

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE UN SISTEMA TPM PARA LA EMPRESA
TIGRE COLOMBIA

MIGUEL FERNANDO ALVAREZ PEÑA
LUIS ENRIQUE OÑATE ROJAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2017

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE UN SISTEMA TPM PARA LA EMPRESA
TIGRE COLOMBIA

MIGUEL FERNANDO ALVAREZ PEÑA
LUIS ENRIQUE OÑATE ROJAS

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia del Mantenimiento

Director

FREDY ALONSO ESTUPIÑAN SALAZAR
Especialista En Automatización Industrial

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

2017

AGRADECIMIENTOS

Damos gracias a Dios que nos bendice día a día con la fuerza para acarrear las tareas de nuestra profesión de ingenieros mecánicos, también a nuestras familias ya que sin ese apoyo personal no sería posible las cosas que realizamos día a día.

La fe, el esfuerzo y optimismo dedicado a lo largo de los años de estudio, son el fruto de la gente que creyó en nosotros, apoyándonos en todo sentido dándonos la mano a través de la educación y brindándonos todo su apoyo incondicional para estar más cerca nuestra meta profesional.

Es por ello que este trabajo está dedicado a todas aquellas personas que a lo largo de esta etapa nunca nos dejaron solos, a Dios por darnos las fuerzas para seguir adelante, a nuestros queridos padres los cuales nos apoyaron durante la vida y nos supieron guiar, aconsejar y dar la mejor herencia; la educación. A nuestros hermanos los cuales nos brindaron un apoyo incondicional y a nuestros amigos con quienes compartimos nuestras vidas.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	17
1. TIGRE COLOMBIA	19
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	19
1.2 RESEÑA HISTÓRICA	20
1.3 POLÍTICAS CORPORATIVAS	25
1.3.1 Misión.....	25
1.3.2 Visión	26
1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS EN PVC	26
1.4.1 Materias primas para la fabricación de tubos de PVC	26
1.4.1.1 los estabilizantes.....	28
1.4.1.2 Los lubricantes.....	28
1.4.1.3 Los pigmentos.....	28
1.4.1.4 Aditivos especiales	29
1.4.2 Fabricación del tubo de PVC	29
1.4.2.1 Extrusión.....	31
1.4.2.2 Tipos de tuberías	34
1.4.2.3 Inyección.....	37
1.4.2.4 Etapas del proceso de inyección	38
1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	40
1.5.1. Organigrama del Área del Mantenimiento.....	41
1.6 ANÁLISIS DEL PROBLEMA	41
1.6.1 Tipo de mantenimientos.....	43
1.6.2 Responsables del mantenimiento	44
1.6.3 Registros de mantenimiento	46

1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	46
2. OBJETIVOS.....	47
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	47
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	47
3. MARCO TEÓRICO.....	48
3.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	48
3.2 CRONOLOGÍA DEL TPM.....	50
3.3 OBJETIVOS DEL TPM.....	51
3.4 LAS PERDIDAS QUE COMBATE EL TPM.....	52
3.5 PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM.....	53
3.6 PILARES DEL TPM.....	59
3.6.1 Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen.....	60
3.6.2 Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen.....	61
3.6.3 Mantenimiento Planificado.....	61
3.6.4 Mantenimiento De Calidad o Hinshitsu Hozen.....	61
3.6.5 Prevención del Mantenimiento.....	61
3.6.6 Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo.....	62
3.6.7 Formación Y Adiestramiento.....	62
3.6.8 Gestión de Seguridad y Entorno.....	62
3.7 LAS 5'S Y EL PORQUÉ DE SU IMPORTANCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM.....	63
4. IMPLEMENTACION DEL TPM.....	65
4.1 LISTADO DE EQUIOS.....	68
4.2 MATRIZ DE CRITICIDAD.....	73
4.3 SELECCIÓN DE LOS PILARES A TRABAJAR.....	85
4.3.1 Pilar De Mantenimiento Autónomo.....	87
4.4 DETECCIÓN DE ANORMALIDADES.....	93
4.4.1 Gestión De Tarjetas.....	94
4.4.2 Medidas Para Cero Fallos.....	94

4.5 PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO	95
4.5.1 Diagnóstico de la situación actual	96
4.6 PILAR DE GESTIÓN Y SEGURIDAD DEL ENTORNO	97
4.7 EDUCACION Y ENTRENAMIENTO	100
4. 7.1 Auditorias De Paso	101
5. CONCLUSIONES	102
6. RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFIA	105
ANEXOS	106

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa Ubicación Tigre Colombia S.A.S.....	20
Figura 2. Peine de Cuerno de búfalo.	21
Figura 3. Pipa Producción Tigre.....	22
Figura 4. Abanico de producción Tigre.	23
Figura 5. Partes de Extrusora.	32
Figura 6. Tubería Compacta PVC.....	34
Figura 7. Tubería estructurada.....	35
Figura 8. Tubería corrugada.	36
Figura 9. Organigrama Tigre Colombia.....	40
Figura 10. Organigrama área de mantenimiento.	41
Figura 11. Mapa de procesos Tigre Colombia.	42
Figura 12. Costo de mantenimiento correctivo.....	44
Figura 13. Pilares del TPM.	60
Figura 14. Filosofía de las 5s.....	63
Figura 15. Ruta de la calidad.	64
Figura 16. Cinco medidas para cero fallas.....	95
Figura 17. Contribución del TPM a la seguridad en el trabajo.	99

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Materiales / Peso	31
Tabla 2. Flujo del proceso de producción.	36
Tabla 3. Cronología del TPM en la Historia.	50
Tabla 4. Listado de la maquinaria y equipos de Tigre Colombia.....	68
Tabla 5. Criterios de matriz de criticidad.....	74
Tabla 6. Matriz de criticidad de maquinaria y equipos Tigre Colombia.	76
Tabla 7. implementación del pilar Mantenimiento Autónomo.....	87
Tabla 8. Implementación filosofía 5s.....	91
Tabla 9. Detección de anomalías.....	93
Tabla 10. Clasificación de averías.	97
Tabla 11. Clasificación del grado de peligrosidad.....	100
Tabla 12. Programación de auditorías.	101

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Tarjeta roja, pilar de mantenimiento autónomo.	106
Anexo B. Tarjeta amarilla, pilar de mantenimiento autónomo.....	107
Anexo C. tarjeta verde, pilar de mantenimiento autónomo.	108
Anexo D. Formato de mantenimiento planeado.....	109
Anexo E. Formato de mantenimiento planeado semanal.	110
Anexo F. Formato de mantenimiento planeado mensual.....	111
Anexo G. Formato de mantenimiento planeado trimestral.....	112
Anexo H. Formato de mantenimiento planeado semestral.	113
Anexo I. Formato de mantenimiento planeado anual.....	114
Anexo J. Hoja de vida de equipos.....	115
Anexo K. Formato de riesgos.....	116

GLOSARIO

ACCIDENTE: Es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1994).

AVERÍA: Se entiende como la pérdida de la función asignada de un componente o conjunto de un equipo de producción. En este sentido se entiende que es causada por factores externos al equipo. (Rey, 2001)

CALIDAD: Es la totalidad de las características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas.

DEFECTO: Es una no conformidad de una de muchas posibles características de calidad de una unidad que puede provocar insatisfacción del cliente. (Rey, 2001)

DISPONIBILIDAD: Característica que permite asegurar que la maquinaria se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento en cualquier momento

FALLAS: Es una condición no deseada que hace que el elemento estructural no desempeñe una función para la cual existe, comparación de lo que está sucediendo con lo que debería suceder

LIMPIEZA: forma de inspección, además de remover el polvo, suciedad, grasa, aceite y otros contaminantes presentes en los equipos, su principal objetivo es descubrir defectos que no se perciben a causa de la presencia de estos factores.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO: Técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse con base en un plan justo antes de que falle.

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE UN SISTEMA TPM PARA LA EMPRESA TIGRE COLOMBIA.¹

AUTOR: MIGUEL FERNANDO ALVAREZ PEÑA y LUIS ENRIQUE OÑATE ROJAS²

PALABRAS CLAVE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, OPERACIONAL, CRITICIDAD, INSPECCION, DETERMINACION, TRANSFORMACION DE MATERIA PRIMA

DESCRIPCION O CONTENIDO: Ésta monografía está realizada con el ánimo de poner en práctica los conocimientos adquiridos tras la especialización de gerencia del mantenimiento de la universidad industrial de Santander seccional Bogotá (ASEDUIUS), en un ámbito netamente empresarial aplicado en este caso a la empresa Tigre Colombia S.A.S.

Esto con el ánimo de dar una mayor disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, desde el área de mantenimiento, al área de producción de dicha empresa, mediante el diseño de un plan para la aplicación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM).

Con estos juicios de criticidad se realiza unas tareas de mantenimiento preventivo para los equipos considerados críticos y se crea un plan de mantenimiento preventivo para estos equipos, partiendo de las funciones, modos de fallas y efectos, que nos permitirán determinar el plan de mantenimiento basado en técnicas preventivas necesarias para los equipos definidos, en un modelo de gestión de mantenimiento que permitan medir el cumplimiento y efectividad de la estrategia de mantenimiento propuesta.

El alcance al cual queremos llegar con esta monografía, es poder mostrar los pasos para una buena implementación de las estrategias del TPM en los procesos productivos, ya que esta filosofía no solo va ligada al mantenimiento como tal, sino también a todas las áreas que componen dicha empresa, eso sí enfocándonos en el área del mantenimiento.

¹ Monografía.

² Facultad Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Fredy Alonso Estupiñán Salazar, Especialista en Automatización Industrial.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF THE STRATEGY OF A TPM SYSTEM FOR THE COMPANY TIGRE COLOMBIA.³

AUTHOR: MIGUEL FERNANDO ÁLVAREZ PEÑA and LUIS ENRRIQUE OÑATE ROJAS⁴

KEY WORDS: PRODUCTIVE MAINTENANCE TOTAL, OPERATIONAL, CRITICITY, INSPECTION, DETERMINATION, TRANSFORMATION OF RAW MATERIAL

DESCRIPTION OF THE CONTENT: This monograph is made with the aim of putting into practice the knowledge acquired after the specialization of maintenance management of the industrial university of Bogotá (ASEDUIUS), in a purely business environment applied in this case Tigre Colombia SAS.

This in the spirit of greater availability and reliability of the machinery, from the maintenance area, the production area of the company's idea, by designing a plan for the implementation of a total maintenance system (TPM).

With these criticisms of criticality, preventive maintenance tasks are performed for critical equipment and a preventive maintenance plan is created for these equipment, based on the functions, failure modes and effects, which will allow us to determine the maintenance plan based on Necessary preventive techniques for the defined equipment, in a model of maintenance management that allow to measure the compliance and effectiveness of the proposed maintenance strategy.

The scope that you want to achieve with this monograph is to show the steps for a good implementation of TPM strategies in production processes, as this philosophy is not only linked to maintenance as such, but also to all areas that make up This company, that yes focusing on the area of maintenance.

³ Monograph.

⁴ Faculty of Physical – Mechanical Engineering. Mechanical Engineering School. Maintenance Management Specialization. Director: Fredy Alonso Estupiñán Salazar, Industrial Automatization Specialist.

INTRODUCCION

Habitualmente el mantenimiento se define como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones, a lo largo del proceso industrial el mantenimiento ha vivido diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los operarios quienes se encargaban de la reparación de los equipos, cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaban empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento enfocados básicamente en actividades correctivas. A partir de la primera guerra mundial y sobre todo en la segunda aparece el concepto de fiabilidad y los departamentos de mantenimiento buscan no solo corregir si no prevenir las posibles fallas de los equipos, por tal motivo surge la necesidad de crear una nueva figura cuya función es estudiar que tareas deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto aumenta y con él los costos de mantenimiento, buscando aumentar y fiabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y por ende los costos asociados.

Sobre los años ochenta comienza a introducirse la idea que puede ser rentable volver al modelo inicial: que los operarios de producción se encarguen del mantenimiento de los equipos. Es entonces cuando se desarrolla el TPM TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT O MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, como una estrategia de mantenimiento destinada a obtener la máxima efectividad de los equipos productivos por medio de la eliminación de sus averías y paros imprevistos mediante la participación de todos los empleados de la empresa en función de sus capacidades y conocimientos en el que algunas de las tareas realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas transferidas son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes y pequeñas

reparaciones. Se pretende conseguir con esto que el operario se implique más con el cuidado de la máquina, siendo el objetivo de TPM las cero averías.

Como la filosofía de mantenimiento TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano en lugar de la tecnología.

1. TIGRE COLOMBIA

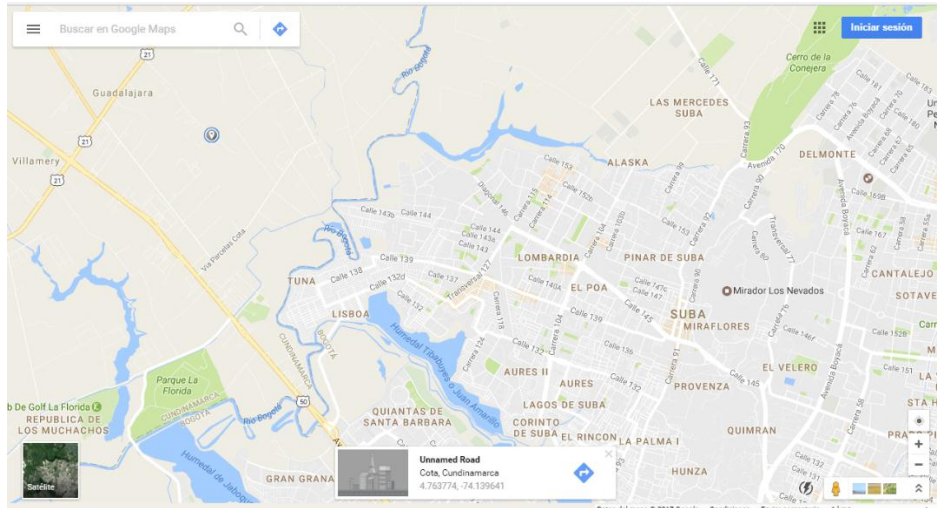
Tigre es una multinacional brasileña, líder en los distintos mercados en los que opera, Tigre es sinónimo de vanguardia y la innovación. La marca ofrece productos que cumplen con la construcción de mercados, infraestructura, riego e industrial. El grupo está presente en alrededor de 40 países, cuenta con siete mil empleados, nueve plantas en Brasil y 13 en el extranjero. Además de tuberías y accesorios, también forman parte de la cartera de marcas de Claras Soluciones Marcos, Tigre herramientas de pintura y ADS Tiger, con tubos de polietileno de alta densidad para el saneamiento y drenaje.

Tigre pone a la gente primero. Y que prácticamente lo resume todo: la formación de los profesionales, que representan más de 100.000 por año relación, estrecha y fiel con los socios comerciales y un profundo conocimiento de las necesidades y deseos de los consumidores. Estas son las fuentes para la perpetuación de la empresa, con la creación de soluciones innovadoras para la construcción de un mundo mejor, de forma permanente

1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Tigre Colombia se ubica en el KM 1.5 Vía Siberia - Condominio Empresarial Potrero Chico, Parque Industrial Robles II Bodega 7 y 8. Hace 9 años comienza su operación en el país.

Figura 1. Mapa Ubicación Tigre Colombia S.A.S.



Fuente: <https://www.google.es/maps/@4.7497367,-74.1455849,14z>

1.2 RESEÑA HISTÓRICA

La compañía comenzó pequeña y de una manera simple. Además de arremangarse y trabajar en la fábrica, John era un manitas: líder en la producción, la calidad y también fue responsable de la parte administrativa y de ventas. Ahora sabemos un poco más sobre el "trío elegante", los primeros productos del tigre.

Su primer producto fue peines cuya base prima era los cuernos de bovinos, En 1941, John Hansen Jr., entonces de 25 años, compró una pequeña fábrica de peines llamados Tigre en Joinville. Para producirlos, que tenía una maquinaria sencilla en un pequeño cobertizo con dos ventanas, llamado "Ranchinho" los primeros 23 empleados. Los cuernos vinieron de los mataderos en los vagones y fueron llevados a la fábrica en carretillas o carros.

En 1942, siempre en la búsqueda de nuevas oportunidades, John comenzó a aumentar la cartera de productos de la compañía.

Figura 2. Peine de Cuerno de búfalo.



Fuente: <http://www.tigre.com.br/memoria-tigre/es>

En 1942, siempre en la búsqueda de nuevas oportunidades, la compañía emergente busca ampliar su catálogo de productos para abordar más el mercado.

Por ende, se realiza la adquisición de una fábrica artesanal de tubos, pero no hay manera de manejar el negocio, que propone una sociedad. Pronto, la compañía añadió las tuberías marca Sawa a los peines tradicionales de tigres en su producción.

Con esta nueva oportunidad de negocio, Tigre tomó las puntas de los cuernos que no se utilizan en la producción de peines, fabricando con estos pipas y boquillas para tubos. Esta diversificación de productos generó un aumento en las ventas y el número de personal de la planta, yendo a 50 empleados en tan sólo tres años.

Figura 3. Pipa Producción Tigre.



Fuente: <http://www.tigre.com.br/memoria-tigre/es>

Después de la Segunda Guerra, varios compuestos de productos plásticos inundando el país. De mayor calidad y mas baratos, esto llamo la atención de la Empresa y esta se dio cuenta de que sus peines de cuerno de buey pronto no tendrían más tiempo en el mercado.

En el año de 1943 con el fin de adquirir una máquina de inyección de plástico para la fabricación de una nueva forma de sus productos, John Hanssen fundador de la compañía junto con su hermano Hans G.viajaron de Ramminger de Sao Paulo a Río de Janeiro, teniendo una petición de su esposa, un abanico de esta ciudad. La adquisición de la máquina era más fácil que encontrar un abanico. John sólo

encuentra abanicos caros e importados. Luego vino la idea: ¿por qué no hacer abanicos más baratos y a mayor disponibilidad para todas las mujeres? ¿Y por qué no de plástico?

Esto conlleva a la fabricación de artículos de plástico, que incluían peines, pipas, vasos, platos, juguetes, cables de machete y de cruz, esto conlleva a que Tigre se convirtiera en una de las primera empresa de plástico en Brasil.

Con una buena aceptación y muchas aplicaciones en el país, era necesario invertir en el perfeccionamiento de los abanicos. Lourdes Hardt, artista y profesor amigo de la familia Hansen (familia fundadora de la empresa Tigre), era la mejor opción para mejorar el producto. Ella sugirió una línea de abanicos más elaborados, decorado con cañas cubiertas de encajes y telas pintadas a mano. Así nacieron los “abanicos Minuet”, cuya elegancia fue ganando mercado de accesorios de Brasil, este producto acompañó a la sociedad brasileña en los años 40 y 50: peines tigre, tuberías Sawa y ventiladores Minuet.

Figura 4. Abanico de producción Tigre.



Fuente: <http://www.tigre.com.br/memoria-tigre/es>

Ya en el año de 1950 entra en el mercado un nuevo producto, el PVC (cloruro de polivinilo), este es un material que ya se ha trabajado a utilizarse en instalaciones hidráulicas en los Estados Unidos, el uso de PVC comenzó en Santa Catarina gracias a Tiger. En ese momento, la compañía tenía más de 200 empleados.

Con este nuevo material se genera una revolución en diferentes sectores de la industria, tales como la industria de la construcción, la industria eléctrica, la industria de infraestructura, entre otras.

En 1958 Hansen viajó a Hannover para la Gran Exposición de plástico. Volvió con un producto en particular en mente: PVC rígido. Creó la primera línea de roscable PVC rígido. Pocos creían en tuberías y conexiones de PVC, después de todo, ¿qué podría ser mejor que los tubos de hierro? Tuberías oxidadas y se pudrían. Allí comenzó una gran escapada paradigmas conservadores. si cambia-ese momento el futuro de una empresa. Más que eso, si cambia, el futuro de las instalaciones hidráulicas en Brasil y en las Américas.

Tigre ve la posibilidad de aumentar su negocio con la fabricación de tubería en pvc para ampliar su participación en este mercado que empezaba a dar sus “primeros grandes saltos”.

En el año de 1977 Tigre tiene en la mira el mercado latinoamericano, su primer objetivo paraguay, Tigre informatizado plenamente sus oficinas y ha desarrollado servicios como el telemarketing. En ese momento, la compañía está presente en 15 estados brasileños, además de una fábrica en Paraguay y distribuidores en Bolivia y Argentina.

En el año 2009 Tigre comienza su operación en el país y hace 2 años empieza a generar ingresos considerables para empezar su crecimiento en producción, hoy en día vende más de lo que produce, generando pérdida de clientes por el

incumplimiento de pedidos, debido a fallos y parada no programada de las maquinas.

1.3 POLÍTICAS CORPORATIVAS

Misión, visión, valores, objetivos y pilares de los más diversos conceptos utilizados para organizar y optimizar el pensamiento empresarial y la consiguiente planificación estratégica contribuyen al tigre sigue convencido en sus creencias, sus raíces desde 1941, el fundador y lealtad pionera de los que lo sucedió.

Hay ya 75 años en el tigre es el líder multinacional brasileño en su mercado, conocido por soluciones innovadoras pioneras que marcan la diferencia en los edificios y reformas millones de brasileños. Creemos que donde vive la gente siempre puede ser mejor, y por eso trabajamos para el agua y las aguas residuales tratadas son accesibles para todos. La compañía es más conocido y respetado de marca en el sector de la construcción, más un socio de referencia de la industria del comerciante por la calidad y la innovación y la mejor compañía en la industria para trabajar.

El tigre pone a la gente primero. Y que prácticamente lo resume todo: la formación de los profesionales, que representan más de 100.000 por año relación, estrecha y fiel con los socios comerciales y un profundo conocimiento de las necesidades y deseos de los consumidores. Estas son las fuentes para la perpetuación de la empresa, con la creación de soluciones innovadoras para la construcción de un mundo mejor, de forma permanente.

1.3.1 Misión: Crear soluciones innovadoras para el mundo de la construcción.

1.3.2 Visión: Estamos seguros de que el lugar donde vive la gente siempre puede ser mejor.

1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS EN PVC

Las tuberías popularmente llamadas PVC rígido que, por acuerdo convencional internacional, deberían definirse con mayor propiedad como de UPVC (PVC no plastificado, del inglés Unplasticized Poly-Vinyl-Chloride) son las tuberías de plástico de mayor difusión en todo el mundo. Por plásticos, más acertadamente, por producto polimérico, debe entenderse un material obtenido sintéticamente, por transformación de productos naturales, cuya composición principal está formada por combinaciones macromoleculares. Por lo general, y bajo aplicación de ciertas condiciones son moldeables. Los materiales plásticos se dividen, por naturales, en termoplástico y termoestables. Estos últimos se endurecen en forma irreversible, una vez tratados con calor y presión. El PVC es un termoplástico y como su palabra indica (termo = calor; plástico = blando), se ablanda con calor y mantiene sus propiedades intrínsecas en sucesivos tratamientos térmicos, características éstas que definen su procedimiento de fabricación, su empleo y también sus limitaciones.

1.4.1 Materias primas para la fabricación de tubos de PVC.: Para la fabricación del tubo son indispensables, además de la resina de PVC, lubricantes, estabilizantes, pigmentos y otros aditivos auxiliares.

Resinas de PVC Existen dos procedimientos básicos para la fabricación de resina destinada a la extrusión de tubos:

- Por suspensión
- Por masa

El procedimiento de emulsión no es adecuado para producir tubos. La calidad de los tubos obtenidos con ambos tipos de resina es igualmente buena. Las características más importantes de la resina de PVC para la fabricación de buenos tubos son:

- Índice de viscosidad Da idea del peso molecular de la resina. Para tubos de presión debe emplearse una resina de Nr. K \approx 68
- Peso específico (aparente) Debe ser superior a 0,55kg/dm³ para dar buena producción de tubo.
- Colabilidad² La mayor posible, facilita la producción
- Granulometría Es importante la distribución granulométrica para dar buena producción y una gelificación uniforme. El diámetro medio suele estar sobre las 140
- Estabilidad térmica La mayor posible, permitirá una transformación más segura y fácil.
- Porosidad del grano De un 15 a 18%
- Color Blanco
- Contenido de monómero libre < 1 ppm para evitar desgases en talleres de transformación de tubos.
- Humedad Debe ser <3% para evitar dificultades de transformación. El almacenamiento de la resina puede hacerse en grandes silos para posterior transporte en cisternas, o bien en sacos de 25 kg. La buena colabilidad de la resina permite el transporte neumático con las consiguientes ventajas de posible automatización en la fabricación de tubos para un coste de fabricación muy bajo. Así el transporte de la resina desde los silos generales a las mezcladoras, la adición dosificada de los aditivos, el transporte de las mezclas a silos intermedios y de éstos a las extrusoras puede efectuarse de forma automática con un mínimo coste. Estas ventajas de automatización son especialmente valiosas al tener que fabricarse los tubos de PVC en turnos ininterrumpidos

1.4.1.1 los estabilizantes: Son aditivos necesarios para evitar la parcial degradación de PVC a las temperaturas de 180-200 °C que necesariamente se debe alcanzar en las extrusoras para obtener una buena gelificación y formación de la pared del tubo.

Estos aditivos suelen ser sales orgánicas e inorgánicas de un metal, con la función de combinar el CIH, producido en la degradación térmica, con el metal, mientras el anión orgánico o inorgánico satura el doble enlace que aparece en la molécula de PVC. Entre los estabilizantes más usados tenemos: Sulfato tribásico de Plomo, Esteárate Dibásico e Plomo, Fosfito Dibásico de Plomo, Estearato de Calcio, Estearato de Zinc, Estearato neutro de Plomo.

1.4.1.2 Los lubricantes: Estos aditivos son necesarios para disminuir el rozamiento entre granos del PVC fundido y las paredes metálicas de la prensa de extrusión e hileras. Además, también mejoran el flujo del propio PVC gelificado. Según su acción predomine sobre el primer efecto o segundo mencionados, reciben el nombre de lubricantes externos o internos. Entre los lubricantes más comunes se encuentran el Ácido Esteárico, Ceras parafinicas o poliolefinicas, etc.

1.4.1.3 Los pigmentos: Se dan para dar opacidad y en consecuencia resistencia a la luz, caso del Dióxido de Titanio (TiO₂) y para proporcionar la base de una coloración. El color gris de los tubos más difundido y normalizado en el mundo se obtiene con TiO₂ y negro carbono.

1.4.1.4 Aditivos especiales: Son aquellos que, sin contribuir decisivamente a la obtención del tubo extruido, mejoran sus características finales. A este grupo pertenecen p. ej. los modificadores de impacto y los absorbentes de radiación ultravioleta

1.4.2 Fabricación del tubo de PVC: La fabricación de tubo de PVC puede considerarse como un proceso de laboratorio a gran escala, totalmente limpio. No produce ningún tipo de contaminación.

Su consumo de agua es muy pequeño, generalmente en ciclo cerrado, utilizando solamente como medio refrigerante, no alterándose en ningún caso por no entrar en contacto directo con productos químicos.

- No genera gases nocivos ni ambiente pulverulento en condiciones normales de explotación.
- No genera niveles de ruido molestos.
- No presenta peligro alguno de incendio por ser el PVC un producto autoextinguible.
- El personal obrero no está sometido a esfuerzo físico, que se reducen valores testimoniales con el alto grado de automatización de las modernas fábricas.
- El consumo energético es muy bajo, aproximadamente entre 0,5 a 1 KW/kg de tubo de PVC y las temperaturas de transformación máximas constantes y localizadas, entre 180- 200° C, no producen un ambiente de trabajo molesto.

En todos los órdenes, la fabricación de tuberías de PVC contribuye a los ideales sociales de hoy día para una industria transformadora. Finalmente no debe olvidarse que al requerir el tubo de PVC menos energía para ser fabricado que cualquier otro tipo de tubería, incluyendo en esta consideración la extracción, importación de

crudos de petróleo y subsiguiente refino para la obtención de materia prima, contribuyen al ahorro energético de la nación y no precisamente con magnitudes testimoniales. Los kilos equivalentes de petróleo utilizados en la obtención de la materia prima y su transformación para la fabricación de 100 metros de tubería de 100 mm de diámetro son:

Fundición = 1. 970 kg. Eq petróleo

Amianto.cemento = 379 kg. Eq. Petróleo

Poli (cloruro de vinilo) PVC= 154kg. Eq. Petróleo

Este ahorro se extiende todavía más allá, en el posterior empleo del tubo, gracias a su ligereza $1\text{m}^4 \text{ kg/dm}^3$ (transporte, colocación, etc.) a la vista de la siguiente comparación, que ilustra esta ventaja en relación a tubos de materiales corrientes, basada en normas industriales relativas a tubos de PN 10, de 6m de longitud, incluida la copa de unión:

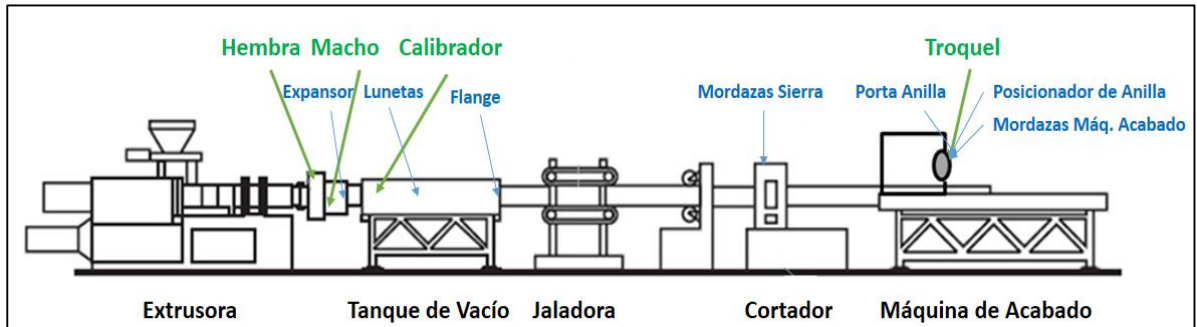
Tabla 1. Materiales / Peso

MATERIALES	PESO	
	En kg.	En %
PVC	34,2	100
Amianto-cemento	101,4	296,5
Fundición	148	432,7
Fundición-cemento	198	578,9

Fuente: http://www.alphacan.es/datos2/calidad/PDF/Capitulos/Capitulo_02.pdf

1.4.2.1 Extrusión: La palabra extrusión proviene del latín "extrudere" que significa forzar un material a través de un orificio. La extrusión consiste en hacer pasar bajo la acción de la presión un material termoplástico a través de un orificio con forma más o menos compleja (hileras), de manera tal, y continua, que el material adquiera una sección transversal igual a la del orificio. En la extrusión de termoplásticos el proceso no es tan simple, ya que durante el mismo, el polímero se funde dentro de un cilindro y posteriormente, enfriado en una calandria, Este proceso de extrusión tiene por objetivos, proceso que es normalmente continuo, usarse para la producción de perfiles, tubos, películas plásticas, hojas plásticas, etc.

Figura 5. Partes de Extrusora.



Fuente: Extrusión de plásticos, Ramos, Limusa.

Dentro del proceso de extrusión, varias partes debe identificarse con el fin de aprender sus funciones principales, saber sus características en el caso de elegir un equipo y detectar en donde se puede generar un problema en el momento de la operación.

La extrusión, por su versatilidad y amplia aplicación, suele dividirse en varios tipos, dependiendo de la forma del dado y del producto eximido. Así la extrusión puede ser:

- De tubo y perfil
- De película tubular
- De lámina y película plana
- Recubrimiento de cable

Independientemente del tipo de extrusión que se quiera analizar, todos guardan similitud hasta llegar al dado extrusor. Básicamente, una de extrusión consta de un eje metálico central con alabes helicoidales llamado husillo o tornillo, instalado

dentro de un cilindro metálico revestido con una camisa de resistencias eléctricas. En un extremo del cilindro se encuentra un orificio de entrada para la materia prima, donde se instala una tolva para la materia prima, donde se instala una tolva de alimentación, generalmente de forma cónica; en ese mismo extremo se encuentra el sistema de accionamiento del husillo, compuesto por un motor y un sistema de reducción de velocidad.

En la punta del tornillo, se ubica la salida del material y el dado que forma finalmente plástico.

En la actualidad se utiliza este proceso en diversos campos, por mencionar algunos estos son:

- Película tubular
 - Bolsa (comercial, supermercado)
 - Película plástica para uso diverso
 - Película para arropado de cultivos
 - Bolsa para envase de alimentos y productos de alto consumos

- Tubería
 - Tubería para condición de agua y drenaje
 - Manguera para jardín
 - Manguera para uso médico
 - Popotes Recubrimiento
 - Alambre para uso eléctrico y telefónico

- Perfil
 - Hojas para persiana
 - Ventanería

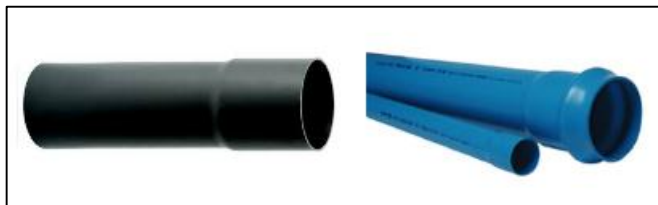
Canales de flujo de Agua

- Lámina y Película Plana
Rafia
Manteles para mesa e individuales
Cinta Adhesiva
Flejes para embalaje
- Monofilamento
Filamentos
Alfombra (Filamento de las alfombras)

1.4.2.2 Tipos de tuberías

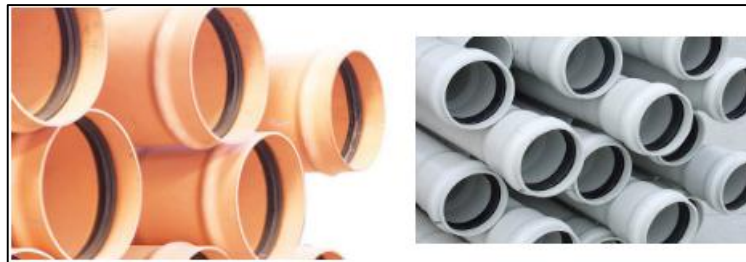
Tuberías compactas de PVC-U: Son las obtenidas por el proceso de extrusión consistente en hacer pasar la mezcla de resina de PVC y aditivos debidamente acondicionada, caliente y por lo tanto, moldeable a través de una boquilla con sección anular. La pared del tubo resultante tiene un espesor homogéneo en toda su sección anular, completamente llena y compacta.

Figura 6. Tubería Compacta PVC.



Tuberías estructuradas: Son las obtenidas por un proceso de extrusión que varía según el diseño de la pared de la tubería. Este diseño de pared estructurada hace que aumente su momento de inercia, aumente la rigidez anular sin necesidad de aumentar el espesor de pared, resolviendo de forma económica la resistencia de la tubería a cargas externas.

Figura 7. Tubería estructurada.



La capa central expandida permite reducir el peso de la tubería en un 20 o 30% comparado con las tuberías compactas. Otra posibilidad es incorporar en la capa central PVC-U reciclado, manteniendo las propiedades mecánicas, gracias a las capas compactas interior y exterior.

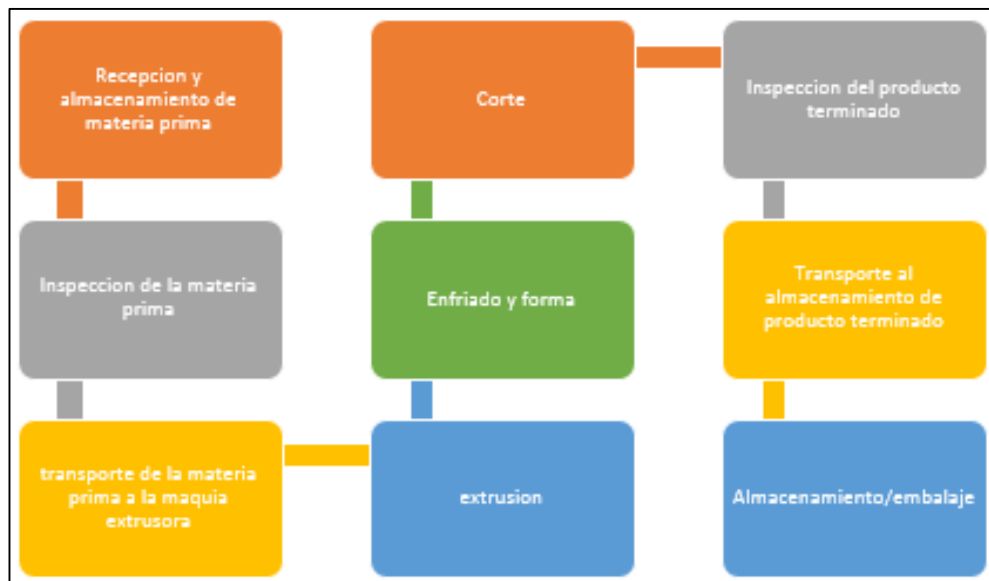
Tubería de doble pared corrugada: Se fabrica por extrusión. La extrusora produce un doble tubo que, mediante un equipo especial de corrugación en continuo, conforma el exterior del tubo, permaneciendo su interior totalmente liso. Los tubos se fabrican con copa y la unión entre ellos y entre tubos y piezas se realiza mediante junta elástica.

Figura 8. Tubería corrugada.



Flujo del proceso de producción: a continuación, se presenta el flujo del proceso productivo a nivel general.

Tabla 2. Flujo del proceso de producción.



1.4.2.3 Inyección: La inyección, es un proceso adecuado para piezas de gran consumo. La materia prima se puede transformar en un producto acabado en un solo paso. Con la inyección se pueden obtener piezas de variado peso y con geometrías complicadas. Para la economía del proceso es decisivo el número de piezas por unidad de tiempo (producción).

Las características más importantes del proceso de inyección son las siguientes:

- La pieza se obtiene en una sola etapa.
- Se necesita poco o ningún trabajo final sobre la pieza obtenida.
- El proceso es totalmente automatizable.
- Las condiciones de fabricación son fácilmente reproducibles.
- Las piezas acabadas son de una gran calidad.

Para el caso de la inyección de plásticos, se han de tener en cuenta las siguientes restricciones:

- Dimensiones de la pieza. Tendrán que ser reproducibles y de acuerdo a unos valores determinados, lo que implicará minimizar las contracciones de la misma.
- Propiedades mecánicas. La pieza deberá resistir las condiciones de uso a las que esté destinada durante un tiempo de vida largo.
- Peso de la pieza. Es de gran importancia, sobre todo, porque está relacionada con las propiedades de ella.

Tiempo de ciclo. Para aumentar la producción será necesario minimizar, en lo posible, el tiempo de ciclo de cada pieza.

Consumo energético. Una disminución del consumo energético implicará un menor coste de producción.

1.4.2.4 Etapas del proceso de inyección: El proceso de obtención de una pieza de plástico por inyección, sigue un orden de operaciones que se repite para cada una de las piezas. Este orden, conocido como ciclo de inyección, se puede dividir en las siguientes etapas:

a) Cierre del molde: Con el cierre del molde se inicia el ciclo, preparándolo para recibir la inyección del material fundido. En esta fase se aplica la tuerza de cierre, que es aquella que hace la máquina para mantener cerrado el molde durante la inyección. Depende de la superficie proyectada de la pieza y de la presión real (presión específica), que se tiene en la cavidad del molde.

b) Fase de llenado: Una vez cerrado el molde y aplicada la fuerza de cierre, se inicia la fase de llenado del molde (inyección). El husillo de la unidad de inyección inyecta el material fundido, dentro del molde y a una presión elevada; al inyectar, el husillo avanza sin rotación. La duración de esta etapa puede ser de décimas de segundo hasta varios segundos, dependiendo de la cantidad de material a inyectar y de las características del proceso.

La finalidad de esta fase es llenar el molde con una cantidad suficiente de material. En la inyección son muy importantes las siguientes variables:

- Velocidad de inyección.
- Presión de inyección.
- Temperatura del material.

c) Fase de mantenimiento: Cuando la presión ha caído hasta el valor del entorno se puede dar por finalizada la fase de mantenimiento. Esta fase condiciona ciertas características de la pieza final, tales como el peso total, sus tolerancias

dimensionales y características internas. Las variables que más afectan en esta fase son:

- Tiempo de mantenimiento de la segunda presión.
- La temperatura del molde.
- Nivel de presión de mantenimiento.
- Ajuste del tiempo de mantenimiento.

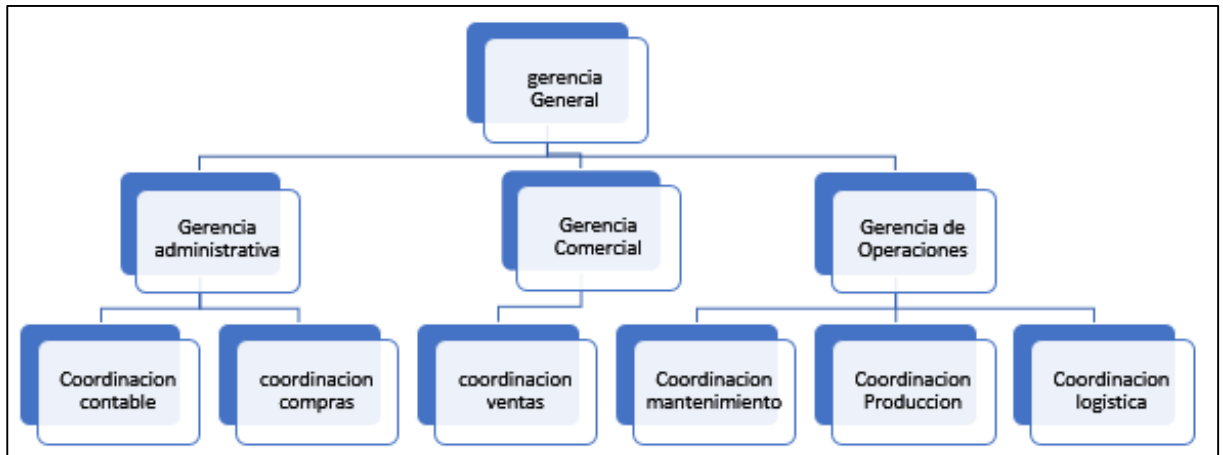
d) Plastificación o dosificación y enfriamiento: Después de aplicar la presión de mantenimiento, comienza a girar el husillo; de forma que el material va pasando progresivamente de la tolva de alimentación a la cámara de inyección, homogeneizándose tanto su temperatura como su grado de mezcla. Esta fase se realiza en forma paralela a la etapa de enfriamiento, acelerando así el tiempo total de ciclo. A medida que el husillo va transportando el material hacia delante, éste sufre un retroceso debido a la acumulación que se produce en la zona delantera. El retroceso del husillo finaliza cuando éste ha llegado a una posición definida con anterioridad. En este momento ya está todo preparado para poder inyectar la siguiente pieza. En la etapa de plastificación también intervienen otros factores importantes como:

- La velocidad de giro del husillo.
- La contrapresión.

e) Apertura del molde y expulsión de la pieza: Cuando se considera que el material de la pieza ha alcanzado la temperatura denominada de extracción, el molde se abre y se expulsa la pieza de su interior para reiniciar el ciclo de inyección.

1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Figura 9. Organigrama Tigre Colombia.

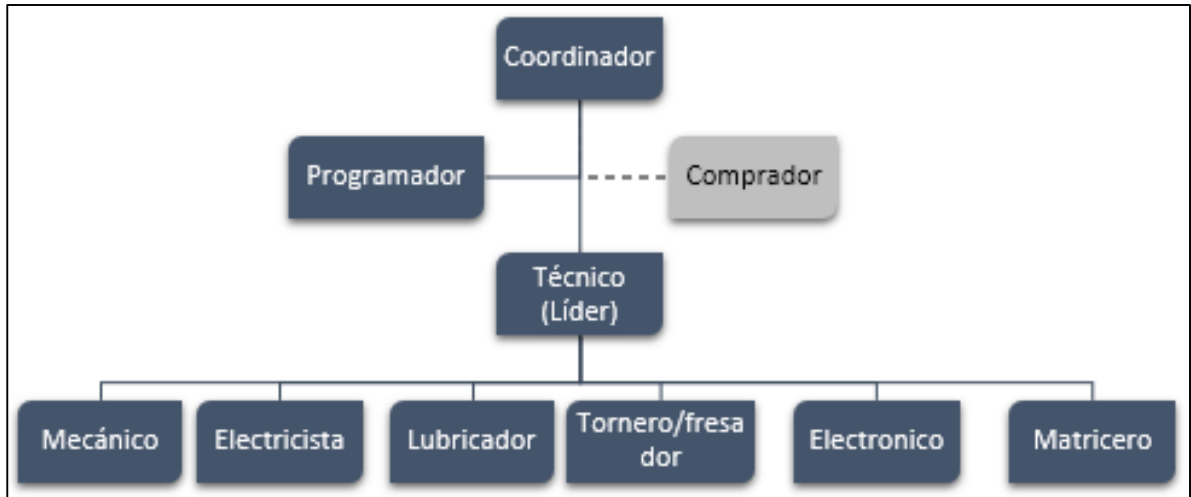


La Gerencia de Operaciones es la Gerencia encargada de liderar los procesos productivos de la empresa, desde la producción hasta la logística de almacenamiento y distribución, esto implica recepción de materias primas, transformación de dichas materias primas, manutención de maquinaria y equipos, almacenamiento y distribución de producto terminado.

Las diferentes coordinaciones se encargan de sus procesos respectivos, la Coordinación de Producción se encarga de tiempos y costos de la producción, y la coordinación Logística, se encarga de todo lo referente a almacenamiento y embalaje del producto terminado.

1.5.1. Organigrama del Área del Mantenimiento

Figura 10. Organigrama área de mantenimiento.



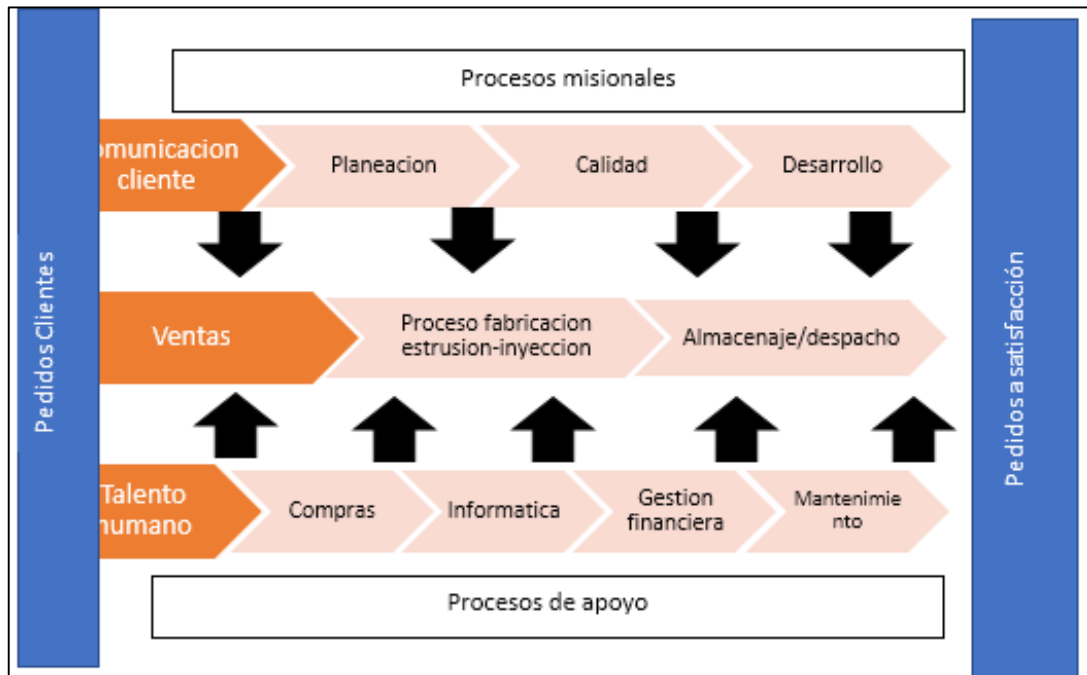
El área de mantenimiento se encarga de la manutención y la disponibilidad de la maquinaria y equipos que se encuentran en planta y del mantenimiento locativo de la infraestructura como tal. Esta liderada por el Coordinador de mantenimiento los cuales tiene a su disposición a sus colaboradores, dando especialmente el direccionamiento a un técnico líder para el diagnóstico y reparación de la maquinaria y equipos.

1.6 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Para hablar del planteamiento del problema primero debemos ver los procesos de los cuales constituye Tigre Colombia y así analizaremos mejor el problema.

A continuación, se verá el mapa de procesemos, en este identificaremos el papel que tiene el área de mantenimiento.

Figura 11. Mapa de procesos Tigre Colombia.



Como se puede ver en la figura, el mantenimiento es un proceso de apoyo, clave para el flujo de producción. Su gestión afectará directamente a los procesos productivos los cuales son extrusión e inyección, incluidos dentro de los procesos misionales de la empresa. El análisis del mantenimiento permitirá detectar oportunidades de mejora en los procesos productivos aumentando la satisfacción del cliente interno y externo.

El mantenimiento de maquinaria y equipos se analizará bajo el modelo Porteriano a partir de tres puntos principales:

- Tipo de mantenimiento
- Responsables del mantenimiento
- Registros del mantenimiento

De acuerdo con información de la gerencia, se encontró que los re-procesos y las devoluciones de producto representaron para el año 2016 una pérdida cercana a

los \$300'200.000 en mantenimiento posventa del producto. Los esfuerzos por reducir las variaciones en los productos y mantener la calidad que mercadeo le ofrece al cliente, se centran actualmente en el proceso de terminaciones dentro de la inspección final. En este punto, las irregularidades e inconformidades pueden ser detectadas antes que lleguen al consumidor final en forma de alertas (inconformidades detectadas a tiempo que no representan un re-proceso) o daños cuando ya representan un re-proceso en alguna de sus operaciones.

Caso contrario a cuando las inconformidades son detectadas por el cliente, ya sea en forma de quejas (no representan re-proceso pero afecta la imagen de la empresa), o reclamos cuando el cliente devuelve la mercancía. Estos re-procesos no toman más de 8 días y debido a que son detectados en la etapa final del proceso, no se tiene identificado claramente de qué proceso proviene el defecto.

1.6.1 Tipo de mantenimientos: Para hacernos una idea el mantenimiento realizado a las máquinas y equipos es de carácter netamente correctivo, sin embargo, no se tiene una trazabilidad en las fallas de estos, incurriendo en paros no planeados, ya sea por falla de máquinas y componentes, falla de material, entre otros, que para el año 2016 generaron en la empresa un gasto de \$1'790.000.000 (según gerencia) por servicio técnico no programado, un 40% más que lo gastado para el año 2015. La empresa no tiene un mantenimiento preventivo en su maquinaria que permita identificar oportunamente posibles averías futuras, disminución de las eficiencias o posibles defectos en su estructura.

El mantenimiento correctivo no cuenta con programación alguna y, por el contrario, se realiza en momentos imprevistos, presentando una serie de desventajas como la posibilidad de daños secundarios en las máquinas, riesgos de seguridad latentes, pérdidas o retrasos en la producción y mayor costo en el mantenimiento. El verdadero costo del mantenimiento correctivo se ve reflejado en las pérdidas en

producción, horarios interrumpidos, costos de reparación y de seguridad.

Figura 12. Costo de mantenimiento correctivo.



Fuente: Implementation of TPM in cellular manufacture (Cárdenas, 2010)

Por lo anterior, además de los costos que la empresa tiene registrados por concepto de mantenimiento, existen otros costos ocultos asociados a cada uno de estos ítems descritos en la figura anterior. En estos momentos la empresa no es consciente de estos costos ocultos que no están directamente relacionados a las máquinas pero que repercuten directamente en su rentabilidad.

1.6.2 Responsables del mantenimiento: Mediante conversaciones con los operarios, fue evidente que ellos no conocen a profundidad las máquinas que

operan, en cuanto a cuáles son las zonas de difícil acceso o peligrosas dentro de la misma, así como la cantidad y la frecuencia de insumos necesaria para su correcta operación, esto conlleva a que los errores de operación sean muy elevados, los técnicos del área de mantenimiento conocen las rutinas de mantenimiento pero en ocasiones desconocen el proceder de los operarios que por razones de desconocimiento operan la máquina de una forma que puede llevar a paros incensarios de la misma.

Un aspecto importante para analizar dentro de este punto es la falta de orden y limpieza de la planta en todos los puestos de trabajo, ya que materiales, herramientas y desechos utilizados y generados en cada uno, no se disponen correctamente en lugares señalizados y demarcados. Al tener lugares de trabajo que no están en condiciones óptimas, resulta difícil detectar fuentes de suciedad y posibles averías en la maquinaria.

De igual manera, se encontró que los gastos en la compra de nuevas herramientas para el año 2016 correspondieron a \$250'000.000, principalmente por la pérdida de estos insumos o su reposición debido a su mal estado. Al no tener estandarizado cuales son las herramientas necesarias en cada uno de los procesos, los empleados no son responsables por las que conciernen a cada una de sus actividades, por lo que las herramientas son de propiedad común sin alguien quien las supervise y vele por su estado. De la misma manera, al no tener los puestos de trabajo en condiciones de limpieza óptimas, no es posible determinar qué elementos son necesarios para las labores de las cuales se podrían prescindir.

1.6.3 Registros de mantenimiento: Los registros que se tienen del mantenimiento realizado a las máquinas, existen actualmente como soporte para la contabilidad de la empresa. Los registros actuales solo contemplan el costo de este mantenimiento, pero ignoran las causas que llevaron a pedir asistencia externa, razón por la cual no se cuenta con una trazabilidad que permita establecer las condiciones actuales para cada máquina y establecer un mantenimiento preventivo respectivo para cada una con base en la frecuencia de uso.

Adicionalmente a estos problemas, se tiene un problema con la distribución del producto terminado ya que en muchas ocasiones los despachos no se realizan completos, es decir los pedidos no se terminan por completo a base de estas problemáticas, esto genera perdida de potenciales cliente o de potenciales pedidos futuros, que de una forma es incalculable.

1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta los problemas anteriormente evidenciados, ¿Es posible, por medio de una estrategia de Total Productive Maintenance (TPM), mejorar los procesos productivos de la empresa Tigre Colombia?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una estrategia de mantenimiento basado en un sistema TPM para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria de la empresa Tigre Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las actuales estrategias de mantenimiento de la empresa
- Determinar la criticidad de los equipos de la planta
- Determinar que pilares del TPM son los más adecuados para la operación.
- Evaluar los resultados obtenidos a través de indicadores de gestión y herramientas contables.
- Identificar las mejores estrategias para el diseño de la estrategia de TPM.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las llamadas <seis grandes pérdidas> de los equipos, con el objetivo de facilitar la implantación de la forma de trabajo “Just in Time” o “justo a tiempo”.

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos al estos de los equipos

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total.

El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que TPM se ha implantado

toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Se basa en cinco principios fundamentales:

Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.

- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la <eficacia global>.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

3.2 CRONOLOGÍA DEL TPM

A continuación, veremos una breve cronología del TPM en el mundo.

Tabla 3. Cronología del TPM en la Historia.

AÑO	MANTENIMIENTO APLICADO	PAÍSES DE IMPLEMENTACIÓN
Antes de 1914	Solo se practicaba el mantenimiento si la máquina fallaba o se dañaba debido a que tenía una importancia secundaria.	Países industrializados
1914- 1930	Surge la necesidad de las primeras reparaciones, nace el mantenimiento preventivo, como herramienta que permite manejar y detectar posibles	Estados Unidos
1930- 1950	Se toma la decisión de unir el mantenimiento preventivo con el mantenimiento productivo para ofrecer productos de más alta calidad y fiabilidad. Se da un mayor enfoque en el	Japón
1960 - 1980	Se empieza a implementar el respeto y Participación como filosofía del TPM. La gestión del mantenimiento se enfoca hacia la producción y la	Japón y algunos países Occidentales

Años 90 y siglo XXI	Se empieza a aplicar un Mantenimiento, más participativo. Muchas compañías en el mundo empiezan a adaptar TPM como	Globalización adaptada por todo el mundo
---------------------	--	--

Fuente: NAKAJIMA Chicci TPM. Implementing Total Productive Maintenance.

3.3 OBJETIVOS DEL TPM

Los objetivos más comunes en la Filosofía del TPM son:

- Maximizar la eficiencia del equipo
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen el equipo, en la implementación del TP.
- Involucrar activamente a todos los colaboradores}, desde la alta gerencia hasta los operadores de la planta.
- Promover el TPM a través de motivación, con actividades autónomas de pequeños grupos.

En el entorno empresarial de hoy en día es un proceso que afecta directamente la face económica de la empresa, lo que busca el TPM es la total eliminación de las perdidas para su supervivencia.

3.4 LAS PERDIDAS QUE COMBATE EL TPM

Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendentes a evitarlos en el futuro. TPM identifica seis fuentes de pérdidas (denominadas las “seis grandes pérdidas”) que reducen la efectividad por interferir con la producción:

1. Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
2. Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella. Por ejemplo, al inicio en la mañana, al cambiar de lugar de trabajo, al cambiar una matriz o matriz, o al hacer un ajuste.
3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores) durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.
4. Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
5. Defectos en el proceso, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.
6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, etc.

El análisis cuidadoso de cada una de estas causas de baja productividad lleva a

encontrar las soluciones para eliminarlas y los medios para implementar estas últimas. Es fundamental que el análisis sea hecho en conjunto por el personal de producción y el de mantenimiento, porque los problemas que causan la baja productividad son de ambos tipos y las soluciones deben ser adoptadas en forma integral para que tengan éxito.

3.5 PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

PASO 1: ANUNCIO DE LA ALTA DIRECCION DE LA DECISION DE INTRODUCIR EL TPM

El primer paso en el desarrollo TPM es hacer un anuncio oficial de la decisión de implantar el TPM. La alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión e infundir entusiasmo por el proyecto. Esto puede cumplirse a través de una presentación formal que introduce el concepto, metas, y beneficios esperados del TPM, y también incluye propuestas personales de la alta dirección a los empleados sobre las razones que fundamentan la decisión de implantar el TPM. Esto puede seguirse con información impresa en boletines internos.

Es esencial en este punto que la alta dirección tenga un fuerte compromiso con el TPM y entienda lo que entraña el compromiso. Como se ha mencionado anteriormente, la preparación para la implantación significa crear un entorno favorable para un cambio efectivo. Durante este período (como en la fase de diseño de un producto), debe crearse un fundamento fuerte de forma que las posteriores modificaciones (como los cambios de diseño que pueden resultar en retrasos de entregas) no sean necesarias.

PASO 2: LANZAMIENTO DE CAMPAÑA EDUCACIONAL

El segundo paso en el programa de desarrollo TPM es el entrenamiento y promoción en el mismo, lo que debe empezar tan pronto como sea posible después de introducir el programa.

El objetivo de la educación es, no solamente explicar el TPM, sino también elevar la moral y romper la resistencia al cambio -en este caso, el cambio al TPM.

La resistencia frente al TPM puede adoptar diferentes formas: algunos trabajadores pueden preferir la división de tareas más convencional (los operarios manejan el equipo, mientras los trabajadores de mantenimiento lo reparan). Los trabajadores de la línea de producción a menudo temen que el TPM incrementará la carga de trabajo, mientras el personal de mantenimiento es escéptico sobre la capacidad de los operarios de línea para practicar el PM. Adicionalmente, los que están practicando el PM con buenos resultados pueden dudar de que el TPM provea beneficios añadidos.

PASO 3: CREAR ORGANIZACIONES PARA PROMOVER EL TPM

Una vez que se ha completado la educación introductoria al nivel de personal de dirección (de jefes de sección hacia arriba), puede empezar la creación de un sistema promocional del TPM.

La estructura promocional TPM se basa en una matriz organizacional, conformada por grupos horizontales tales como comités y grupos de proyecto en cada nivel de la organización vertical de dirección. Es extremadamente importante para el éxito y desarrollo general del TPM. Como se ilustra en la figura 12, los grupos se organizan por rangos, por ejemplo, el comité promocional del TPM, los comités promocionales de fábrica y departamento, y los círculos PM al nivel del suelo de la fábrica. Es crítica

la integración arriba-abajo, desde las metas orientadas por la dirección con los movimientos desde abajo, y las actividades de los pequeños grupos en la fábrica.

PASO 4: ESTABLECER POLITICAS Y METAS PARA EL TPM

Las oficinas centrales promocionales del TPM deben empezar estableciendo políticas y metas básicas. Como toma como mínimo tres años moverse hacia la eliminación de defectos y averías a través del TPM, una política de dirección básica debe ser comprometerse con el TPM e incorporar procedimientos concretos de desarrollo del TPM en el plan de dirección general a medio y largo plazo.

PASO 5: FORMULAR UN PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DEL TPM

La siguiente responsabilidad de la oficina central del TPM es establecer un plan maestro para el desarrollo TPM.

La siguiente figura muestra un PLAN MAESTRO real tomado de Central Motor Wheel Co., donde el desarrollo del TPM se centra en las siguientes cinco actividades de mejoras básicas: incluir el programa diario de promoción del TPM, empezando por la fase de preparación anterior a la implementación.

1. Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas (realizado por equipos de proyecto)
2. Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios (siguiendo un método de siete pasos)
3. Aseguramiento de la calidad
4. Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento
5. Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades personales

PASO 6: EL “DISPARO DE SALIDA” DEL TPM

El “disparo de salida” es el primer paso para la implantación, el comienzo de la batalla contra las seis grandes pérdidas. Durante la fase de preparación (pasos 1-5) la dirección y el staff profesional juegan el rol dominante. Sin embargo, a partir de este punto, los trabajadores individuales deben cambiar desde sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el TPM. Cada trabajador juega ahora un rol crucial. Como alguien ha dicho, —No hay lugar para ser espectador en el TPMII, indicando que cada persona es un participante — no puede haber —mironesII. Por esta razón, cada trabajador debe apoyar la política sobre TPM de la alta dirección a través de actividades para eliminar las seis grandes pérdidas.

PASO 7: MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO

El TPM se implementa a través de las cinco actividades de desarrollo básicas del TPM, la primera de las cuales es mejorar la efectividad de cada pieza del equipo que experimenta una pérdida.

El staff de ingeniería y mantenimiento, los supervisores de línea, y los miembros de pequeños grupos se organizan en equipos de proyecto que harán mejoras para eliminar las pérdidas. Estas mejoras producirán resultados positivos dentro de la compañía. Sin embargo, durante las fases tempranas de la implantación, habrá personas que duden del potencial del TPM para producir resultados — incluso algunos que hayan visto cómo en otras compañías el uso del TPM incrementa la productividad y calidad, reduce los costes, mejora los resultados, y crea un entorno favorable de trabajo.

PASO 8: ESTABLECER UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA LOS OPERARIOS

La segunda de las cinco actividades de desarrollo del TPM, el mantenimiento autónomo, es el paso octavo del programa de desarrollo. Debe atacarse justo después del —disparo de salida.

El mantenimiento autónomo por los operarios es una característica única del TPM; su organización es central para la promoción del TPM dentro de la compañía. Cuanto mas antigua es una compañía, mas dificultoso es implantar el mantenimiento autónomo, porque los operarios y el personal de mantenimiento encuentran penoso apartarse del concepto: —Yo opero-tu reparas. Los operarios están acostumbrados a dedicarse a tiempo completo a la producción, y el personal de mantenimiento espera asumir la plena responsabilidad del mismo.

PASO 9: ESTABLECER UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El noveno paso en el programa de desarrollo es también una de las cinco actividades básicas TPM -un programa de mantenimiento periódico para el departamento de mantenimiento.

Como hemos mencionado anteriormente, el mantenimiento programado realizado por el departamento de mantenimiento, debe coordinarse con las actividades de mantenimiento autónomo del departamento de operaciones, de forma que los departamentos puedan funcionar como las ruedas de un coche.

PASO 10: CONDUCIR ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR CAPACIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La mejora de las capacidades de operación y mantenimiento es la cuarta actividad de desarrollo del TPM y el décimo paso del programa de desarrollo del TPM.

En Japón, las grandes corporaciones del acero y la electrónica proveen a sus empleados con entrenamiento técnico en centros bien equipados, pero otras compañías japonesas infra estiman el valor del entrenamiento, especialmente el entrenamiento en técnicas de mantenimiento. La educación y el entrenamiento son inversiones en personal que rinden múltiples beneficios. Una compañía que implante el TPM debe invertir en entrenamiento que permita a los empleados gestionar apropiadamente el equipo. En adición al entrenamiento en técnicas de mantenimiento, los operarios deben afinar también sus capacidades en operación.

PASO 11: DESARROLLO TEMPRANO DE UN PROGRAMA DE GESTION DE EQUIPOS

La última categoría de las actividades de desarrollo del TPM es la gestión temprana (o anticipada) del equipo.

Cuando se instala el nuevo equipo, a menudo aparecen problemas durante las operaciones de test, y arranque, aunque durante el diseño, la fabricación, y la instalación toda parece marchar normalmente. Puede que los ingenieros de mantenimiento e ingeniería tengan que hacer muchas mejoras antes de que comience la operación normal. Incluso entonces, se necesitan reparaciones en el período inicial, inspección, ajuste, y lubricación y limpieza iniciales para evitar el deterioro, y las averías son a menudo tan difíciles de reparar que los ingenieros de supervisión se desmoralizan completamente. Como resultado, pueden pasarse

por alto la inspección, lubricación, y limpieza, lo que necesariamente prolonga las paradas del equipo incluso para las averías menores.

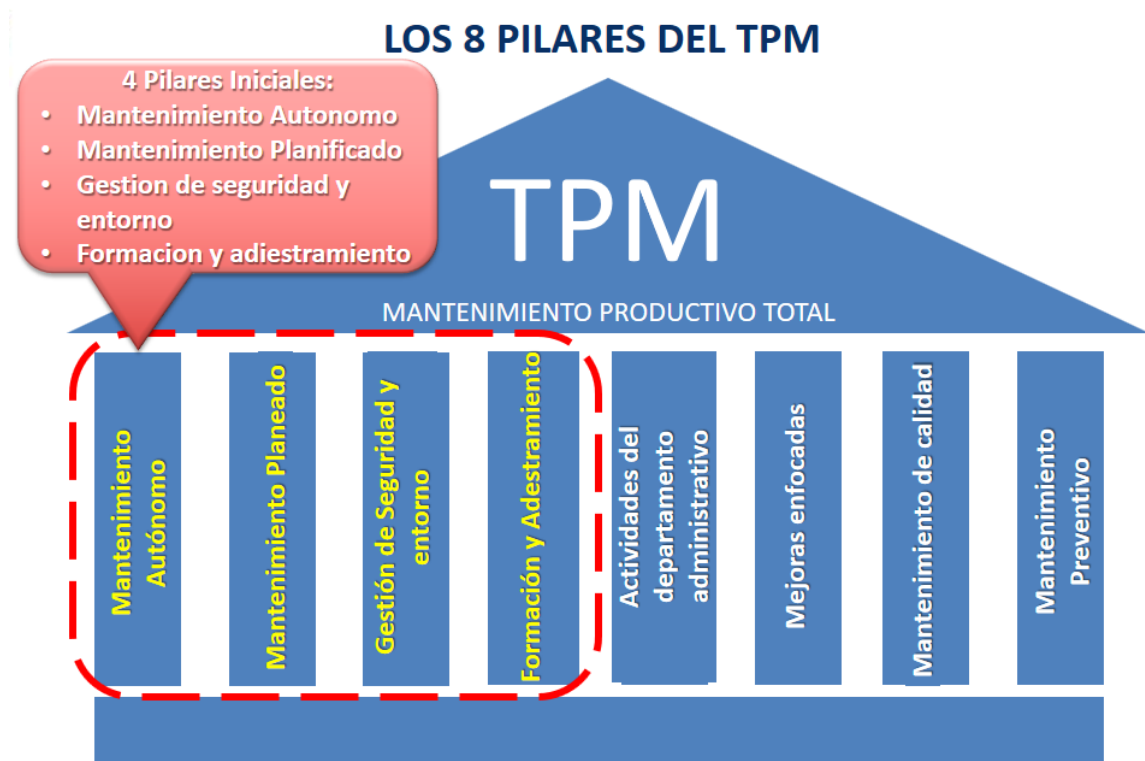
PASO 12: IMPLANTACION PLENA DEL TPM Y CONTEMPLAR METAS MAS ELEVADAS

El paso final en el programa de desarrollo del TPM es perfeccionar la implantación del TPM y fijar metas futuras aún más elevadas. Durante este período de estabilización cada uno trabaja continuamente para mejorar los resultados TPM, de forma que puede esperarse que dure algún tiempo.

3.6 PILARES DEL TPM

Los 8 pilares de TPM son la base fundamental de esta metodología, cada uno de ellos nos dice una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas: como son Paradas programadas, Ajustes de la producción, Fallos de los equipos, Fallos de los procesos, Pérdidas de producción normales, Pérdidas de producción anormales, Defectos de calidad y Reprocesamiento. Por ello para decidir con que pilares empezar, lo primero que el departamento de contabilidad de la planta debe analizar son las pérdidas, y con ello nos darán la guía para definir con cuales y cuantos pilares debemos empezar.

Figura 13. Pilares del TPM.



3.6.1 Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen. Es encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta, esta oportunidad debe reducir o eliminar un desperdicio, puede encontrarse con las herramientas estratégicas como son el mapa de cadena de valor, análisis de brechas y teoría de restricciones.

3.6.2 Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen. Es volver a integrar el trabajo del operador con el de operario de mantenimiento, para lograr disminuir desperdicios. El operador está listo para hacer cambios de formato o algunos mantenimientos básicos, pero básicamente es el que reporta las fallas adecuadamente, junto a realizar ajustes, lubricación y mantenimientos básicos.

3.6.3 Mantenimiento Planificado. Es tener un buen mantenimiento preventivo, esto quiere decir que se tenga una buena recolección de datos y excelente análisis; para luego poder planear los mantenimientos que logran disminuir los costos e incrementar la disponibilidad. Para luego implementar el mantenimiento predictivo.

3.6.4 Mantenimiento De Calidad o Hinshitsu Hozen. No solo es cuanto hacemos, sino que productos podemos hacer, con que tolerancia se puede trabajar y cuantos defectos están saliendo en cada proceso. Los defectos salen por un problema de la máquina, por un problema del material, por un problema del método o por un problema del personal de operaciones. Por ello es importante la integración de todos para identificar la causa del defecto.

3.6.5 Prevención del Mantenimiento. Es planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

3.6.6 Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo. Deben reforzarse sus funciones mejorando su organización y cultura. Para ello debiera aplicar mapa de cadena de valor transaccional para encontrar oportunidades y luego de ello poder lanzar los proyectos para mejorar los tiempos y errores.

3.6.7 Formación Y Adiestramiento. La formación debe ser polivalente, de acuerdo a lo que necesita la planta y la organización, muchos de los desperdicios se deben a que las personas no están bien adiestradas, por ello la planificación de la formación de las personas deben salir de las oportunidades encontradas en el desempeño de los empleados y operarios.

3.6.8 Gestión de Seguridad y Entorno. Debiéramos tener estudios de operatividad combinados con estudios de prevención de accidente. Todos los estudios de tiempos y movimientos deben tener su análisis de riesgos de seguridad.

Las implementaciones de todos los pilares no necesariamente se llevarán a cabo en forma simultánea, sino que se seleccionará con cuales empezaremos, se deberá formar grupos multidisciplinarios para cada pilar, por lo que cada pilar deberá registrar niveles de TPM. Las evaluaciones podrán hacerse semanal, mensual y anualmente. Debemos tener indicadores de gestión que muestren progresos concretos, debemos fomentar la motivación y con ello lograr los objetivos planeados en cada indicador.

El TPM no es una metodología para solucionar problemas básicos, no solo lo puede hacer solo el área de mantenimiento, necesita la participación de toda el área de operaciones. Por lo menos debiéramos haber llegado a implementar en forma total el Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF). Muchas organizaciones intentan implementarlo y fracasan porque no se han dado cuenta de que debemos empezar

en determinado nivel, otras organizaciones intentan implementarlo solo en mantenimiento y es imposible de hacerlo. Como toda metodología aplicada siempre podrá tener sus caídas, por lo que el control y la motivación de parte de toda la alta dirección deben ser activos en cada Pilar del TPM.

3.7 LAS 5´S Y EL PORQUÉ DE SU IMPORTANCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

La importancia de las 5`s es fundamental en la consecución de cualquier proceso de mejoramiento continuo, debido al cambio cultural que genera al interior de la organización y sus implicaciones en la vida de cada una de las personas que tienen la oportunidad de implementar en su vida esta útil herramienta.

Para los japoneses las 5`s ayudan en el proceso de cambio cultural que implica TPM, pues según el ingeniero Oswaldo Rincón, líder de la implementación de TPM en Unilever Colombia; Cultura = Metodología + Disciplina.

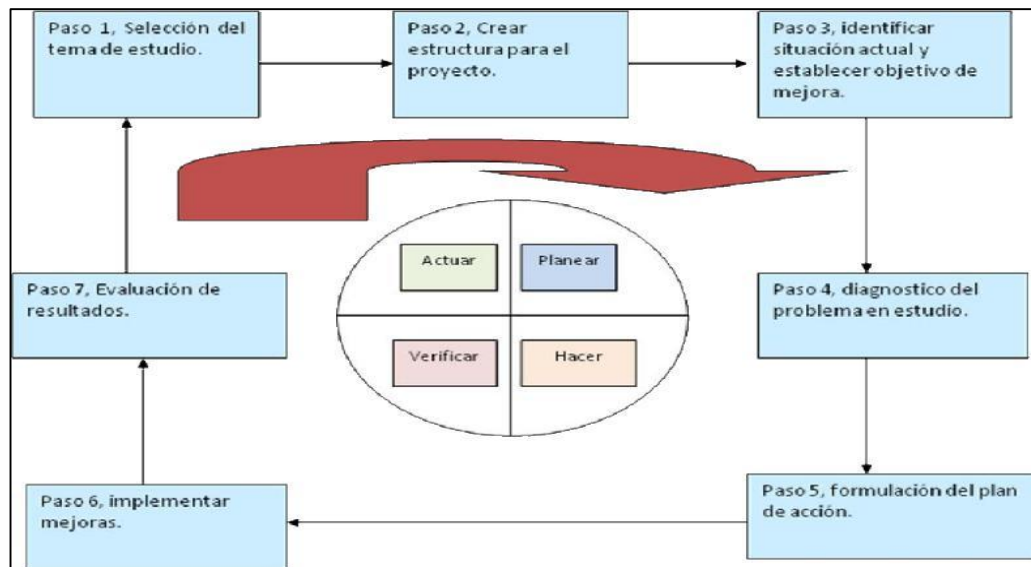
Figura 14. Filosofía de las 5s



Fuente: Introducción al TPM Unidad de educación continuada UN

La estrategia de las 5`s fue desarrollada por los japoneses en la década de los 80 y se basa en cinco palabras en japonés que son: (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, y Shitsuke), que buscan generar cambios radicales en los espacios de trabajo, a través del mejoramiento del ambiente y del uso razonable y adecuado de los recursos, todo basado en una cultura de disciplina.

Figura 15. Ruta de la calidad.



Fuente: Centro nacional de productividad, 2006.

4. IMPLEMENTACION DEL TPM

Para iniciar la aplicación de la metodología del TPM en actividades de mantenimiento de una planta, es necesario que los trabajadores se enteren de que la gerencia del mas alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. El primer paso en este esfuerzo es designar un coordinador de TPM de tiempo completo. Será la labor de ese coordinador de “vender” los conceptos y bondades del TPM a la fuerza laboral a base de un programa educacional, se debe convencer al personal de que no se trata simplemente del nuevo “programa del mes”, simplemente esa culturización puede tomar hasta más de un año.

Una vez que el coordinador de TPM está seguro de que toda la fuerza laboral (colaboradores) ha “comprado” el programa, y que entienden su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de acción.

Los equipos de acción tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Posiblemente no resulte fácil para todos los mineros del equipo

Los equipos de acción tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Posiblemente no resulte fácil para todos los miembros del equipo el reconocer las oportunidades e iniciar las acciones, sin embargo otros tal vez tengan experiencia de otras plantas o casos previos en la misma y gracias a lo que hayan observado en el pasado y las comparaciones que puedan establecer, se logrará un importante avance. El establecimiento de estas comparaciones que a veces pueden implicar visitar otras plantas, se denomina "benchmarking" o sea "comparación sobre la mesa" como

cuando tenemos dos aparatos de las mismas características y los ponemos sobre la mesa para comparar cada parte en su proceso de funcionamiento. Esta es una de las grandes ventajas del TPM.

A los equipos se les anima a iniciar atacando discrepancias y mejoras menores y a llevar un registro de sus avances. A medida que alcanzan logros, se les da reconocimiento de parte de la gerencia. A fin de que crezca la confianza y el prestigio del proceso, se le da la mayor publicidad que sea posible a sus alcances. A medida que la gente se va familiarizando con TPM, los retos se van haciendo mayores ya que se emprenden proyectos de más importancia.

Como ejemplo, en una planta manufacturera una prensa sacabocados fue seleccionada como área de problema, la máquina fue estudiada muy detalladamente por el equipo TPM. Se hicieron observaciones de tiempo productivo y de paros por fallas o por cambios de herramienta (tiempo improductivo), algunos miembros del equipo tuvieron la oportunidad de visitar otra planta que tenía una máquina igual, pero usándola con mayor eficiencia. Esta visita les dio varias ideas de mejoramiento para traer la máquina a una operación competitiva tipo "clase mundial" y se trazó un plan de acción. Se procedió a seguir el plan, se hizo limpieza, cambio de partes desgastadas, bandas, mangueras, pintura y ajustes necesarios.

Como parte del proceso, se revisaron los procedimientos de operación y mantenimiento y se dio la capacitación necesaria. Un representante de la fábrica de la máquina fue llevado para apoyar en algunas partes de este proceso.

El éxito quedó demostrado, los registros de tiempo productivo de la máquina comenzaron a marcar un avance tanto en el proceso como en la productividad. Se seleccionó otra máquina, luego otra y así sucesivamente hasta completar la tarea de convertir esa planta a "clase mundial" y traerla a mejores niveles de rendimiento.

El entrenamiento para coordinadores de TPM se puede obtener de diversos proveedores, instituciones privadas, (TPM on Line entre ellos, por ejemplo), asociaciones de profesionales y además hay un buen número de publicaciones especializadas. Hay varios seminarios principalmente en los EEUU. Algunas de estas empresas de capacitación están ofreciendo recorridos por las plantas exitosas, lo que sirve para tomar buenas ideas y ejemplos, así como establecer comparaciones.

Los Resultados de TPM se pueden ver en Ford, Eastman Kodak, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson que son solamente unas pocas de las empresas que han implementado TPM con éxito. Todas ellas reportan una mayor productividad gracias a esta disciplina. Kodak por ejemplo, reporta que con 5 millones de dólares de inversión, logró aumentar sus utilidades en \$16 millones de beneficio directamente derivado de implementar TPM.

En algunas de sus divisiones, Texas Instruments reporta hasta un 80% de incrementos de su productividad. Prácticamente todas las empresas mencionadas aseguran haber reducido sus tiempos perdidos por fallas en el equipo en 50% o más, también reducción en inventarios de refacciones y mejoramiento en la puntualidad de sus entregas. La necesidad de subcontratar manufactura también se vio drásticamente reducida en la mayoría de ellas.

Hoy con una competitividad mayor que nunca antes, es indudable que el TPM es la diferencia entre el éxito o el fracaso para muchas empresas. Ha quedada demostrada su eficacia no sólo en plantas industriales, también en la construcción, el mantenimiento de edificios, transportes y varias otras actividades incluidos varios deportes (NT). Los empleados de todos los niveles deben ser educados y convencidos de que TPM no es "el programa del mes", sino que es un plan en el que los más altos niveles gerenciales se hallan comprometidos para siempre,

incluida la gran inversión de tiempo mientras que dure su implementación. Si cada quien se compromete como debe, los resultados serán excelentes comparados con la inversión realizada.

4.1 LISTADO DE EQUIOS

En la siguiente lista encontrara la maquinaria y equipo que utiliza Tigre Colombia para la elaboración de sus procesos de manufactura, acompañado de un código interno para su reconocimiento para un total de 93 equipos.

Tabla 4. Listado de la maquinaria y equipos de Tigre Colombia.

N°	Equipo	Descripción	N°	Equipo	Descripción
1	700007054	ACAMPANADORA MANUAL	47	700007041	EXT PVC LIANSU LSE 65-132 250KG/H
2	800005016	BANCO DE PRUEBAS PRESION MAGRAL	48	700007016	EXT PVC LIANSU LSE 92-188 700KG/H
3	800005017	BANCO DE PRUEBAS PRESION MILANO	49	700007023	EXT PVC TWIN SCREW TW-75-25 220KG/H
4	700007063	BOMBA DE AGUA SUMERGIBLE	50	700007035	EXT PVC TWIN SCREW TW-90-25 450KG/H
5	700007057	BOMBA DE VACIO 1 RIETSCHLE THOMAS	51	700007157	FRESADORA SANCHES BLANES FU

6	700007058	BOMBA DE VACIO 2 RIETSCHLE THOMAS	52	700007000	INY PVC BA 500 TON 710X710 1114G
7	700007059	BOMBA DE VACIO 3 RIETSCHLE THOMAS	53	700007001	INY PVC CLF 180 TON 510X510 538G
8	700007060	BOMBA DE VACIO 4 RIETSCHLE THOMAS	54	700007002	INY PVC CLF 350 TON 670X670 835G
9	700007061	BOMBA DE VACIO 5 RIETSCHLE THOMAS	55	700007003	INY PVC CLF 500 TON 810x810 1856G
10	700007062	BOMBA DE VACIO 6 RIETSCHLE THOMAS	56	700007071	MEZCLADORA 1 PLASMEC
11	700007148	CAB AIS PVC FOTOR 10 KG/HR	57	700007072	MEZCLADORA 2 PLASMEC
12	700007119	CAB AIS PVC MAPRE-60 100 MT/MIN	58	700007080	MICRONIZADOR GEORGENS
13	700007128	CAB AIS PVC TROESTER TR-75 150 MT/MIN	59	700007006	MOLINO BALL & JEWELL
14	700007135	CAB AIS PVC-PE BATTENF BA-60 30 MT/MIN	60	700007116	MOLINO DE AISLADO

15	700007142	CAB AIS PVC-PE LUIGI BAND E-55 20 MT/MIN	61	700007079	MOLINO DE EXTRUSION MITT & MERRIEL
16	700007104	CAB CAB AL D ANGELLIS 25 MT/MIN	62	700007078	MOLINO DE EXTRUSION ZERMA
17	700007111	CAB CAB AL DUP- 770 100M/MIN	63	300000400	MONTACARGA CATERPILLAR GP25NM SCZ
18	700007107	CAB CAB AL ZENITH ZN-630 15M/MIN	64	300000401	MONTACARGA DAEWOO G25S CAB
19	700007098	CAB CAB CU CABALLE 40M/MIN	65	300000404	MONTACARGA DAEWOO G25S LOGIS
20	700007100	CAB CAB CU NIEHAUSS DVD- 630 50M/MIN	66	300000407	MONTACARGA LINDE H50 EVO
21	700007115	CAB CAB CU WATSON 30 MT/MIN	67	300000403	MONTACARGA TOYOTA GENE0 COMPACT 25
22	700007101	CAB CAB CU-AL KIA-400 20M/MIN	68	300000402	MONTACARGA TOYOTA GENE0 GK25
23	700007152	CAB MET METRADORA-1 70 MT/MIN	69	800005003	PUENTE GRUA CABLEADO AUSIO

24	700007153	CAB MET METRADORA-2 70 MT/MIN	70	800005002	PUENTE GRUA CABLEADO FORVIS
25	700007154	CAB MET METRADORA-3 70 MT/MIN	71	800005001	PUENTE GRUA EXTRUSION GH
26	700007155	CAB MET METRADORA-4 70 MT/MIN	72	800005000	PUENTE GRUA INYECCION HADEF
27	700007092	CAB REC CU-AL HORNO	73	800005004	PUENTE GRUA PMP EXTRUSION
28	700007083	CAB TREF AL ZENITH ZN-13 280 KG/HR	74	800005015	PUENTE GRUA TREFILADO
29	700007085	CAB TREF CU BG- 16 50 KG/HR	75	800005008	SILO EXTERNO 1
30	700007087	CAB TREF CU NIEHOFF H-20 50 KG/HR	76	800005009	SILO EXTERNO 2
31	700007090	CAB TREF CU-AL MILL-2 100 KG/HR	77	800005010	SILO INTERNO 1
32	700007081	CAB TREF CU-AL SYNCRO DX-13 500 KG/HR	78	800005011	SILO INTERNO 2
33	700007075	CARGADOR DE RESINA BOMBA DE IMPULSION	79	800005012	SILO INTERNO 3

34	800005018	CHILLER 30GT 110 910	80	800005013	SILO INTERNO 4
35	800005019	CHILLER 30RABO24385S	81	800005014	SILO INTERNO 5
36	800005020	CHILLER CARRIER 30RABO50385S	82	800005023	TABLERO DE DISTRIBUCION 1 SCZ
37	800005021	CHILLER CARRIER 30RB402	83	800005024	TABLERO DE DISTRIBUCION 2 SCZ
38	700007067	COMPRESOR ATLAS COPCO GA 15 - 5	84	800005025	TABLERO DE DISTRIBUCION 3 SCZ
39	700007064	COMPRESOR ATLAS COPCO GA 22 - 10FF - 1	85	800005026	TABLERO DE DISTRIBUCION 4 SCZ
40	700007065	COMPRESOR ATLAS COPCO GA 22 - 10FF - 2	86	700007158	TORNO MISA 2134
41	700007068	COMPRESOR ATLAS COPCO GA 22 + FF - 4	87	700007156	TORNO NARDINI -350
42	700007066	COMPRESOR ATLAS COPCO GA 22+ FF - 3	88	700007159	TORNO TORRENT T- 78/78
43	800005022	EQUIPO DE PRUEBAS VICAT OMRON E 5GN	89	800005029	TRANSFORMADOR ELECTROMATIC 300KVA/380V

44	700007029	EXT PVC BATTENFELD BEX 90-25 450KG/H	90	800005032	TRANSFORMADOR ELECTROMATIC 700KVA/380V
45	700007047	EXT PVC CINCINNATI CM 111 250KG/H	91	800005030	TRANSFORMADOR FEMCO 300KVA/380V
46	700007009	EXT PVC KRAUSS MAFFEI KMD 90-36 700KG/H	92	800005031	TRANSFORMADOR FEMCO 650KVA/380V SCZ
			93	800005033	TRANSFORMADOR ROMAGNOLE 800KVA/380V

4.2 MATRIZ DE CRITICIDAD

La matriz de criticidad fue tomada bajo criterios que se explicaran a continuación, teniendo en cuenta si los equipos son críticos para la operación o no, una vez dado estos criterios se procederá a realizar la matriz de criticidad.

Tabla 5. Criterios de matriz de criticidad

Matriz de criticidad de equipos - Notas y pesos							
#	Criterio	Descripción	Peso	Impacto			
0	Impacto sobre medio ambiente y seguridad	¿La falla del equipo puede generar un impacto en el medio ambiente y/o seguridad?	-	Si = 100%		No = 0%	
1	Impacto en el proceso	¿En qué % la falla del equipo impacta en la producción total?	25,0%	> 15% = 100 %	5% - 15% = 66,6%	< 5% = 33,3%	0% = 0%
2	Plan de Contingencia	¿Posee algún equipo reserva para sustituirlo?	20,0%	Si = 0%		No = 100%	
3	MTBF	Tiempo medio entre fallas (considerar media de un año)	15,0%	Hasta 20 h = 100%		20 h - 50 h = 50%	Mayor a 50 h = 0%
4	MTTR	Tiempo medio para reparo (considerar	15,0%	Hasta 0,5 h = 0%	0,5 h - 1 h = 33,3%	1 h - 5 h = 66,6%	Mayor a 5 h = 100%

		media de un año)				
5	Costo de reparación	¿Qué % representa el costo total de mantenimiento en relación al valor del activo (considerando la evaluación en un periodo mínimo de un año)?	10,0%	Hasta 5% = 0%	5% - 15% = 50%	Mayor a 15% = 100%
6	Condición de operación	¿Cuál es el régimen de trabajo del equipo?	10,0%	Continuo = 100%	Lotes = 50 %	Ocasional = 0 %
7	Impacto en la calidad	¿La falla del equipo genera impacto en la calidad del producto?	5,0%	Si = 100%	No = 0%	

Tabla 6. Matriz de criticidad de maquinaria y equipos Tigre Colombia.

MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS TIGRE COLOMBIA												
Equipo	Descripción	Impacto sobre el medio ambiente y	Impacto en el proceso	Plan de contingencia	MTBF	MTTR	Costo de reparación	Condición de operación	Impacto en la calidad	Nota	Criticidad	
8000050	32 TRANSF	No	> 15%	No	> 50h	> 5h	> 15%	Continuo	Si	85%	A	
8000050	33 TRANSF	No	> 15%	No	> 50h	> 5h	> 15%	Continuo	Si	85%	A	
8000050	31 TRANSF	No	> 15%	No	> 50h	> 5h	> 15%	Continuo	Si	85%	A	
7000070	09 EXT	No	> 15%	No	20h - 50h	1h - 5h	5% - 15%	Continuo	Si	82%	A	
7000070	16 EXT	No	> 15%	No	20h - 50h	1h - 5h	5% - 15%	Continuo	Si	82%	A	
7000071	19 CAB AIS	No	5% - 15%	No	< 20h	1h - 5h	5% - 15%	Continuo	Si	82%	A	
7000071	28 CAB AIS	No	5% - 15%	No	< 20h	1h - 5h	5% - 15%	Continuo	Si	82%	A	

8000050	20	CHILLE	No	> 15%	No	> 50h	1h - 5h	> 15%	Continuo	Si	80%	A
8000050	19	CHILLE	No	> 15%	No	> 50h	1h - 5h	> 15%	Continuo	Si	80%	A
8000050	21	CHILLE	No	> 15%	No	> 50h	1h - 5h	> 15%	Continuo	Si	80%	A
8000050	18	CHILLE	No	> 15%	No	> 50h	1h - 5h	> 15%	Continuo	Si	80%	A
8000050	24	TABLER	No	> 15%	No	> 50h	> 5h	5% - 15%	Continuo	Si	80%	A
8000050	23	TABLER	No	> 15%	No	> 50h	> 5h	5% - 15%	Continuo	Si	80%	A
8000050	26	TABLER	No	> 15%	No	> 50h	> 5h	5% - 15%	Continuo	Si	80%	A
8000050	25	TABLER	No	> 15%	No	> 50h	> 5h	5% - 15%	Continuo	Si	80%	A
7000071	42	CAB AIS	No	5% - 15%	No	< 20h	1h - 5h	5% - 15%	Continuo	Si	82%	A
7000071	35	CAB AIS	No	5% - 15%	No	< 20h	1h - 5h	5% - 15%	Continuo	Si	82%	A

7000070 81	7000070 47	7000070 41	7000070 35	7000070 29	7000070 23	8000050 09	8000050 08	7000070 72	7000070 71
CAB	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT	SILO	SILO	MEZCLA	MEZCLA
TREE	DVQ	DVQ	DVQ	DVQ	DVQ	EXTERNAL	EXTERNAL	DORADO	DORADO
No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
> 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	> 15%	> 15%	> 15%	> 15%
No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
> 50h	20h - 50h	20h - 50h	20h - 50h	20h - 50h	20h - 50h	> 50h	> 50h	20h - 50h	20h - 50h
1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	> 5h	> 5h	> 5h	> 5h
> 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%
Lotes	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Lotes	Lotes
Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si
70%	74%	74%	74%	74%	74%	75%	75%	78%	78%
B	B	B	B	B	B	B	B	A	A

7000070	7000071	7000070	7000070	7000070	7000071	7000071	7000071	7000071	7000071	7000071
57	15	07	98	63	87	01	11	04	00	
BOMBA	CAB	CAB	CAB	BOMBA	CAB	CAB	CAB	CAB	CAB	CAB
No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
> 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	> 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%
No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
> 50h	20h - 50h	20h - 50h	20h - 50h	> 50h	> 50h	20h - 50h	20h - 50h	20h - 50h	20h - 50h	20h - 50h
0,5h - 1h	0,5h - 1h	0,5h - 1h	0,5h - 1h	> 50h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h
< 5%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	< 5%	> 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%
Lotes	Lotes	Lotes	Lotes	Ocasional	Lotes	Lotes	Lotes	Lotes	Lotes	Lotes
No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
50%	59%	59%	59%	60%	62%	64%	64%	64%	64%	64%
C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

7000071	7000071	7000071	8000050	8000050	8000050	8000050	8000050	8000050	8000050	8000050
54	53	52	14	13	12	11	10	02	03	
CAB	CAB	CAB	SILO	SILO	SILO	SILO	SILO	PUENTE	PUENTE	PUENTE
MET	MET	MET	INTERN	INTERN	INTERN	INTERN	INTERN	GRUA	GRUA	GRUA
No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
< 5%	< 5%	< 5%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	5% - 15%	< 5%	< 5%	< 5%
No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No
> 50h	> 50h	> 50h	> 50h	> 50h	> 50h	> 50h	> 50h	> 50h	> 50h	> 50h
< 0,5h	< 0,5h	< 0,5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h	1h - 5h
< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%
Lotes	Lotes	Lotes	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Ocasion al	Ocasion al	Ocasion al
Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
33%	33%	33%	37%	37%	37%	37%	37%	38%	38%	38%
☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺

8000050	15	PUENTE	CORRIENTE	No	< 5%	Si	> 50h	1h - 5h	5% - 15%	Ocasion al	No	23%	D
7000070	90	CAB	TORRE	No	0	No	> 50h	0,5h - 1h	< 5%	Ocasion al	No	25%	D
7000070	54	ACAMP	AMARCO	No	0	No	> 50h	0,5h - 1h	< 5%	Ocasion al	No	25%	D
7000071	59	TORNO	TORRE	No	0	No	> 50h	0,5h - 1h	< 5%	Ocasion al	No	25%	D
7000071	56	TORNO	MADRID	No	0	No	> 50h	0,5h - 1h	< 5%	Ocasion al	No	25%	D
7000071	58	TORNO	MICA	No	0	No	> 50h	0,5h - 1h	< 5%	Ocasion al	No	25%	D

4.3 SELECCIÓN DE LOS PILARES A TRABAJAR

Basados en la información recopilada hasta ahora y dada la naturaleza de la empresa Tigre Colombia se opta por trabajar en primera medida alguno de los pilares del TPM para su ejecución inicial.

En primera medida se seleccionará el pilar del mantenimiento Autónomo, ya que este pilar conlleva a la involucración de todos los operadores a realizar inspecciones en los equipos. De segundo es el pilar de Mantenimiento planeado, esto por la información recogida de la condición actual del equipo según la perspectiva del

técnico de mantenimiento y el operador, luego veremos el pilar de seguridad y medio ambiente para que los desperdicios no afecten el ambiente y por último el pilar de entrenamiento para que las buenas prácticas adquiridas sean de una constante siempre.

Estas inspecciones son de cierta forma inspecciones básicas que dan a conocer las posibles fallas que pueda tener la máquina de una forma no técnica, ya que el operario dará a conocer anomalías que se presentan en los equipos de uso diario para ellos.

A continuación, una tabla con el plan de implementación del pilar de Mantenimiento autónomo con las actividades que los operarios deberán realizar en un periodo de corto, mediano y largo plazo, para involucrar a la parte operacional en el TPM.

Para esto se tendrá en cuenta:

Corto plazo: La etapa de resultados a corto plazo se enfoca a fortalecer las bases desarrolladas en el trabajo extendiendo el alcance definido a la totalidad de las actividades involucradas en los procesos productivos. Se estableció que en esta etapa se incluirán las actividades a desarrollar durante el próximo año.

Mediano plazo: El objetivo de esta etapa es consolidar los resultados obtenidos hasta el momento con base en la estandarización de todos los procesos de tal forma que se vean reflejados en una aproximación al objetivo de cero defectos y cero fallas a un costo mínimo. Las actividades contempladas en esta etapa se estipulan a realizar a partir del primer año.

Largo plazo: Etapa final de la implementación de la metodología del TPM en donde se busca realizar actividades de revisión profunda de los pilares analizados, para evaluar el aporte a la empresa y el porcentaje de ejecución. Estas actividades están

programadas para realizarse en un periodo máximo de 3 años.

4.3.1 Pilar De Mantenimiento Autónomo

Tabla 7. implementación del pilar Mantenimiento Autónomo.

PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO				
PASO	ACTIVIDADES A REALIZAR	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
1. LIMPIEZA INICIAL	desarrollo e implementación de la filosofía de las 5s en la planta de producción	Evaluación de criterios 5S		
2. MEDIDAS CONTRA LAS FUENTES DE AVERIAS	creación de mapas de mantenimiento autónomo de cada máquina TPM que identifica las áreas de difícil acceso y las fuentes de suciedad. control de las fuentes de suciedad a través de la limpieza y la constante verificación.	Eliminación de las áreas de difícil acceso por medio de la reubicación o adaptación de los equipos Demarcación de pisos conforme al estado de referencia de 5S desarrollado		
3. FORMULACION DE ESTANDARES	diseño y comunicación de las normas de limpieza por maquinaria en donde se especifica el paso a paso de limpieza y el tiempo empleado en	Reducción del tiempo estimado en cada normal de limpieza	Formulación de un nuevo tiempo para las normas de limpieza a partir de la reducción alcanzada a través	

DE LIMPIEZA Y LUBRICACION	cada una determinar el tiempo estimado que será referencia para la duración de estas actividades		del incremento de la habilidad del operario	
4. VERIFICACION GLOBAL	entrenamiento en verificación autónomo a través de los procedimientos documentados Elaboración del procedimiento para las sesiones semanales de limpieza por máquina: Sesiones de MA Elaboración del procedimiento para la identificación de defectos en los equipos y puestos de trabajo	Análisis de necesidades de entrenamiento del personal para reevaluar el entrenamiento Definición de periodos de entrenamiento para mantener el personal actualizado de las modificaciones a los procedimientos Entrenamiento a los operadores con la documentación de todos los procesos productivos para aumentar su polivalencia.		Desarrollo de planillas para sistema de auditorías de calidad interna por parte de los mismos operarios

5.Verificación autónoma	<p>Desarrollo de formato de inventario de los equipos</p> <p>Diseño de actas de encuentro para las sesiones de mantenimiento autónomo</p>	<p>creación de listas de chequeo para la inspección de calidad de los procesos</p>	<p>Formular e implementar sistema de liberación cruzada, donde los mismos operarios auditan el trabajo de los compañeros</p>	
6. Estandarización	<p>Diseño del diagrama de flujo para la ejecución de las normas de limpieza</p> <p>Diseño del diagrama de flujo para el procedimiento de las sesiones de MA</p> <p>Diseño del diagrama de flujo para la corrección de los defectos identificados</p> <p>Demarcación de herramientas e insumos con base en la frecuencia de uso</p> <p>Registro de defectos</p> <p>Desarrollo de estándares LUP/ADT para la documentación de los conocimientos empíricos de los operarios</p>	<p>Registro de control por equipo y puesto de trabajo de las LUP/ADT desarrolladas para cada proceso</p> <p>Documentación por medio de LUP/ADT de las condiciones eléctricas y factores de riesgo en el área de producción</p>	<p>Documentación por medio de LUP/ADT de procesos administrativos y financieros</p> <p>• Documentación por medio de LUP/ADT de procesos de apoyo</p>	<p>Desarrollo de manual por cada proceso identificado en el mapa de procesos que contenga los estándares por componentes y herramientas necesarias para realizarlos</p>

	Identificación de los objetivos del pilar de mantenimiento autónomo * Designación de roles			
7. Dirección del sistema autónomo	Identificación de los objetivos del pilar de mantenimiento autónomo * Designación de roles entre los responsables de los procesos para cada aspecto a monitorear* Rutinas de revisión 5s* Establecimiento de sistema de mejoramiento continuo	Capacitación en mejora enfocada a los operarios orientada a la innovación		

Para la implementación de la filosofía de las 5s usaremos el cuadro mostrado en la tabla 8.

Tabla 8. Implementación filosofía 5s.

5'S	LIMPIEZA INICIAL	OPTIMIZACIÓN	FORMALIZACIÓN	PERPETUIDAD
	1	2	3	4
CLASIFICAR	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden	ESTABILIZAR MANTENER MEJORAR EVALUAR (AUDITORIA 5'S)
ORDEN	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	
LIMPIEZA	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas	
ESTANDARIZAR	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar las normas de limpieza	
DISCIPLINA	ACOSTUMBRARSE A APLICAR LAS 5'S EN EL EQUIPO DE TRABAJO Y RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS EN EL LUGAR DE TRABAJO			

En este gráfico podemos ver las diferentes etapas que se piensan realizar en el primer paso de Mantenimiento autónomo, esto por la gran importancia que tiene la limpieza orden y aseo en el lugar de trabajo.

Primera etapa (LIMPIEZA INICIAL): La primera etapa de la implementación se centra principalmente en una limpieza a fondo del sitio de trabajo, esto quiere decir que se saca todo lo que no sirve del sitio de trabajo y se limpian todos los equipos e instalaciones a fondo, dejando un precedente de cómo es el área si se

mantuviera siempre así (se crea motivación por conservar el sitio y el área de trabajo limpios).

Segunda etapa (OPTIMIZACION): La segunda etapa de la implementación se refiere a la optimización de lo logrado en la primera etapa, esto quiere decir, que una vez dejado solo lo que sirve, se tiene que pensar en cómo mejorar lo que esta con una buena clasificación, un orden coherente, ubicar los focos que crean la suciedad y determinar los sitios de trabajo con problemas de suciedad.

Tercera etapa (FORMALIZACION): La tercera etapa de la implementación está concebida netamente a la formalización de lo que se ha logrado en las etapas anteriores, es decir, establecer procedimientos, normas o estándares de clasificación, mantener estos procedimientos a la vista de todo el personal, erradicar o mitigar los focos que provocan cualquier tipo de suciedad e implementar las gamas de limpieza.

La cuarta y última etapa (perpetuidad): se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

Una vez realizada la aplicación correcta y efectiva de la filosofía de las 5s, areamos en compañía de los colaboradores del área de producción y mantenimiento una detección de anomalías para identificar posibles causas de fallos a futuro, como también posible deterioro de piezas u otros factores que nos puedan llevar a falla.

4.4 DETECCIÓN DE ANORMALIDADES

Las anomalías se detectan utilizando los 5 sentidos.

Tabla 9. Detección de anomalías.

Sentido	Función
Visión	Observar
Tacto	Diagnosticar
Audición	Distinguir ruidos
Olfato	Detectar Olores
Gusto	Transmitir anomalías

Lo que inicialmente buscaremos serán algunos de las siguientes anomalías:

Aflojamientos	Roturas
Desgastes y rasaduras	Desalineación
Soldaduras mal hechas	Cableados mal hechos
Oxidación	Contaminación
Fugas de aceite	Partes no necesaria

Estas anomalías las buscaremos en las partes de más fácil fallo de la maquinaria en general.

Ejm:

Rodamientos	o´rings
Bujes	Retenedores
Ejes	Poleas
Tornillos	Bandas
Tuercas	Cadenas

¿Ahora bien, cuando bien sea el operario o el técnico de mantenimiento que identifique estas fallas como este las podrá hacer saber a los demás para que la maquina pueda ser intervenida, o bien esta se le pueda planear un mantenimiento en el futuro?

Para dar solución a esta incógnita lo que vamos a realizar son las tarjetas del TPM.

4.4.1 Gestión De Tarjetas. Cuando se detectan anomalías en los componentes de las máquinas y en sí, en todo su funcionamiento se debe proceder a reportar utilizando el sistema de tarjetas.

Las tarjetas son el medio por el cual, la metodología TPM nos permite anticiparnos a las fallas y problemas. Las tarjetas tienen un sentido de prevención NO de corrección”

Tarjeta Roja: Son las tarjetas que el operador cuando este detecta alguna anomalía en su proceso (anexo A)

Tarjeta Amarilla: cuando la anomalía amerita que la revise directamente un técnico de mantenimiento En este caso se especifica la utilizaremos para la devolución de las herramientas. (anexo B)

Tarjeta Verde: mejora/repación que reporta y realiza el operador, Son las tarjetas en las que el operador de máquina registrará sus inspecciones diarias (anexo C).

4.4.2 Medidas Para Cero Fallos. Las medidas para cero fallos están concentradas en cinco pasos que interrelacionan los departamentos de producción y mantenimiento.

A continuación, se describe la metodología.

Figura 16. Cinco medidas para cero fallas



4.5 PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO

El propósito del Mantenimiento Planificado es crear la capacidad para lograr equipo y condiciones de proceso óptimos de tal forma que sea eficiente y efectivo en costo. Dicho de otra manera, el objetivo del pilar es asegurar que las funciones del equipo sean satisfactorias en cualquier momento en que el equipo las necesite a un costo mínimo.

Con el fin de lograr el propósito del pilar, las actividades del mismo son:

- Fallas del equipo
- Problemas del control de procesos
- Anormalidades en calidad
- Paros menores
- Uso o reciclaje excesivo de material
- Reducciones en capacidad o ritmo
- Problemas de seguridad o ambiente

Las actividades de Mantenimiento Planificado se rigen por pasos muy rigurosos que construyen las bases fundamentales, y a partir de ahí se conducen a niveles más elevados. Esto contrasta con el mantenimiento histórico en el cual las actividades de mantenimiento siguen un esquema de actividades aleatorias de acuerdo a las herramientas y técnicas disponibles, con frecuencia tratando de realizar actividades para las cuales la organización no se encuentra preparada a optimizar debido a la falta de elementos fundamentales, incluyendo habilidades, sistemas, etc. (Japan Institut of Plant Maintenance, 1995). La implementación del Mantenimiento Planificado comprende los siguientes descritos desde el anexo 4 al anexo 12.

Una vez dicho esto en estos anexos encontraremos actividades de mantenimiento separada por semanas, meses semestre y anualidades, alguno de los equipos con mayor criticidad, las cuales buscan restablecer la maquinaria de alta criticidad a su estado inicial.

4.5.1 Diagnóstico de la situación actual. Acá Evaluaremos los equipos y maquinaria para poder comprender su situación actual a través de un diagnóstico. En este diagnóstico se realizan tres actividades claves:

Primero: Registro de los equipos, hojas de vida de los Equipos actualizada. (anexo N) Para conocer los Sistemas y Subsistemas de los Equipos.

Con la evaluación de criticidad y el historial de averías, definir los tipos de mantenimiento para cada uno de los equipos de la planta y también su frecuencia.

Segundo: Evaluar los equipos según criticidad. (ver matriz de criticidad).

Observaremos y daremos prioridad a los equipos más críticos según nuestra matriz de criticidad, esto para la programación de nuestros mantenimientos.

Tercero: Clasificar las averías. Clasificaremos el tipo de avería para dar una mejor gestión a la misma de la siguiente manera, dependiendo del tiempo de la avería (para de maquina) esto con el fin de ordenar el personal y dar futura solución al problema.

Tabla 10. Clasificación de averías.

averías mayores a 1 hora	averías entre 1 hora y edia hora	averías de 1 a 30 minutos
<ul style="list-style-type: none">• Se deveran tomar medidas para evitar la repeticion de las averias.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar actividades de manteneimto preventivo y correctivo.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar mantenimiento del pilar de Mantenimiento Autonomo.

4.6 PILAR DE GESTIÓN Y SEGURIDAD DEL ENTORNO

Este pilar busca el bienestar psicosocial de los empleados ya que un entorno seguro es un entorno más eficiente en sus procesos, teniendo en cuenta la aplicación de las 5s y uniéndolo a este pilar los riesgos deben minimizarse, pero

desafortunadamente los accidentes son inesperados y este pilar busca es tratar de eliminar todas las causas posibles que puedan aumentar las probabilidades de un accidente, y la forma de mejorar el entorno para que este se sea agradable a todos los colaboradores.

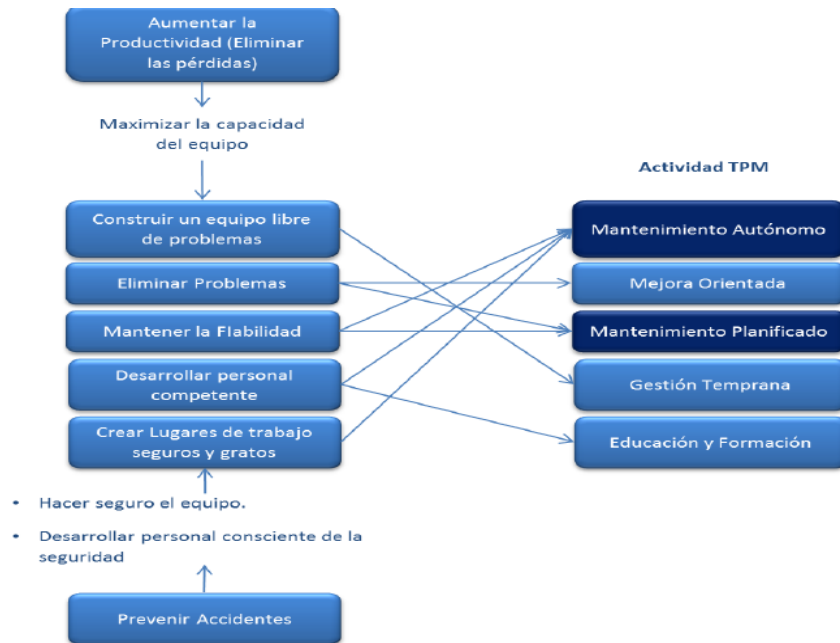
4.6.1 Política de seguridad en el trabajo. Fue necesario realizar una política de cero tolerancias a los actos inseguros que puedan conllevar a un accidente o a alterar el bienestar de los demás colaboradores. A continuación, la política de seguridad

“Tigre Colombia establece dentro de sus políticas, el compromiso para lograr y mantener los niveles de más alto bienestar físico, social y psicológico de sus trabajadores, logrando su desarrollo integral. XAR LTDA se compromete a prevenir y corregir todos aquellos aspectos que en el ambiente laboral puedan generar efectos nocivos en sus trabajadores.

Tigre Colombia se compromete a permitir que se realicen todas las actividades que garantizarán la salud de sus trabajadores, obteniéndose de forma simultánea el más alto nivel de eficiencia, compromiso individual y productividad a quienes laboran en esta compañía.

El personal directivo de Tigre Colombia será responsable del cumplimiento de la política de salud ocupacional.”

Figura 17. Contribución del TPM a la seguridad en el trabajo.



Fuente: TPM en Industrias de Procesos (Japan Institut of Plant Maintenance, 1995)

Según el TPM existe un grado de peligrosidad o de clasificación de los riesgos.

Tabla 11. Clasificación del grado de peligrosidad.

CLASE	RIESGO	REALIZACIÓN DE CONTROLES
Alto	Una condición ambiental del lugar de trabajo capaz de producir la muerte o una incapacidad permanente, emisiones y desechos peligrosos que puedan llegar a producir una contaminación grave del ambiente. Una condición capaz de producir pérdidas considerables de estructuras, equipos o materiales.	Monitoreo permanente
Medio	Una condición ambiental del lugar de trabajo capaz de producir una enfermedad grave. Emisiones y desechos peligrosos que puedan llegar a producir una contaminación del ambiente grave, pero de menor extensión. Práctica que pueda causar lesión o enfermedad grave dando como resultado incapacidad temporal, o daño grave a la propiedad.	Corto plazo
Bajo	Una condición ambiental del lugar de trabajo capaz de producir una enfermedad leve. Emisiones y desechos que puedan llegar a producir una contaminación leve del ambiente. Práctica capaz de causar lesiones menores no incapacitantes, enfermedad leve o daño menor a la propiedad.	Mediano plazo

Para tratar de llevar una trazabilidad de la accidentabilidad de los colaboradores o posibles riesgos es necesario realizar un formato donde podamos documentar dichos acontecimientos. (ver anexo N).

4.7 EDUCACION Y ENTRENAMIENTO

Donde se dará marcha al inicio de la implementación del proyecto basado en las etapas de introducción realizadas en fases anteriores, en este punto se evalúa la aceptación del programa dentro de la línea y la visión que se tiene dentro de toda la fábrica. Se realizan auditorias de paso en cada uno de los pilares y se valoran los resultados obtenidos, el proyecto debe ser evaluado periódicamente por la gerencia,

los jefes de grupo y de manera autónoma, con esto se busca garantizar un mejoramiento continuo en cada uno de los pilares.

4. 7.1 Auditorías De Paso. Buscan realizar un seguimiento para determinar si son o no efectivas las metodologías establecidas y si los operadores están empoderados de su máquina diagnosticando y reportando oportunamente las anomalías detectadas en la ejecución de su proceso.

Tabla 12. Programación de auditorías.

PILAR	FRECUENCIA	EJECUTANTE	PUNTAJE APROBACIÓN
AUDITORÍA DE PASO	DIARIA	AUTÓNOMA	>90%
AUDITORÍA DE PASO	QUINCENAL	JEFE	>85%
AUDITORÍA DE PASO	MENSUAL	GERENCIAL	>80%
AUDITORIA DE PASO	QUINCENAL	JEFE	>85%
AUDITORÍA DE PASO	MENSUAL	GERENCIAL	>80%
AUDITORÍA DE PASO 5´S	DIARIA	AUTÓNOMA	>90%
AUDITORÍA DE PASO 5´S	QUINCENAL	JEFE	>85%
AUDITORÍA DE PASO 5´S	MENSUAL	GERENCIAL	>80%

5. CONCLUSIONES

Como se puede observar en el mapa de procesos de tigre Colombia el mantenimiento pertenece a un proceso de soporte que permite mejorar los procesos productivos de la empresa, logrando una mayor satisfacción del cliente, tanto interno como externo, bajo la estrategia de la empresa de lograr un aumento de la calidad de los procesos. Este será la base para la implementación de diferentes estrategias que permitan robustecer los procesos misionales de la compañía y generen mayor competitividad en el sector de producción y comercialización de productos de PVC.

El modelo propuesto de implementación de una cultura TPM, se inicia con una línea piloto que se establece de acuerdo a unas pautas. De acuerdo al resultado el plan piloto se tomará este trabajo como guía para implementarlo En las demás secciones de la empresa.

El factor humano es la base para que sea exitosa la implementación del Mantenimiento Productivo Total, de este depende el éxito o fracaso del proceso. Por lo tanto, antes de aplicar esta cultura, se debe preparar al personal lo suficiente y empoderarlo del tema para que se motive y se entusiasme con los beneficios que les va a aportar dicho cambio.

Se ve la necesidad de crear una matriz de criticidad para evaluar el impacto de toda la maquinaria y equipos sobre la producción, con esta se pueden tomar decisiones importantes a la hora de dar los tiempos de mantenimiento he importancia para las futuras reparaciones.

Se toman 4 pilares de TPM basados en las necesidades, la practicidad y la facilidad para aplicarlos, estos, deberán abrir la puerta para el aumento de la producción y ver un resultado real de TPM.

En cuanto al Mantenimiento Autónomo, se quiere establecer condiciones de limpieza y orden dentro de la planta de producción, constituyendo el panorama ideal para el desarrollo de este pilar. Esto se logrará gracias a la implementación de la filosofía de 5´S, estableciendo también los criterios de evaluación de esta metodología para su continuidad.

Se pone en práctica un plan de mantenimiento planificado el cual se ha diseñado en función del estudio de criticidad de maquinaria, con la finalidad de conservar los equipos en buen estado, alargando su vida útil y evitando los tiempos de paro innecesarios.

6. RECOMENDACIONES

- Es necesario incorporar la figura del Coordinador TPM, el cual se encargará de labores operativas y de gestión visual, estas actividades si bien no necesitan de mucha experticia son importantes por ser la imagen del proyecto ante la fábrica y ante los visitantes.
- Es necesario incentivar a los empleados para la participación de todos en la implementación del TPM, ya que es una labor de todos, si el colaborador no se ve comprometido con el TPM el éxito de este puede traer dudas.
- Para obtener resultados satisfactorios del estudio realizado y cumplir las metas definidas inicialmente, es de vital importancia el seguimiento y ejecución del programa tal como ha sido diseñado.

BIBLIOGRAFIA

GARCIA GARRIDO, Santiago. Que es un plan de mantenimiento. [En línea] [Consultado: 15 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>.

_____. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2003.

GOOGLE. Google Maps. [En línea] [Consultado: 15 de marzo de 2017]. Disponible en: <https://www.google.es/maps/@4.7497367,-74.1455849,14z>.

HANSEN, Bertrand. Control de calidad: Teoría y Aplicaciones. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1989.

JAPAN INSTITUT OF PLANT MAINTENANCE. Programa de desarrollo del TPM, Implantación del Mantenimiento Productivo Total. Madrid: Productivity Press, 1991.

LEANEXPERTISE. Historia del mantenimiento. [En línea]. [[Consultado: 05 de marzo de 2017]. Disponible en: [http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles on total productive ma intenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles%20on%20total%20productive%20maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm)

MONTOYA, Iván y PARRA, Carlos. TPM Management. Bogotá: Centro Nacional de Productividad Colombia, 2006.

NAKAJIMA, Seiichi. Programa de desarrollo TPM, edición en español. Madrid: Tecnologías de gerencia y producción S.A., 1991.

ANEXOS

Anexo A. Tarjeta roja, pilar de mantenimiento autónomo.

TIGRE 		Rc630z01	
REGISTRO DE FALLAS			
Línea			
Máquina			
Operador			
Técnico Mantenimiento			
Fecha de falla		Hora de falla	
<i>Descripción:</i>			
Tipo	Complejidad	Criticidad	Prioridad

Anexo B. Tarjeta amarilla, pilar de mantenimiento autónomo.


TIGRE 		Rc630z01	
REGISTRO DE FALLAS			
Línea			
Máquina			
Operador			
Técnico Mantenimiento			
Fecha de falla		Hora de falla	
Descripción:			
Tipo	Complejidad	Criticidad	Prioridad

Anexo C. tarjeta verde, pilar de mantenimiento autónomo.

TIGRE  


LINEA			
PRODUCTO			
FECHA			
HORA			
Hembra		Hoja de Sierra	
Macho		Mordaza Campanadora	
Portamacho		Tapa de Horno	
Cabeza de Macho		Resistencia Horno	
Expansor		Porta Anilla	
Tapa		Posicionador de Anilla	
Resistencia Cabezal		Troquel	
Resistencia Interna		Guiador de Troquel	
ANOMALIAS			

Anexo D. Formato de mantenimiento planeado.

				FORMATO DE MANTENIMIENTO MOLDES DE INYECCION				PAGINA 1 DE 1	
FECHA:		DD	MM	AAAA	REALIZADO POR:		NÚMERO DE REGISTRO:		
					REVISADO POR:		NÚMERO DE MOLDE:		

ITEM	ACTIVIDAD	EJECUTADO			ITEM	ACTIVIDAD	EJECUTADO		
		SI	NO	NA			SI	NO	NA
1	Revisar cuerpo del molde				5				
1.1	Revisar, limpiar y lubricar las guías de placas principales				5.1	Revisar estado de cavidades (aboyaduras, rayas, poros, aristas)			
1.2	Revisar estado de la boquilla de inyección				5.2	Limpiar y verificar pulimento de cavidades			
1.3	Revisar pulimento del orificio de inyección				5.3	Verificar ajuste y fijación en el molde de las cavidades			
1.4	Verificar ubicación de la boquilla				5.4	Verificar fecheros			
1.5	Verificar área de contacto con la boquilla del barrel				5.5	Verificar rotulación			
1.6	Revisar tornillería en general				5.6	Revisar estado de machos (aboyaduras, rayas, poros, aristas)			
1.7	Limpiar y revisar placas (planitud)				5.7	Revisar ajuste y cierre entre machos			
2	Revisar del sistema de enfriamiento				5.8	Limpiar y verificar pulimento de los machos			
2.1	Revisar alojamientos de enfriamiento en machos y cavidades				5.9	Revisar, limpiar y lubricar las guías de patines y/o machos			
2.2	Revisar ductos internos de enfriamiento en machos y cavidades				5.10	Revisar los seguros de patines y/o machos			
2.3	Revisar O-ring en machos y cavidades				5.11	Limpiar y revisar colapsibles (estado, ajuste)			
2.4	Revisar los acoples para mangueras				6	Sistema hidráulico			
2.5	Revisar las mangueras de conducción de agua				6.1	Revisar cilindros hidráulicos			
2.6	Verificar el paso de agua por los ductos de enfriamiento				6.2	Verificar tornillos de sujeción			
2.7	Corrección de posibles fugas de agua				6.3	Verificar conectores hidráulicos			
3	Revisar sistema de expulsión de pieza				6.4	Corregir fugas de aceite			
3.1	Revisar, limpiar y lubricar las guías de placa expulsora de pieza				6.5	Revisar mangueras			
3.2	Revisar y limpiar resortes de placa expulsora de pieza				7	Sistema eléctrico			
3.3	Revisar expulsores (ubicación, longitud, ajuste, fijación)				7.1	Revisar finales de carrera (fijación, activación, conexiones)			
3.4	Limpiar y revisar placas (planitud)				7.2	Revisar conector (conexiones)			
3.5	Revisar tornillería en general								
4	Revisar sistema de expulsión de colada								
4.1	Revisar, limpiar y lubricar las guías de placa expulsora de colada								
4.2	Revisar y limpiar resortes de placa expulsora de colada								
4.3	Revisar anillos de teflón								
4.4	Limpiar y revisar placas (planitud)								
4.5	Revisar tornillería en general								
Observaciones									
Comentarios									
.....									
.....									
.....									


Anexo E. Formato de mantenimiento planeado semanal.

		TIGRE COLOMBIA S.A.S. PROCESO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL EN EXTRUSION				PAGINA 1 DE 1	
MÁQUINA:		No:		REALIZADO POR:			
FECHA PROGRAMADA:				REVISADO POR:			
FECHA DE EJECUCIÓN:							
MANTENIMIENTO SEMANAL				EJECUTADO			OBSERVACIONES
				SI	NO	NA	
1	Mantenimiento de tableros eléctricos:						
1.1	Limpiar el tablero eléctrico						
1.2	Limpiar o cambiar filtro para aire						
1.3	Verificar funcionamiento de ventiladores						
2	Revisión de filtros (vacío, agua y condensado):						
2.1	Revisión, limpieza o cambio de filtro de la trampa del sistema de vacío de la extrusora						
2.2	Revisión, limpieza o cambio de filtro de entrada del agua en la extrusora						
2.3	Revisión, limpieza o cambio de filtro de entrada del agua en las tinas de enfriamiento						
2.4	Revisión y limpieza de filtros de condensado en la unidad de mantenimiento de los haladores						
2.5	Revisión y limpieza de filtros de condensado en la unidad de mantenimiento de las sierras						
2.6	Revisión y limpieza de filtros de condensado en la unidad de mantenimiento de los codificadores						
2.7	Revisión y limpieza de filtros de condensado en la unidad de mantenimiento de los acapanadores						
3	Reposición de aceite en las unidades de mantenimiento:						
3.1	Reposición de aceite en las unidades de mantenimiento de los haladores y verificación de funcionamiento						
3.2	Reposición de aceite en las unidades de mantenimiento de las sierras y verificación de funcionamiento						
3.3	Reposición de aceite en las unidades de mantenimiento de los acapanadores y verificación de funcionamiento						
4	Limpieza y lubricación del sistema de desplazamiento de las tinas de enfriamiento						
5	Lubricación de haladores:						
5.1	Limpieza y lubricación de cadenas de orugas						
5.2	Limpieza y lubricación de cadenas de sistema de transmisión						
6	Lubricación de sierras:						
6.1	Limpieza y lubricación de sistema de desplazamiento longitudinal						
6.2	Lubricación de guías de los prensatubo						
7	Lubricación de acapanadores:						
7.1	Limpieza y lubricación de guías de los prensatubo						
7.2	Limpieza y lubricación de guías de sistemas de desplazamiento longitudinal de hornos						
7.3	Limpieza y lubricación de guías de sistemas de desplazamiento longitudinal de tomadores						
7.4	Limpieza y lubricación de guías del sistema de desplazamiento de la mesa						
7.5	Limpieza y lubricación de cadenas y piones del sistema de nivelación de la mesa						
8	Lubricación de corrugador						
8.1	Reposición de aceite en la unidad de lubricación						
8.2	Verificar el funcionamiento del sistema de lubricación						
8.3	Verificar el drenaje del aceite de lubricación						
8.4	Limpiar y lubricar guías de desplazamiento vertical						
8.5	Verificar la lubricación de los piones del sistema de transmisión						
ACTIVIDADES PROGRAMADAS:							
ACTIVIDADES REALIZADAS:							
CUMPLIMIENTO:							


Anexo F. Formato de mantenimiento planeado mensual.

MANTENIMIENTO MENSUAL		EJECUTADO			OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	
1 Mantenimiento de la calefacción del barril: 1.1 Revisar el estado de las resistencias (fijación, conector, es la adecuada?) 1.2 Revisión del estado de las conexiones eléctricas de las resistencias 1.3 Verificar y anotar el consumo de corriente de las resistencias 1.4 Limpiar los alqam lentos para termocuplas 1.5 Verificar el estado de las bases para termocuplas 1.6 Limpiar y verificar el bulbo de las termocuplas 1.7 Verificar el ajuste de las termocuplas a sus bases 1.8 Verificar la conexión de las termocuplas 1.9 Verificar que la temperatura que registran las termocuplas es la real (Comparar la temperatura con ayuda de un termómetro) 1.10 Verificar el funcionamiento de los ventiladores para enfriamiento 2 Mantenimiento de la calefacción del adaptador 2.1 Revisar el estado de las resistencias (fijación, conector, es la adecuada?) 2.2 Revisión del estado de las conexiones eléctricas de las resistencias 2.3 Verificar y anotar el consumo de corriente de las resistencias 2.4 Limpiar los alqam lentos para termocuplas 2.5 Verificar el estado de las bases para termocuplas 2.6 Limpiar y verificar el bulbo de las termocuplas 2.7 Verificar el ajuste de las termocuplas a sus bases 2.8 Verificar la conexión de las termocuplas 2.9 Verificar que la temperatura que registran las termocuplas es la real (Comparar la temperatura con ayuda de un termómetro) 3 Mantenimiento de la calefacción del separador 3.1 Revisar el estado de las resistencias (fijación, conector, es la adecuada?) 3.2 Revisión del estado de las conexiones eléctricas de las resistencias 3.3 Verificar y anotar el consumo de corriente de las resistencias 3.4 Limpiar los alqam lentos para termocuplas 3.5 Verificar el estado de las bases para termocuplas 3.6 Limpiar y verificar el bulbo de las termocuplas 3.7 Verificar el ajuste de las termocuplas a sus bases 3.8 Verificar la conexión de las termocuplas 3.9 Verificar que la temperatura que registran las termocuplas es la real (Comparar la temperatura con ayuda de un termómetro) 4 Mantenimiento de la calefacción del (los) cabezal (es) 4.1 Revisar el estado de las resistencias (fijación, conector, es la adecuada?) 4.2 Revisión del estado de las conexiones eléctricas de las resistencias 4.3 Verificar y anotar el consumo de corriente de las resistencias 4.4 Limpiar los alqam lentos para termocuplas 4.5 Verificar el estado de las bases para termocuplas 4.6 Limpiar y verificar el bulbo de las termocuplas 4.7 Verificar el ajuste de las termocuplas a sus bases 4.8 Verificar la conexión de las termocuplas 4.9 Verificar que la temperatura que registran las termocuplas es la real (Comparar la temperatura con ayuda de un termómetro) 5 Mantenimiento de la calefacción del acompañador 5.1 Revisar el estado de las resistencias (fijación, conector, es la adecuada?) 5.2 Revisión del estado de las conexiones eléctricas de las resistencias 5.3 Verificar y anotar el consumo de corriente de las resistencias 5.4 Limpiar los alqam lentos para termocuplas 5.5 Verificar el estado de las bases para termocuplas 5.6 Limpiar y verificar el bulbo de las termocuplas 5.7 Verificar el ajuste de las termocuplas a sus bases 5.8 Verificar la conexión de las termocuplas 5.9 Verificar que la temperatura que registran las termocuplas es la real (Comparar la temperatura con ayuda de un termómetro) 6 Mantenimiento de la calefacción de la empacadora 6.1 Revisar el estado de las resistencias (fijación, conector, es la adecuada?) 6.2 Revisión del estado de las conexiones eléctricas de las resistencias 6.3 Verificar y anotar el consumo de corriente de las resistencias 6.4 Limpiar los alqam lentos para termocuplas 6.5 Verificar el estado de las bases para termocuplas 6.6 Limpiar y verificar el bulbo de las termocuplas 6.7 Verificar el ajuste de las termocuplas a sus bases 6.8 Verificar la conexión de las termocuplas 6.9 Verificar que la temperatura que registran las termocuplas es la real (Comparar la temperatura con ayuda de un termómetro)					
ACTIVIDADES PROGRAMADAS: _____ ACTIVIDADES REALIZADAS: _____ CUMPLIMIENTO: _____					


Anexo G. Formato de mantenimiento planeado trimestral.

		TIGRE COLOMBIA S.A.S. PROCESO DE MANTENIMIENTO MA NTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL EN INYECCION				PAGINA 1 DE 1	
MÁQUINA:		No:		REALIZADO POR:			
FECHA PROGRAMADA:				REVISADO POR:			
FECHA DE EJECUCIÓN:				HOROMETRO:			
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL				EJECUTADO		OBSERVACIONES	
				SI	NO		
1	Revisar los filtros del sistema hidráulico						
1.1	<i>Limpiar los filtros del sistema hidráulico</i>						
1.2	<i>Cambiar los filtros del sistema hidráulico si es necesario</i>						
2	Ajustar la tornillería en todas las terminales de las conexiones eléctricas						
3	Revisar gabinetes eléctricos						
3.1	<i>Limpeza de gabinetes eléctricos</i>						
3.2	<i>Organizar el cableado y canaletas</i>						
3.3	<i>Verificar el funcionamiento de los ventiladores</i>						
3.4	<i>Limpiar filtros de aire o cambiar si es necesario</i>						
ACTIVIDADES PROGRAMADAS:							
ACTIVIDADES REALIZADAS:							
CUMPLIMIENTO:							


Anexo H. Formato de mantenimiento planeado semestral.

		TIGRE COLOMBIA S.A.S. PROCESO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL EN INYECCION				PAGINA 1 DE 1	
		MÁQUINA:		No:	REALIZADO POR:		
FECHA PROGRAMADA:				REVISADO POR:			
FECHA DE EJECUCIÓN:				HOROMETRO:			
MANTENIMIENTO SEMESTRAL				EJECUTADO		OBSERVACIONES	
				SI	NO		
1	Revisar el enfriador de aceite						
1.1	Limpiar ductos de paso de agua						
1.2	Verificar el estado de las tapas del enfriador						
1.3	Corregir posibles fugas de agua						
2	Revisar los apoyos de nivelación de la máquina						
3	Verificar la nivelación de la máquina						
4	Tomar muestra para análisis de aceite (Tomar dos semanas antes de la intervención)						
5	Mantenimiento del tanque de aceite						
5.1	Drenar y filtrar el aceite						
5.2	Limpiar el tanque de aceite						
5.3	Cambiar el aceite de acuerdo al análisis						
6	Revisar ajuste de finales de carrera						
7	Verificar la sujeción del motor hidráulico						
8	Revisar la boquilla del barril						
8.1	Desmontar y limpiar						
8.2	Verificar el estado y reparar si es necesario						
8.3	Montar aplicando grasa para temperatura						
ACTIVIDADES PROGRAMADAS:							
ACTIVIDADES REALIZADAS:							
CUMPLIMIENTO:							

Anexo I. Formato de mantenimiento planeado anual.

		TIGRE COLOMBIA S.A. S. PROCESO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL EN INYECCION			PAGINA 1 DE 1	
MÁQUINA:		No:		REALIZADO POR:		
FECHA PROGRAMADA:				REVISADO POR:		
FECHA DE EJECUCIÓN:				HOROMETRO:		
MANTENIMIENTO ANUAL				EJECUTADO		OBSERVACIONES
				SI	NO	
1	Sustituir todos los filtros del sistema de lubricación e hidráulico					
2	Engrasar los cojinetes del motor y de la bomba					
3	Revisión de las mangueras del sistema hidráulico					
3.1	Verificar presencia de burbujas en las mangueras					
3.2	Verificar presencia de fugas de aceite en mangueras y acoples					
3.3	Cambio de mangueras si es necesario					
4	Reapretar todos los tornillos y tuercas de la máquina					
5	Mantenimiento al equipo de plastificación					
5.1	Desmontar el tornillo de plastificación, limpiar y medir diámetro.					
5.2	Limpiar, inspeccionar y medir el diámetro interno del barril.					
5.3	Inspeccionar y medir el diámetro externo del anillo de retención					
5.4	Inspeccionar la punta del tornillo de plastificación, reparar si es necesario.					
5.5	Desmontar el tornillo de plastificación, limpiar y medir diámetro. Limpiar, inspeccionar y medir el diámetro interno del barril (inspeccionar y medir).					
5.6	Medir la holgura entre la pared del barril y el tornillo de plastificación.					
6	Verificar el paralelismo de las placas.					
NOTA 1: El paralelismo de las placas se debe medir con un micrómetro de interiores en los cuatro ángulos de las placas. NOTA 2: La tolerancia permitida en el paralelismo es el siguiente: CLF 180TX: Tolerancia 0.20mm CLF 285TX: Tolerancia 0.20mm CLF 500TX: Tolerancia 0.25mm						
ACTIVIDADES PROGRAMADAS:						
ACTIVIDADES REALIZADAS:						
CUMPLIMIENTO:						

Anexo J. Hoja de vida de equipos.

	TIGRE COLOMBIA S.A.S. PROCESO DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA MAQUINARIA Y EQUIPO	PAGINA 1 DE 1
---	---	---------------

ESPECIFICACIONES

Nombre:	Fecha de Adquisición:	Voltaje (V):	
Código del Activo:	Fecha de Puesta en Servicio:	Amperaje (A):	
Marcas:	Tipo de Aceite: Capacidad:	Potencia (kW - hp):	
Modelo:	Consumo de Agua (m ³ /h):	Velocidad (rpm):	
Ubicación:	Presión de Aire (bar - psi):	Frecuencia (Hz):	
Dimensiones:	Ancho (mm):	Alto (mm):	Peso (kg):
Manual: SI NO	Ubicación Manual:		

FOTOS DEL EQUIPO

Equipo Vista 1	Equipo Vista 2	Equipo Vista 3	Tablero
----------------	----------------	----------------	---------

MANTENIMIENTO

Actividad	Cada Desmontaje	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Responsable

LISTA DE PARTES


Item	Referencia	Cantidad

CONTROL DE ACTIVIDADES

MP: MANTENIMIENTO PREVENTIVO MC: MANTENIMIENTO CORRECTIVO MM: MODIFICACIÓN O MEJORA AM: AJUSTAMIENTO DE MOLD

Fecha	MP	MC	MM	AM	Descripción	Responsable

Anexo K. Formato de riesgos.

		TIGRE COLOMBIA S.A.S. PROCESO DE MANTENIMIENTO FORMATO DE RIESGOS						PAGINA 1 DE 1	
		REPORTE No.:	DEPARTAMENTO:			FECHA:			
MAQUINA/EQUIPO:		MARCA:			LINEA:				
MANTENIMIENTO:		PREVENTIVO	CORRECTIVO	PROACTIVO	HOROMETRO	301.09	OTRO:		
CONDICION:		CRITICA	MEDIA	NORMAL	INFORMO:		TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3
PROBELMA		MECANICO	ELECTRICO	ELECTRONICO:	OTRO:				
MECANICO - ELECTRICO									
DESCRIPCION GENERAL DEL INCIDENTE									
OBSERVACIONES:									
ACCIONES REALIZADAS:									
REGISTRO FOTOGRAFICO									
EJECUTADO POR:		CONOCIO:			RECIBIO:				