TRAMPA CITY GATE	KF 1X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0007	GLV-04 V. GLOBO DRENAJE TRAMPA CITY GATE	DSI 1X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02500	BLV-19 V. BOLA DS BLV-15	DSI 2X600 ANSI ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02501	BLV-20 V. BOLA ENT CONEXION GASODUC NORT	DSI 2X600 ANSI ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0008	GLV-7 V. GLOBO ENT CONEXION GASOD NORTE	KTM 2 X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0009	GLV-08 V. GLOBO DESARGA DE GLV-08	KTM 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0010	GLV-05 DRENAJE TRAMPA AL TANQUE SUMIDERO	CRANE 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0011	GLV-06 DRENAJE TRAMPA AL TANQUE SUMIDERO	CRANE 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3IICD0002	AGRUPADOR INDICADORS MULT REC CYTI GATE	ASHCROFT, MANOMETROS PSI ARAGUANEY	MTR1373
MULAARA12109		MULTIPLE #1 FILTRACION ENTRADA CITY GATE	MULTIPLE DE TUBERIAS ARAGUANEY	MTR1373
	3IFCV0029	LCV501 VALV DRENAJE SCRUBBER ALTA	FISHER 667 ARAGUANEY	MTR1373
	3IPDT0134	PDIT501 TX PRES DIF FILTR #1 MULT#1 CITY	ROSEMOUNT 3051S2 ARAGUANEY	MTR1373
	3IPDT0135	PDIT-502 TX PRES DIF FILTR #3 MULT#1 CITY	ROSEMOUNT 3051S2 ARAGUANEY	MTR1373
	3IPDT0136	PDIT-503 PRES DIF SALIDA SCRUBBER ALTA	ROSEMOUNT 3051S2 ARAGUANEY	MTR1373
	3IPTR1001	LIT-501 TRANSM NIVEL SCRUBBER ALTA	ROSEMOUNT 3301HA1PIN4 ARAGUANEY	MTR1373
	3IPTR1029	PIT-503 TX PRES SALIDA SCRUBBER ALTA	ROSEMOUNT ARAGUANEY	MTR1373
	3ITRA0003	SCRUBBER ALTA DE FILTRACION CITY GATE	TRAMPA CONDENSADOS ARAGUANEY	MTR1373
	3MSEG0639	VALVULA SEGURIDAD SCRUBBER ALTA	TECVAL VSGAB 1 X2 ARAGUANEY	MTR1373
	3TFILO187	FILTRO #1 MULTP FILT #1 CITY GATE IZQ	FILTRO ARAGUANEY	MTR1373
	3TFILO189	FILTRO #3 MULTP FILT #1 CITY GATE DER	FILTRO ARAGUANEY	MTR1373
	3MVD0847	BDP-05 V. DOBLE BOQUEO DS MOV-301	CAMERON TRUSEAL 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVD0848	BDP-06 V. DOBLE BOQUEO DS MOV-302	CAMERON TRUSEAL 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3ITR0558	TIT 502 TEMPERATURA SALIDA TFL #1, TFL#3	ROSEMOUNT D1A1E5B4M5T1Q4XA ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0012	GTV-01 V. GLOBO ENTRADA TFL 501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0013	GTV-03 V. GLOBO ENTRADA TFL 502	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0014	GTV-02 V. GLOBO SALIDA TFL 501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0015	GTV-04 V. GLOBO SALIDA TFL 502	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0016	GTV-06 V. COMP ENT SCRUBBER ALTA TSE-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0017	GTV-05 V. COMP ENT AL SISTEMA MEDICION	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MCHE1176	CHV-01 CHEQUE ENT AL SISTEMA MEDICION	WALWORTH, 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02502	BLV-21 V. BOLA US PSV-502	WALWORTH 1X150 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02503	BLV-22 V. BOLA DS PSV-502	WALWORTH 2X150 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0018	GTV-07 V. GLOBO SAL TSE-502-SISTEMA MED	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MCHE1177	CHV-02 CHEQUE SAL TSE-502-SISTEMA MED	WALWORTH, 2X600, ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02504	BLV-23 V. BOLA ARRIBA DEL LG-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02505	BLV-24 V. BOLA ABAJO DEL LG-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0019	GLV-09 V. GLOBO SALTSE-501 AL DRENAJE	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0020	GLV-10 V. GLOBO SAL SCRUB TSE-501-DRENAJ	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0021	GTV-08 V. DE GLOBO US DEL AL LCV-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0022	GTV-09 V. DE GLOBO DS DEL AL LCV-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0023	GLV-11 V. GLOBO BYPASS DE LCV-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0024	GLV-25 V. BOLA SAL SCRUBBER A SUMIDERO	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MCHE1178	CHV-03 CHEQUE SAL SCRUB-TANQUE SUMIDERO	WALWORTH, 2X600, ARAGUANEY	MTR1373
	3IICD0003	AGRUPADOR INDICADORS MULT FILTRACION #1	ASHCROFT, MANOMETROS PSI ARAGUANEY	MTR1373
MULAARA12110		MULTIPLE #2 FILTRACION ENTRADA CITY GATE	MULTIPLE DE TUBERIAS ARAGUANEY	MTR1373
	3IPDT0132	PDIT-301 TX PRES DIF FILTR #2 MULT#2 CITY	ROSEMOUNT 3051S2 ARAGUANEY	MTR1373
	3IPDT0133	PDIT-302 TX PRES DIF FILTR #4MULT#2 CITY	ROSEMOUNT 3051S2 ARAGUANEY	MTR1373
	3TFILO188	FILTRO #4 MULTP FILT #2 CITY GATE IZQ	FILTRO ARAGUANEY	MTR1373
	3TFILO190	FILTRO #2 MULTP FILT #2 CITY GATE DER	FILTRO ARAGUANEY	MTR1373
	3MVD0849	BPB-01 V. DOB BLOQUEO ENTRADA AL TFL-301	CAMERON TRUSEAL 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVD0861	BPB-02 V. DOBLE BLOQUEO ENTR AL TFL-302	CAMERON TRUSEAL 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02506	BLV-27 V BOLA US PSV-301	3/4" X 600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02507	BLV-26 V BOLA DS PSV-301	1" X 150 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02508	BLV-29 V BOLA US PSV-302	3/4" X 600 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVB02509	BLV-28 V BOLA DS PSV-302	1" X 150 ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0025	GTV-10 V. GLOBO SALIDA TFL-301	VELAN 2X600 RF MODEL: A ARAGUANEY	MTR1373
	3TVGL0026	GTV-11 V. GLOBO SALIDA TFL-302	VELAN 2X600 RF MODEL: A ARAGUANEY	MTR1373
	3IICD0004	AGRUPADOR INDICADORS MULT FILTRACION #2	ASHCROFT RANGO: 0-300 PSI ARAGUANEY	MTR1373
FQPAARA10004		MEDIDOR DE FLUJO MASICO #1 CITY GATE	MOD GMF100H330N ARAGUANEY	MTR1373
	3IFMA0007	FT-301 MEDIDOR FLUJO MASICO #1 CITY GATE	MOD GMF100H330N ARAGUANEY	MTR1373
	3IFTR0041	FT-301 TRANSMISOR DE FLUJO	ROSEMOUNT 2700R12ABAS2WZ ARAGUANEY	MTR1373
	3IPTR1304	PIT-301 PRES MED F. MASICO #1 CITY GATE	ROSEMOUNT 0341048 ARAGUANEY	MTR1373
	3ITR0555	TIT-303 TEMP B.MED F. MASICO#1 CITY GATE	ROSEMOUNT 0341052 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVD0859	MOV-301 V. DOBLE SELLO SALIDA FT301	CAMERON TRUSEAL 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3EEVA1598	MOV-301 ACT V. MOTORIZADA SALIDA FT301	LIMITORQUE MX-10A ARAGUANEY	MTR1373
	3MCHE1179	CHV-04 CHEQUE DS MOV-301	PBV, 2X600, ARAGUANEY	MTR1373
	3IICD0005	AGRUPADOR INDICADORES MED FLUJO #1	ASHCROFT, MANOMETROS PSI ARAGUANEY	MTR1373
FQPAARA10005		MEDIDOR DE FLUJO MASICO #2 CITY GATE	MOD GMF100H330N ARAGUANEY	MTR1373
	3IFMA0008	MEDIDOR DE FLUJO MASICO #2 CITY GATE	MOD GMF100H330N ARAGUANEY	MTR1373
	3IFTR0042	FT-302 TRANSMISOR DE FLUJO	ROSEMOUNT 2700R12ABAS2WZ ARAGUANEY	MTR1373
	3IPTR1305	PIT-302 PRESION DE MEDIDOR DE FLUJO MASICO #2 CITY GATE	ROSEMOUNT 0601861 ARAGUANEY	MTR1373
	3ITR0556	TIT-304 TEMPERATURA DEL BTAZO DEL MEDIDOR DE FLUJO M	ROSEMOUNT 0601920 ARAGUANEY	MTR1373
	3MVD0860	MOV-302 ACT V. DOBLE SELLO SALIDA FT302	CAMERON TRUSEAL 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3EEVA1599	MOV-302 V. MOTORIZADA SALIDA FT302	LIMITORQUE MX-10A ARAGUANEY	MTR1373
	3MCHE1180	CHV-05 CHEQUE DS MOV-302	PBV 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
	3IICD0006	AGRUPADOR INDICADORES MEDIDOR DE FLUJO // ARAGUANEY //MTR1373		MTR1373

Fuente: Jerarquia Planta Araguane y de Ecopetrol.

Tabla 4. Codificación de equipos de Estación Calentadores

UPRAARA12103			SISTEMA RECIBO GAS A UNIDADES CITY GATE	UNIDAD PRODUCTIVA ARAGUANEY	MTR1373
	ICAAARA12101		CALENTADOR #1 DE GAS NATURAL CITY GATE	CALENTADOR ARAGUANEY	MTR1373
		3EMEL0505	MOTOR ELECTRICO CALENTADOR #1 CITY GATE	WEQ220 VAC 0.75 KW ARAGUANEY	MTR1373
		3IPTR1003	TX PRES SALIDA CALENTADOR #1 CITY GATE	ROSEMOUNT 3051T64 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0753	SW FLUJO ENTRADA CALENTADOR #1 CITY GATE	SW FLOTEC MOD V4SS-2.4 ARAGUANEY	MTR1373
		3ITTR0456	TX TEMPERAT SALIDA CALENTAD #1 CITY GATE	ROSEMOUNT SMAR 3144PD1A1 ARAGUANEY	MTR1373
		3ITTKP0178	TANQUE CALENTADOR # 1 DE GAS CITY GATE	CALENTADOR INDIRECTO TEC FIL ARAGUANEY	MTR1373
		3IPCV0106	PCV-503 REG SALIDA SCRUBBER CALENTADORES	FISHER CONTROL 1" 627-125 ARAGUANEY	MTR1373
		3IPCV0107	PCV-504 REGSALIDA SCRUBBER CALENTADORES	FISHER CONTROL 1" 627-125 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2557	BLV-32 V. BOLA ENTRADA DEL CALENTADO 501	VELAN 2X600 RF MODEL: A ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2558	BLV-33 V. BOLA SALIDA DEL CALENTADOR 501	VELAN 2X600 RF MODEL: A ARAGUANEY	MTR1373
		3MCHE 1189	CHV-07 CHEQUE SALIDA CALENTADOR 501	MSA 2X600 SN: 4140517 ARAGUANEY	MTR1373
		3IVPV0056	PVRV-501C V. PRES Y VACIO CALENTADOR 501	ENARDO, 2X 150, ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0843	LSL-501 SW NIVEL DE BAJA CALENTADOR 501	ASHCROFT, M8002390 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0844	PSL-501 SW BAJA PRES TREN REG CALENT 501	ASHCROFT, M8002391 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0845	PSH-501 SW ALTA PRES TREN REG CALENT 501	ASHCROFT, M8002387 ARAGUANEY	MTR1373
		3IMRG0001	PRV-501A REG ENT GAS INSTTOS-CALENT 501	SENSUS 3/8" SER: 143-80 ARAGUANEY	MTR1373
		3IMRG0002	PRV-501B REG ENT GAS INSTTOS-CALENT 501	SENSUS 3/8" SER: 143-80 ARAGUANEY	MTR1373
		3IPLC0051	PLC-501 PLC DEL CALENTADOR 501	MODICOM, TSX.PSY2600 ARAGUANEY	MTR1373
		3ICTL0082	HMI-501 PANTALLA TACTIL CALENTADOR 501	SCHNEIDER, S/N:DO67078BO1551 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0846	TSH-501 SW TEMP VASUA CALENTADOR 501	ASHCROFT, S/N:M8002405 ARAGUANEY	MTR1373
		3IIDC0012	AGRUPADOR INDICADORES CALENTADOR #1	ARAGUANEY	MTR1373
	ICAAARA12102		CALENTADOR #2 DE GAS NATURAL CITY GATE	CALENTADOR ARAGUANEY	MTR1373
		3EMEL0506	MOTOR ELECTRICO CALENTADOR #2 CITY GATE	WEQ220 VAC 0.75 KW ARAGUANEY	MTR1373
		3IPTR1004	TX PRES SALIDA CALENTADOR #2 CITY GATE	ROSEMOUNT 3051T64 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0754	SW FLUJO ENTRADA CALENTADOR #2 CITY GATE	SW FLOTEC MOD V4SS-2.4 ARAGUANEY	MTR1373
		3ITTR0457	TX TEMPERAT SALIDA CALENTAD #2 CITY GATE	ROSEMOUNT SMAR 3144PD1A1 ARAGUANEY	MTR1373
		3ITTKP0179	TANQUE CALENTADOR # 2 DE GAS CITY GATE	CALENTADOR INDIRECTO TEC FIL ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2493	BLV-30 V. BOLA ENTRADA DEL CALENTADO 502	VELAN 2X600 RF MODEL: A ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2494	BLV-31 V. BOLA SALIDA DEL CALENTADOR 502	VELAN 2X600 RF MODEL: A ARAGUANEY	MTR1373
		3MCHE 1175	CHV-06 CHEQUE SALIDA CALENTADOR 502	MSA 2X600 SN: 4140517 ARAGUANEY	MTR1373
		3IVPV0057	PVRV-502C V. PRES Y VACIO CALENTADOR 502	ENARDO 2X 150 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0839	LSL-502 SW BAJO NIVEL CALENTADOR 502	ASHCROFT M8002405 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0840	PSL-502 SW BAJA PRES TREN REG CALENT 502	ASHCROFT M8002488 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0841	PSL-502 SW BAJA PRES TREN REG CALENT 502	ASHCROFT M8002488 ARAGUANEY	MTR1373
		3IRGG0001	PRV-502A REG ENT GAS ISTRTOS-CALENT 502	SENSUS 3/8" SER: 143-80 ARAGUANEY	MTR1373
		3IRGG0002	PRV-502B REG ENT GAS ISTRTOS-CALENT 502	SENSUS 3/8" SER: 143-80 ARAGUANEY	MTR1373
		3IPLC0045	PLC-502 PLC DEL CALENTADOR 502	MODICOM-TELEMANIQUE TSX.PSY2600 ARAGUANEY	MTR1373
		3ICTL0066	HMI-502 PANTALLA TACTIL CALENTADOR 502	SCHNEIDER ELECTRIC S/N:DO67078BO1551 ARAGUANEY	MTR1373
		3ISWT0842	TSH-502 SW TEMP VASUA CALENTADOR 502	ASHCROFT S/N:M8002406 ARAGUANEY	MTR1373
		3IIDC0001	AGRUPADOR INDICADORES CALENTADOR #2	ASHCROFT, MANOMETROS PSI ARAGUANEY	MTR1373

Fuente: Jerarquía Planta Araguane y de Ecopetrol.

Tabla 5. Codificación de equipos de Estación Reguladora

MULAARA12112			MULTIPLE ESTACION REDUCTORA PRESION	MULTIPLE DE TUBERIAS ARAGUANEY	MTR1373
		3ICRO0001	GC-301 ANALIZADOR DE MUESTRAS (CHROMATOGRAPH)	CROMATOGRAFO EMERSON ARAGUANEY	MTR1373
		3IFCV0030	LCV-502 V.CONTROL NIVEL CONDENS REDUCTORA	FISHER 1X150 TYPE D ARAGUANEY	MTR1373
		3IPCV0085	PCV-501 VALV CONTROL PRESION ESTACION REDUCTORA	TECVAL MOD VRHP 2 IN 1300 PSI ARAGUANEY	MTR1373
		3IPTR0996	PIT-509 TX PRES SALIDA SCRUBBER BAJA	ROSEMOUNT 3051ST ARAGUANEY	MTR1373
		3IPTR0998	PIT-508 TX PRESION ESTACION REDUCTORA	ROSEMOUNT 3051ST ARAGUANEY	MTR1373
		3IPTR1002	LIT-502 TRANSM NIVEL SCRUBBER BAJA REDUCTORA	ROSEMOUNT 3301HAS1V4 ARAGUANEY	MTR1373
		3ITRA0002	SCRUBBER DE BAJA ESTACION REDUCTORA	TECNOFILTRACION ARAGUANEY	MTR1373
		3MSEG0638	V.SEGURIDAD SCRUBBER BAJA REDUCTORA	TECVAL VSGAS 1 1/2 X3 X 150 ARAGUANEY	MTR1373
		3IPCV0108	PCV-502 V.CTROL PRES ESTACION REDUCTORA	TECVAL, MOD VRHP 2 IN 1300 PSI ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2510	BLV-35 V. BOLA US DE LA PCV-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2511	BLV-36 V. BOLA US DE LA PCV-502	FVC 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2512	BLV-37 V. BOLA DS DE LA PCV-501	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2513	BLV-38 V. BOLA DS DE LA PCV-502	FVC 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3TVGL0027	GTV-15 V. GLOBO SALIDA DEL TSE-502	WALWORTH 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3MCHE 1181	CHV-09 CHEQUE SALIDA DEL TSE-502	WALWORTH, 2X600, ARAGUANEY	MTR1373
		3TVGL0028	GTV-14 V. GLOBO ENTRADA TSE 502	WALWORTH 3"X150 ARAGUANEY	MTR1373
		3MCHE 1182	CHV-08 CHEQUE ENTRADA TSE-502	WALWORTH, 3"X150, ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2514	BLV-39 V. BOLA VENTO ATMOSFERICO TSE-502	WALWORTH 1-1/2"X150 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2515	BLV-40 V. BOLA US PSV-503	WALWORTH 1-1/2"X150 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2516	BLV-41 V. BOLA DS PSV-503	WALWORTH 3"X150 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2517	BLV-42 V. BOLA US LG-502	CNM 1"X150 ARAGUANEY	MTR1373
		3MVBO2518	BLV-42 V. BOLA US LG-502	CNM 1"X150 ARAGUANEY	MTR1373
		3IPTR1306	PIT-504 TRANS. DE PRESS DIF DEL TSE-502	ROSEMOUNT 3051S2CD ARAGUANEY	MTR1373
		3TVGL0029	GTV-16 V. GLOBO US LCV-502	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3TVGL0030	GTV-17 V. GLOBO DS LCV-502	VELAN 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3TVGL0031	GLV-12 V. GLOBO BYPASS LCV-502	KTM 2X600 ARAGUANEY	MTR1373
		3IIDC0007	AGRUPADOR INDICADORES REDUCTOR PRESION	ASHCROFT, MANOMETROS PSI ARAGUANEY	MTR1373

Fuente: Jerarquía Planta Araguane y de Ecopetrol.

5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

Estrategia para evaluar y optimizar el Plan de Mantenimiento con que cuenta el sistema de suministro de Gas de la Planta por medio del TPM.

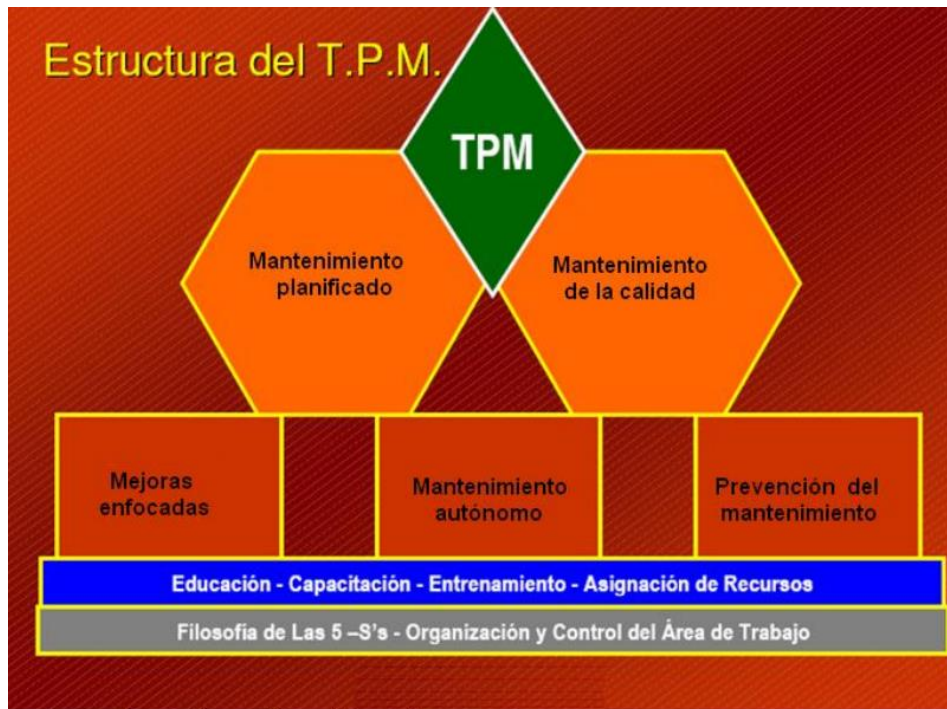
Antes de proponer la implementación del TPM, basándonos en el material investigado para la ejecución de esta propuesta empezaremos primero construyendo un base sólida que nos ayude a ofrecer ante la dirección un mejor escenario para la el uso en un futuro próximo de esta Filosofía de disciplina.

Por eso usaremos primero con el desarrollo de las Cinco (5) Eses (S) y propondremos la ayuda de la herramienta “Lección de Punto” o también la Speedy Kaizen (Mejora continua)

Debido a que esta implementación es para una estación en particular tomada como una punto piloto para así crear la necesidad de aplicar el TPM a la empresa que maneja esta estación, la cual cabe anotar es una empresa de servicios de operación y mantenimiento de Gasoductos, que viéndola desde esta perspectiva necesitaría una metodología bastante humana como lo es el TMP ya que basándose en la constancia del personal de la empresa logra más que teniendo los mejores planes de mantenimiento, porque consideramos que el gran pilar del mantenimiento es el ser humano, ya que si se mira de forma objetiva las máquinas y los entornos solo depende de ellos. Como esta empresa maneja personal y sobre todo mucha información que hace la diferencia para el manejo de los equipos en determinado momento, debe buscar la mejor forma de unir las personas, las máquinas y el entorno.

Por eso cosido que antes de la implementación del TM se tenga en cuenta algunos factores como los que se observan el siguiente Figura 13.

Figura 13. Estructura del TPM



Fuente.

<http://campuscurico.otalca.cl/~fespinos/CONCEPCION%20TPM%20MANTENIMIENTO%20PRODUCTIVO%20TOTAL.pdf>

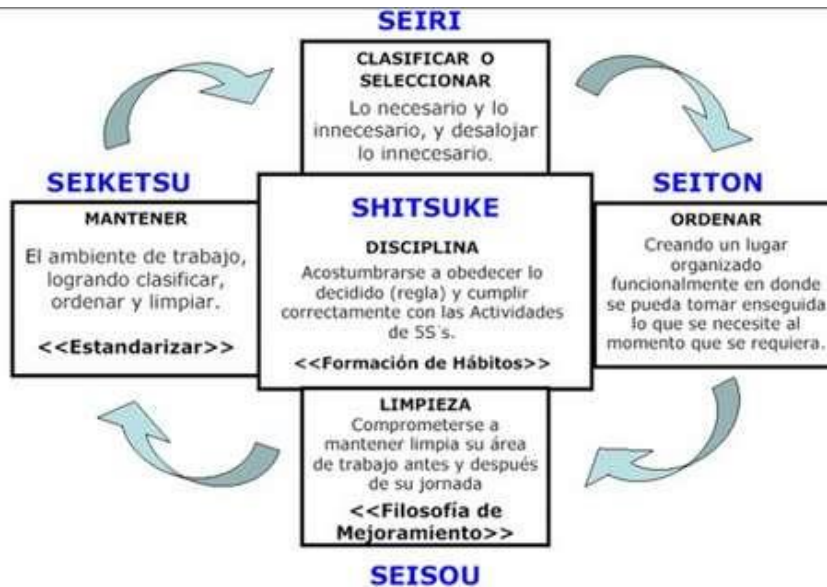
5.1. UNA SOLIDA BASE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PASOS DEL TMP

Un buen ejercicio que se recomienda hacer antes de la implantación del TPM es saber cómo tenemos el sistema hasta el momento por lo cual tener en cuenta las siguientes 5 S y 4 S complementarias. Y como herramientas de apoyo la “Lección de Punto” o también la Speedy Kaizen (Mejora continua)

5.1.1. Técnica de las 5 S:

La metodología que se propone usar es por medio de campañas motivacionales a los trabajadores en charlas, concursos. Generando una cultura de Orden y organización que a futuro será una conducta.

Figura 14. LAS 5 S



Fuente. <http://ingenieroindustrialydesistemas.blogspot.com/2012/11/sistema-de-trabajo-5s.html>

- **Etapa 1: SEIRI (Ordenar y Seleccionar):**

Esta etapa ayuda bastante a eliminar del sitio de trabajo todos los elementos que no son necesarios en el taller y en la estación, dejando únicamente lo necesario como herramienta y repuestos, en las cantidades necesarias y solo cuando es necesario. Se conseguiría beneficios como lo son más espacio, orgullo del lugar en el que se trabaja, mejoramiento de imagen ante los clientes, mayor cooperación y trabajo en equipo con compromiso y responsabilidad en las tareas y mayor conocimiento del puesto.

- **Etapa 2: SEITON (Organizar y Situar):**

Ya sabiendo con que se cuenta realmente con lo que se tiene se debe proceder al arreglo de todos los elementos necesarios, buscando que sean fáciles de usar y sobre todo estén marcados de tal forma que sean fáciles de encontrar y quitar. Con esto se conseguirán ventajas como menor tiempo de búsqueda de aquello que hace falta aumenta la productividad de las máquinas y personas, ayudando a disminuir cansancio físico y mental, y sobre todo un mejor ambiente.

- **Etapa 3: SEISO (Limpiar y Sanear):**

Ayuda a eliminar cualquier desperdicio, suciedad o material extraño al sitio de trabajo, buscando siempre mantener limpio los equipos y mejorar su eficiencia, mantener limpios las paredes, pisos y los elementos del área, detectando y eliminando los focos de generación de suciedad y contaminación.

- **Etapa 4: SEIKETSU (Sostener y Estandarizar):**

Esta etapa es quizás la más demorada de realizar, pero la que puede dar mejores resultados de satisfacción ya que ayuda a mejorar el entorno del trabajo, además logra que se estandaricen los procesos que normalmente se realizaban dependiendo de la persona que lo hacía

- **Etapa 5: SHITSUKE (Disciplinar y Seguir):**

Es lograr con ayuda de los procedimientos correctos de limpieza y mantenimiento la búsqueda de un hábito para así sostener y promover mejoramientos, el cumplimiento estricto de las acciones, disminuir los errores y tiempos, mejorar las relaciones humanas y sobre todo desarrollar un medio para futuros aspectos a mejorar.

5.1.2. Lección de Punto

Esta herramienta se utiliza cuando se quiere establecer un procedimiento para cualquier tipo de acción. Las normas que se indiquen deben ser claras y sencillas y los pasos deben ser secuenciales y fáciles de seguir. En el documento debe aparecer:

- El departamento de la fábrica al que pertenece la máquina para la que se realiza la lección puntual.
- Las condiciones que indican el estado anormal, la razón de la anomalía y las posibles consecuencias de ésta.
- La solución que vendrá dada como unas instrucciones del proceso a seguir para solucionar la anomalía.

5.1.3. Speedy Kaizen

El Speedy Kaizen es una herramienta que se emplea para recoger una mejora que se ha implementado, de una manera rápida y visual, para que todo el personal tenga conocimiento de ello. Se suele colocar junto a la línea donde se ha llevado a cabo la mejora. En esta hoja se recoge una breve descripción del problema, cuál ha sido la solución implementada y se señalan las ventajas y el ahorro que se deducen de la misma. Además se suele acompañar de fotografías que muestran una evolución entre un “antes” y un “después”, para que aun quede más patente la mejora

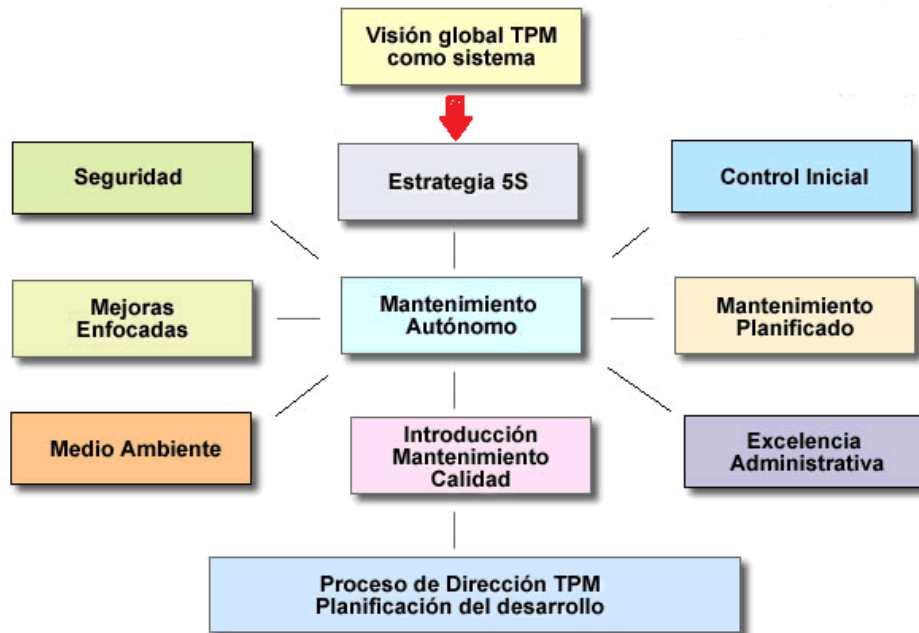
5.2. GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

5.2.1. PASO 1: Anuncio formal de la decisión del introducir el TPM

Para este paso es primordial que la gerencia tenga muy claro y un compromiso real con la implantación del TPM. Esta debe promover un ambiente adecuado de confianza, para que el cambio se de forma.

Se hace bastante énfasis en este paso ya que es parte de los cimientos del TPM ya que si realmente la alta dirección no está completamente segura, no podrá dar la confianza que requiere la metodología. Aunque se sabe que el TPM depende de la total participación de los empleados por ser un sistema que busca la autonomía, se debe tener en cuenta que esto solo se logra si se está lo suficientemente motivada y tenga la capacitación adecuada para desarrollar su función en la empresa y para conseguir todo esto los directivos deben buscar deshacer todas las dudas que tengan acerca de la metodología, por eso es conveniente que investiguen con sus colegas y que tengan un buen consultor ya que de la alta dirección depende los recursos y los compromisos que pueden llegar a hacer la diferencia entre entrar al sistema de las empresas de clase mundial o seguir con la misma metodología que se llevaba antes ocasionando un probable fracaso en el futuro, ya que en el mundo en que nos encontramos nada es estático todo se rige bajo competencias, calidad y valor agregado que genere seguridad cuando se ofrece un servicio. Ver figura 15

Figura 15. Visión Global del TPM



Fuente. Autores

Lo que se propone con este documento es por medio de reuniones con presentaciones gráficas y estadísticas con la alta dirección explicar lo beneficios que traería la metodología como por ejemplo:

a) En la parte Organizacional

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.

- Redes de comunicación eficaces.

b) En la parte de Seguridad

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

c) En la productividad para la entrega de un buen servicio

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del servicio final de forma continua.
- Menor coste financiero por repetición de las actividades.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

5.2.2. PASO 2: Educación introductoria para el TPM

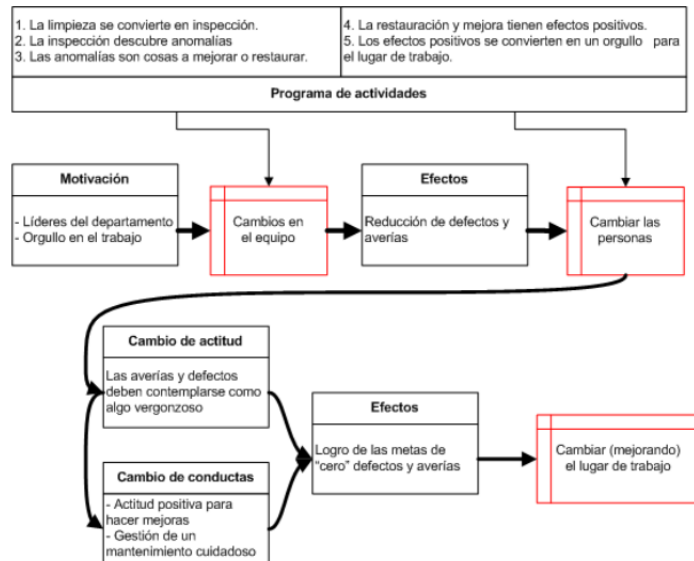
Este segundo paso es el entrenamiento o divulgación del programa de TPM, ya que no solo corresponde explicar el desarrollo del TPM sino lo más importante lograr incrementar o generar la motivación suficiente para evitar cualquier tipo de

resistencia al cambio que es normalmente lo que más se ve ya que por naturaleza el ser humano le cuesta cambiar de forma automática.

Es de entenderse que al principio el personal piense que se le va a incrementar la carga ya que se tienen que hacer varios cambios. Una metodología que se usa en primera instancia es la de videos, películas presentaciones de experiencia ya vividas por parte de las directivas que son los primeros que empiezan con la metodología.

Durante esta fase, se organiza una campaña para promover el entusiasmo por la implantación de TPM. En algunas compañías se usan banderines, slogans, placas o distintivos alusivos al programa. Buenos procesos para incentivación del personal. Se debe buscar que en la motivación se encuentre la base de la implementación viéndose desde el punto de vista que cambiar es mejorar. Ver figura 16.

Figura 16. Cambiar es mejorar



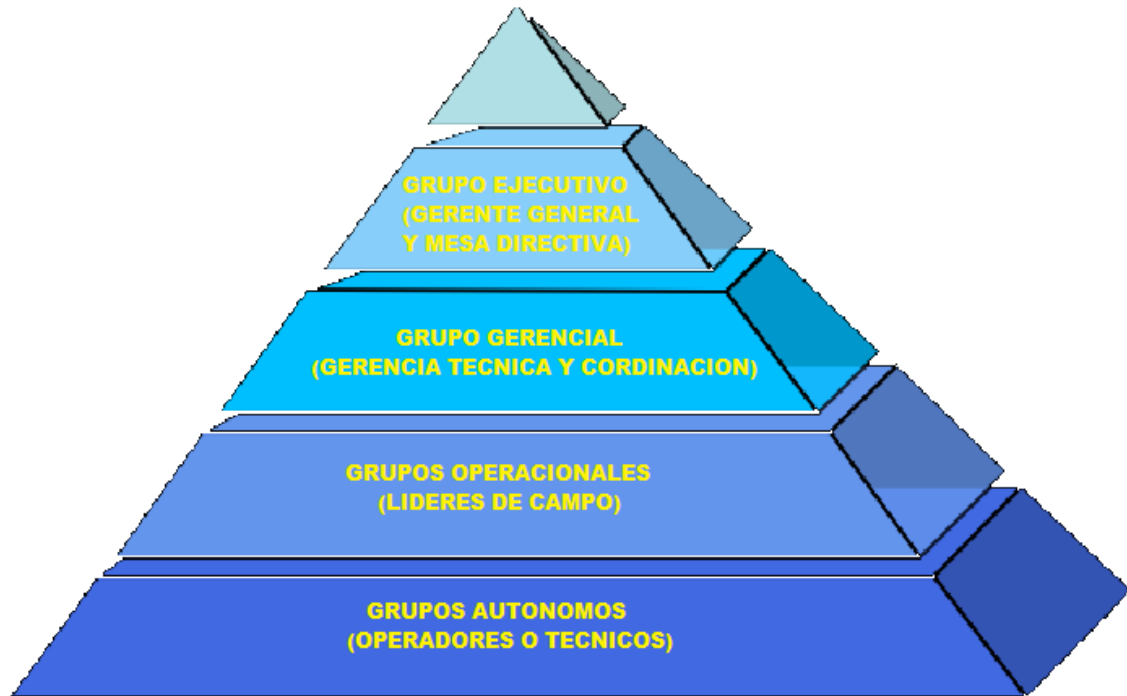
Fuente.

<http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/CONCEPCION%20TPM%20MANTENIMIENTO%20PRODUCTIVO%20TOTAL.pdf>

5.2.3. PASO 3: Crear una organización para promocionar el TPM

Ya cumplida la educación introductoria se debe promover la estructura del TPM a través de una estructura de pequeños grupos que se comunican en toda la Organización. El sistema de los líderes de pequeños grupos de cada nivel de la organización que a su vez son miembros de pequeños grupos del siguiente nivel más elevado incluyendo también los de la alta dirección, creando un sistema promocional del TPM más efectivo para promover un ambiente más de comunidad porque se ve el compromiso de toda la empresa. Ver figura 17

Figura 17. Estructura para promoción de TPM



Fuente. Autores

5.2.4. PASO 4: Establecimiento de políticas y metas para el TPM

El grupo responsable de este paso debe ser muy cuidadoso en el establecimiento de las políticas y metas ya que de esto depende lo que se va a medir y el fin que

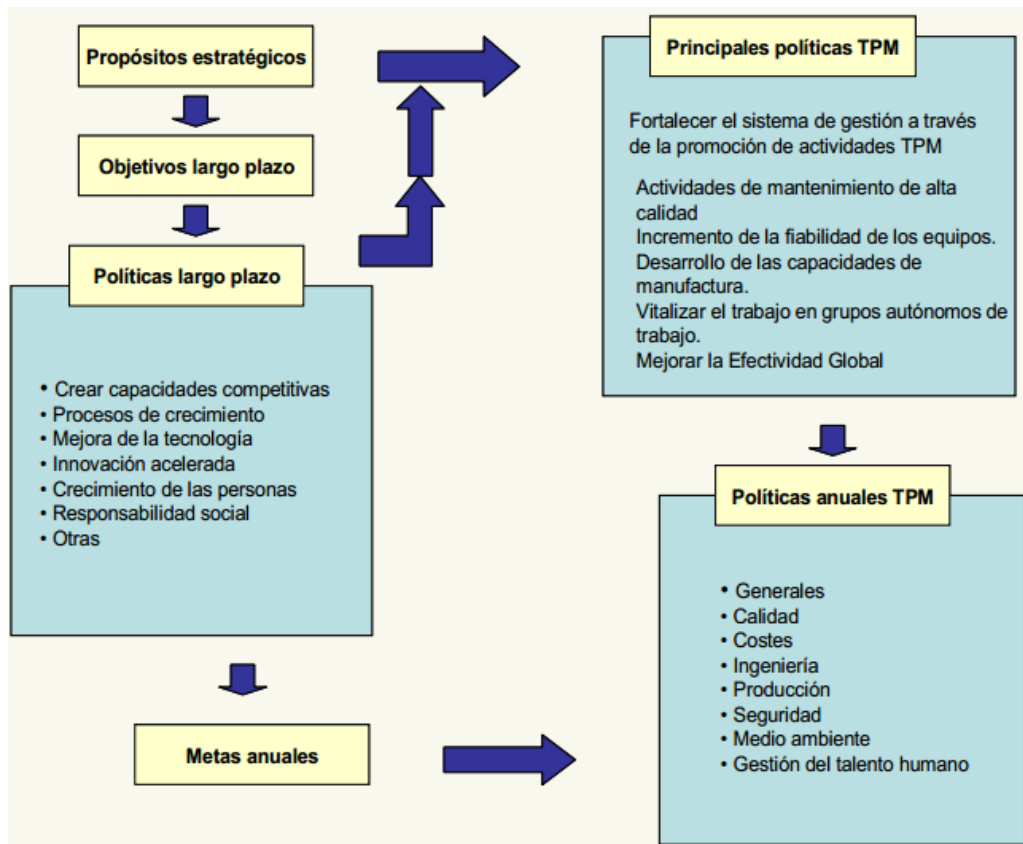
se le va a dar. Hay que tener en cuenta que las políticas y las metas van a ser a largo plazo más o menos de 3 a 5 años, por lo tanto básicamente se debe comprometer con el programa e incorporar procedimientos específicos para el desarrollo del TPM.

Aunque normalmente se está recordando los planes del TPM en la empresa por los diferentes medios promocionales que se instauran, no se puede perder el foco principal, por lo que se recomienda siempre estar recordando las metas globales.

Estar en constante pregunta es un buen método para medir cada cosa, ya que como bien se dice lo que no se mide no cuenta o más bien, lo que no se planea no se hace, por lo cual se debe ser específico en la meta (Que), la cantidad (Cuanto), y el periodo de tiempo (Cuando) de las acciones que se realizan.

Para la definición de los objetivos, metas y políticas del TPM a alto nivel es necesario insistir, que este proceso afecta a toda la organización. La figura 18 muestra el proceso de formulación y despliegue de las políticas y metas empleadas en varias corporaciones que puede ser una base para la generación de los de la empresa de Servicio que le hace el mantenimiento a la Planta Araguaney.

Figura 18. Formulación y despliegue de las políticas y metas



Fuente.

<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/PDF/pasos%20iniciales%20TPM.pdf>

5.2.5. PASO 5: Formular un plan maestro para el desarrollo del TPM

Para el establecimiento del plan maestro se debe saber primero con que se cuenta para saber cómo se va a generar esta estrategia, tener en cuenta que se debe incluir el programa diario de promoción, empezando por la fase de preparación anterior a la implementación

Para tener una mejor claridad es preciso entender que el plan se puede centrar en cinco actividades de mejora básica:

- Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas (realizado por equipos de proyectos)
- Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios (siguiendo un método de siete pasos)
- Aseguramiento de la calidad
- Establecer un programa de mantenimiento planificado
- Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades

La planificación es un instrumento fundamental para el desarrollo del TPM en la empresa considerándose como una verdadera proyección orientada a la implantación de cada uno de los pilares del TPM de forma entrelazada, siempre teniendo en cuenta sus restricciones y características dependiendo de la empresa de Servicios a la que se le va a aplicar los planes maestros que muestran las líneas de acción para implantar el TPM.

5.2.6. PASO 6: El “Disparo de salida” del TPM

El lanzamiento del programa dentro de la compañía o mejor llamado KICK-OFF (Disparo de salida) es el primer paso en la fase de fundación y equilibrio del programa. El "Disparo de Salida" debe ayudar a cultivar una atmósfera que incremente la moral y dedicación de los trabajadores por lo que se propone hacer con una jornada recreativa, buscando que vean el tema del TPM con una mejora a las condiciones de trabajo ya que es en lugar de trabajo donde se pasa la mayor cantidad de tiempo del día.

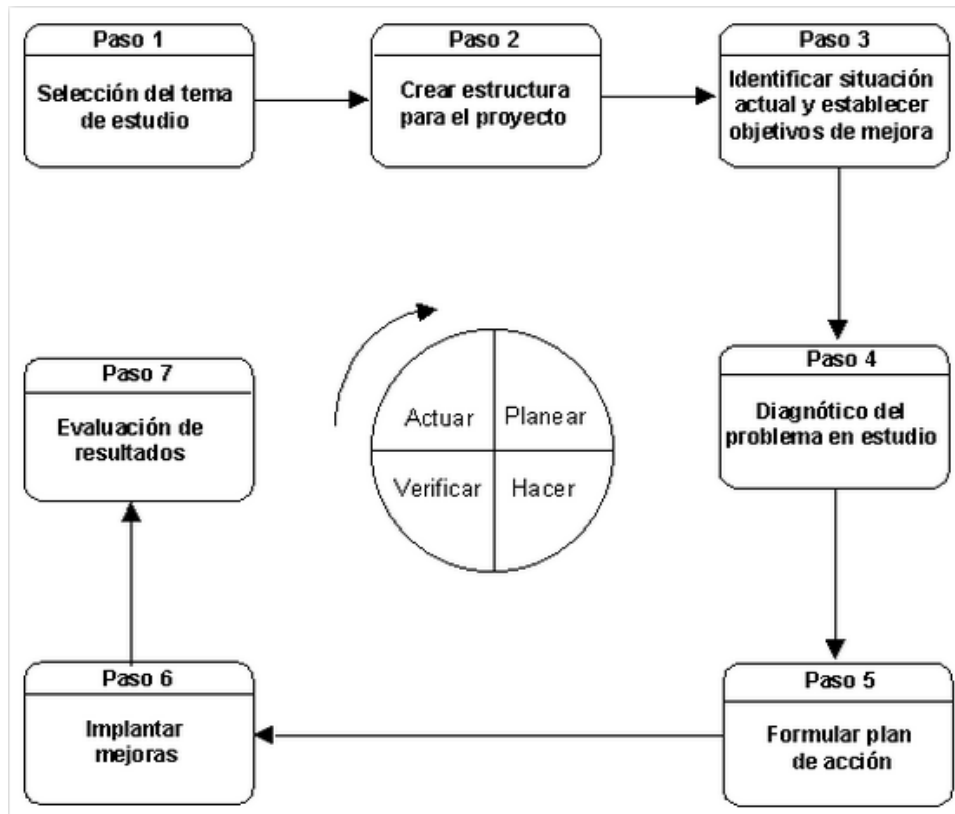
5.2.7. PASO 7: Crear una Organización Corporativa para maximizar la eficacia

- **Realizar actividades centradas en la Mejora Enfocada**

La búsqueda de este paso, es lograr que todo el personal de la empresa como lo son los ingenieros, los técnicos de mantenimiento, los líderes de campo, se organicen en equipos pequeños de proyectos que implementen mejoras para eliminar las pérdidas. Al lograr la determinación de la efectividad global de los equipos y el análisis de las causas de baja efectividad se permitirán proponer las estrategias para el mejoramiento.

Las técnicas del TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), como se observa en la Figura 19.

Figura 19.Ciclo PHVA



Fuente. http://html.rincondelvago.com/mantenimiento-productivo-total_1.html

- **Establecer y desplegar el programa de mantenimiento autónomo**

Este tipo de Mantenimiento Autónomo está más orientado a que los operarios sean los que ayuden a que el mantenimiento sea para prevenir el deterioro.

Sin embargo debido a que en la empresa en la que vamos a implementar el TPM es una empresa de servicio, el concepto de operador no aparece por lo que estos siempre son personal del cliente, se busca que el Programa de mantenimiento autónoma sea más dirigido al personal de mantenimiento que realiza las inspecciones diarias a las estaciones, empoderándolos para que

ellos sean los que colaboren en primera instancia en los equipos, independientemente que haya personal especializado para cada uno de ellos.

En este paso como ya previamente se ha realizado la aplicación de las 5S se ha identificado las condiciones iniciales de los equipos, serán la base para el uso de los siete pasos que se con base en experiencias de muchas empresas se han estandarizado:

- a) Paso 1: limpieza inicial
- b) Paso 2: eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles
- c) Paso 3: estándares de limpieza y lubricación
- d) Paso 4: inspección general del equipo
- e) Paso 5: Inspección general del proceso
- f) Paso 6: Sistematización del mantenimiento
- g) Paso 7: Gestión autónoma

Con estos pasos lo que pretendemos buscar es la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos por medio de las inspecciones que mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos.

En esta fase es muy conveniente el uso del Formato que se ofrecerá de La Lección de Punto. Ver figura 20.

Figura 20. Formato propuesto para la Lección de punto

TPM	LECCION DE UN PUNTO		
TEMA	FECHA	No	
UBICACIÓN	EQUIPO	PAG	DE
ELABORADO	APROBADO		
CLASIFICACION			
CONOCIMIENTO BASICO		MEJORA	
MTTO AUTONOMO		MTTO PLANEADO	
SEGURIDAD		PROBLEMA	
OTRO			
DESCRIPCION			
	FECHA	INSTRUCTOR	ALUMNO
1			
2			
3			

Fuente. Autores

- **Programa de Mantenimiento planeado**

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas de los equipos a través de acciones de mejora llevando a los equipos y procesos a su estado ideal de trabajo donde se maximiza su funcionalidad y avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta de la "cero averías" que es el fin de todo mantenimiento.

En este punto se puede decir que se encontraría inmersas las actividades contratadas por el Contratista a Ecopetrol por lo que se deberá trabajar fuertemente en la elaboración adecuada del plan de mantenimiento usando los 6 pasos de este pilar del TPM:

- a) Evaluar cada uno de los equipos y comprender las condiciones actuales.
 - b) Restaurar el deterioro de los componentes o partes del equipo y corregir sus debilidades
 - c) Creación de un sistema de información, recolectando la mayor cantidad de esta.
 - d) Buscar un sistema de mantenimiento periódico o preventivo
 - e) Crear sistemas de mantenimiento predictivo
 - f) Evaluación de la gestión de todo el programa de mantenimiento planeado, unos de los caminos pueden ser las auditorias permanentes al sistema, ya que como dicen “lo que no se mide, no se hace”.
- **Formación sobre capacidades para mantenimiento y operaciones correctas.**

Este pasó o pilar busca destacar las habilidades que tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo se aprende más fácilmente, por lo que es un proceso que se afianzando para colaborar en todos los pasos del TPM ya que el conocimiento es algo continuo y progresivo dependiendo mucho de las motivaciones ya sean profesionales o personales.

La empresa debe entender que la capacitación es una inversión a corto plazo en el personal y que rinde múltiples beneficios, como el que sus trabajadores realicen apropiadamente las labores en los equipos que se le asignan y que busquen siempre afirmar sus habilidades en operación normal.

En resumen el objetivo principal de esta fase es la de aumentar las capacidades y habilidades de los empleados ya que aquí se define lo que hace cada quien y además se apoyan entre si todos los empleados porque hay un ambiente de retroalimentación de la información ya que los que instruyen sobre lo que se hace y como lo hacen son ellos mismos, claro que no hay que olvidar que la capacitación puntual si dependerá de las destrezas y requerimiento de los puestos de trabajo de cada uno.

5.2.8. PASO 8: Crear sistemas para la gestión temprana de equipos

La Gestión Temprana de equipos se debe realizar por el personal de mantenimiento es para generar un enfoque de prevención de mantenimiento y diseño libre de mantenimiento. Objetivo de este paso es el de reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento.

5.2.9. PASO 9: Crear un sistema de mantenimiento de Calidad.

Este pilar busca como propósito que el mantenimiento establezca las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" sea posible, es decir las el mantenimiento de calidad siempre buscan verificar y medir las condiciones habitualmente, para tener como objeto el facilitar la operación de los equipos en punto donde no se generen defectos de calidad.

Mantenimiento de Calidad no es...

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento

- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento

Mantenimiento de Calidad es...

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

5.2.10. PASO 10: Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz TPM en departamentos directos

Este paso coloca como objetivo primordial el eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia del sistema.

Debido a que el TPM es aplicable a todos los departamentos como el de finanzas, compras, almacén es importante que cada uno haga su trabajo a tiempo.

Se observa que en estos departamentos las siglas del TPM toman estos significados:

T.- Total Participación de sus miembros

P.- Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)

M.- Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

5.2.11. PASO 11: Desarrollo de un sistema para la gestión de la salud, la seguridad y el medio ambiente

Este paso busca como crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación. Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea agradable y seguro, y como lo sabemos muchas veces ocurre que la contaminación en el lugar de trabajo es producto de un mal funcionamiento del equipo y esto es debido a las prácticas que tenemos de este, también muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los espacios que se le asignan a los equipos y herramientas en el área de trabajo que nos desenvolvemos.

Esta fase es tal vez la más adelantada de la empresa ya que normalmente en todos los sitios de trabajo hablando de las estaciones y de los talleres tenemos todo tipo de señales visuales, ya que la filosofía que se cumple es la trabajada en Ecopetrol, que en los últimos años ha prestado bastante atención a este tema.

5.2.12. PASO 12: Implantación Plena del TPM

En este paso se lograrán recoger los frutos por los que se ha venido trabajando para perfeccionar la implantación del TPM y fijar metas futuras más elevadas. Durante este período de estabilización, cada uno ya trabaja continuamente para mejorar los resultados obtenidos y lo cual marca realmente el comienzo del

programa de mejoramiento continuo empresarial. Esta es la meta que logramos que la empresa contratista que realiza el mantenimiento a la Planta Araguaney logre llegar.

6. CONCLUSIONES

Después de indagar y proponer este método de TPM que consideramos es más una filosofía se pueda determinar que se busca siempre incrementar notablemente la calidad del servicio y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado. Se quiere lograra emplear métodos comunes, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, la comparación competitiva, y sobre todo la documentación de todos los procesos para su mejoramiento y optimización.

El TPM se deberá implantar como una disciplinada para aumentar el conocimiento de todo el personal sobre los equipos y procesos, conservar y transferir el conocimiento existente en todos los sitios de la planta, ayudar a innovar permanentemente la organización, eliminar todo tipo de despilfarro existente en una planta industrial y crear capacidades competitivas desde los procesos Industriales

Se buscará por medio de esta metodología hacer un cambio drástico para que las personas transformen sus ideas y comportamiento, por lo cual se alterara un poco la cultura general de la empresa, con el fin de conseguir que todos los empleados participen en todos los niveles y en especial, en los niveles superiores.

BIBLIOGRAFÍA

Cuatrecasa Arbos, Luis y Torrell Martines, Francesca: TPM en un entorno lean Managen, Madrid España, 2010

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13_n26/pdf2/a05v13n26.pdf

http://www.ecopetrol.com.co/especiales/mapa_infraestructura.htm

NAKAJIMA, Seiichi, Introducción al TPM: Mantenimiento Productivo Total. Madrid: Productivity Press, 1991

Roberts, Dr. Jack, Departamento de Tecnología e Ingeniería Industrial Texas A&M University-Commerce