UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2022

MARCO PARA LA PLANIFICACIÓN DE PARADA GENERAL DE PLANTA EN EL CONTEXTO DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS Y CONFIABILIDAD

PEÑA CASTRO, CLAUDIO ANTONIO

https://hdl.handle.net/11673/53087

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

MARCO PARA LA PLANIFICACIÓN DE PARADA GENERAL DE PLANTA EN EL CONTEXTO DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS Y CONFIABILIDAD

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en MECÁNICA DE PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:
Claudio Antonio Peña Castro

Profesor Guía:
Eduardo Aracena Cuellar

2022

DEDICATORIA

Quiero agradecer a mi familia, por el apoyo incondicional en este proceso de poder ser un profesional, por la paciencia y comprensión en los momentos más difíciles. También agradecer a mis amigos, en especial a quienes conocí de compañeros en la carrera, que con el tiempo se volvieron importantes para mí.

Agradecer además a profesores y profesoras por haber compartido sus conocimientos, ayudando al desarrollo personal y profesional de los alumnos.

RESUMEN

El documento fue realizado con especial énfasis en lo que son las paradas de plantas de celulosa, con la idea de poner generar un enfoque distinto en cuanto a las planificaciones y ejecuciones de los trabajos.

Al comienzo se comenta principalmente de los objetivos que busca tener una planta con sus activos, para así dar paso a la recolección de información de lo que es la gestión de activos, confiabilidad, ciclo y costo de vida.

Teniendo información bien definida es que se da el paso a crear y complementar métodos de trabajo, en cuanto a la recolección de información durante el funcionamiento de equipos y luego durante la actividad de mantención programada. Para la comprensión mas apta es que se seleccionan algunos activos de la planta y se ejemplifica el enfoque del método.

La información esta principalmente enfocada al personal que se encarga de planificar las actividades de PGP, pudiéndoles concientizar un enfoque diferente en cuanto a la importancia de realizar bien el mantenimiento y el valor del trabajo en conjunto con el personal que ingresa a la actividad. Pero también esta dirigido a cualquier persona que desee en algún momento participar en una PGP, generándoles una motivación extra o simplemente poder compartir información.

ABSTRACT

The document was made with special emphasis on what are the pulp mill shutdowns, with the idea of generating a different approach in terms of planning and execution of the works.

At the beginning, it is mainly commented on the objectives that a plant seeks to have with its assets, in order to give way to the collection of information on what is asset management, reliability, cycle and cost of life.

Having well-defined information is that the step is taken to create and complement work methods, in terms of the collection of information during the operation of equipment and later during the scheduled maintenance activity. For the most apt understanding it is that some assets of the plant are selected and the approach of the method is exemplified.

The information is mainly focused on the personnel in charge of planning PGP activities, making them aware of a different approach regarding the importance of performing maintenance well and the value of working together with the personnel that enters the activity. But it is also aimed at anyone who wishes at some point to participate in a PGP, generating extra motivation or simply being able to share information.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN **1**

OBJETIVOS **2**

CAPÍTULO 1: METODOLOGÍAS **3**

1.1 Formulación del problema 4

1.2 Diagrama causa-efecto 5

1.3 Alcance 6

1.4 Propuestas de mejora 6

CAPÍTULO 2: GESTIÓN DE ACTIVOS, CICLO DE VIDA, PGP Y CONFIABILDAD OPERACIONAL. **7**

2.1 Gestión de Activos 8

2.2 Metodología de la gestión de activos 9

2.3 Ciclo de Vida de un activo 10

2.4 Costos del Ciclo de Vida 11

2.5 Relación de la Gestión de Activos con Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad 12

2.6 Confiabilidad Operacional 13

2.7 Parada General De Planta 16

2.8 Objetivos estratégicos y operacionales en una Parada General de Planta 17

CAPÍTULO 3: ELABORACIÓN MÉTODO EN CICLO DE VIDAD PGP, COMUNICACIÓN, REPUESTOS Y RR HH, NORMATIVAS LEGALES. **18**

3.1 Ciclo de Vida de un Proyecto de Parada General de Planta 19

3.1.1 Pre-Proyecto 19

3.1.2 Planificación 19

3.1.3 Decisión 20

3.1.4 Información y Comunicación 21

3.1.5 Gestión y obtención de Repuestos 22

3.1.6 Recurso Humano 22

3.2 Etapas en el proceso de contratación 24

3.3 Normativas legales 26

3.3.1 LEY 20.123 26

3.3.2 Ley N° 16.744 27

CAPÍTULO 4: EJEMPLIFICACIÓN A MOTORES ELECTRICÓS, RODILLOS DE APOYO HORNO DE CAL E INSPECCIÓN SOBRECANLENTADO. 29

4.1 Seguimiento estado motores eléctricos 30

4.2 Mantención rodillos de apoyo 31

4.3 Personal inspección tubos Sobrecalentado 32

Conclusiones 33

Bibliografía 34

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: diagrama Ishikawa. Fuente Propia 5

Figura 2: ciclo de vida. Fuente internet 10

Figura 3: curva de la bañera. fuente internet 11

Figura 4: gestión de activos físicos. fuente internet 12

Figura 5: confiabilidad operacional. fuente internet 13

Figura 6: elementos de confiabilidad humana. fuente internet 14

Figura 7: ciclo de vida de PGP. fuente internet 19

Figura 8: motores eléctricos. fuente internet 30

Figura 9: horno de cal. fuente propia 31

Figura 10: tubos sobrecalentado caldera. fuente propia 32

INTRODUCCIÓN

Para equipos que son principalmente mecánicos la mantención es una tarea que no se puede evitar, independiente de la marca o el uso que se le dé. Es por eso por lo que con el pasar del tiempo las empresas continúan en la búsqueda de mejorar los métodos de mantenimiento.

Producto del gran tamaño de una planta de celulosa es que para intervenir sus equipos los detienen por ciertos días, poder además estudiarlos y alargar su vida útil, reduciendo los costos que significaría un reemplazo antes de los cálculos estipulados de durabilidad.

Es por ello por lo que a continuación se realiza un enfoque complementario de la forma en que se realizan las actividades de PGP, tomando referencia de distintas actividades las cuales pueden servir de gran ayuda a que los objetivos de detención puedan lograrse, así poder reducir costos y aumentar utilidades, incluyendo además maneras existentes de contratación y leyes que se pueden encontrar. Para poder profundizar en la idea es que se procede a utilizar algunos activos de la planta, para poder ayudar a entender de mejor manera el método.

OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar un marco para la planificación de parada general de planta en el contexto de la gestión de activos físicos y confiabilidad.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la gestión de activos y su relación con la confiabilidad operacional.
- Elaborar un método o procedimiento general como guía para planificar la parada general de planta.
- Ejemplificar la aplicación del método mediante el análisis a activos físicos.

CAPÍTULO 1: METODOLOGÍAS

1.1 Formulación del problema

Dentro de una planta de Producción de Celulosa hay un sinfín de activos físicos que cumplen diferentes funciones, además que sus tamaños son variados por lo que su mantenimiento también tiene un enfoque distinto.

Suele ocurrir variadas veces que en la interna de una planta la comunicación respecto al estado actual de un equipo no es informado por los operarios, debido a pensar que puede ser un ruido normal o producto de la edad, creer tener la capacidad de solucionar el problema mientras esté en funcionamiento, o quizás puede ser por un miedo a recibir de jefatura alguna advertencia que lleve a un problema laboral. También dentro de una empresa hay varios departamentos, los cuales tienen su tarea específica para el buen funcionamiento de los equipos, lo que ocurre en ocasiones es que su comunicación no es la adecuada en cuanto a la toma de decisiones, generando diferencia o retrasos.

La evaluación de los equipos en pleno funcionamiento puede ser en veces engañosa, por lo que al planificar su actividad de mantención hay factores que no se consideran o algunos de ellos no son considerados importantes, además que el stock de repuestos de los equipos no siempre se encuentra disponible, por lo que en variadas ocasiones durante un PGP se deben solicitar y eso requiere tiempo o simplemente se pide a alguna empresa la fabricación.

Cuando se le realiza mantención a un equipo durante una PGP en ocasiones hay personal nuevo que no tiene mucho conocimiento, por lo que no se siente seguro si la tarea que realiza está siendo correcta, o simplemente no está al tanto de la importancia de su trabajo para una organización

1.2 Diagrama causa-efecto

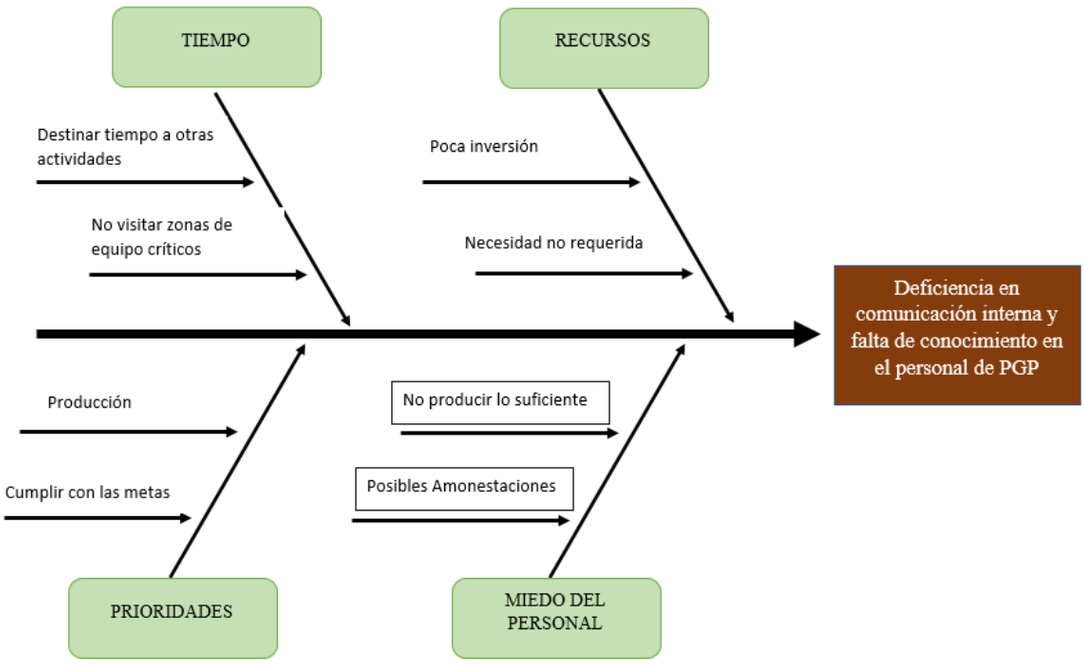

Figura 1: diagrama Ishikawa. Fuente Propia

1.3 Alcance

Crear métodos que ayuden a un mejor desarrollo de PGP en plantas de celulosa, teniendo en consideración la forma ya existente e implementada en las actividades de mantenimiento, además ayudar a cubrir la necesidad de mantener los equipos en buenas condiciones durante la mayor parte de su funcionamiento o ciclo de vida, así al momento de la siguiente intervención se vuelve a emplear y los resultados deberían ir mejorando.

Generar mediante la gestión de activos que todos los involucrados trabajen en conjunto y tengan una comunicación más directa, siendo clara y adecuada. Implementaciones que además tienen los funcionarios, pudiendo generar su propia información respecto a las dudas que les puedan surgir de los equipos.

1.4 Propuestas de mejora

Para poder generar más comunicación dentro de las personas que trabajan en la interna es que se requiere emplear un método donde exista más confianza, donde cada persona se sienta cómoda y respetada, independientemente del cargo. Así se puede generar más flujo de información sobre el estado de los equipos. Para poder lograrlo es que se busca poder complementar lo existente con ideas que son parte de la gestión de activos, buscando tener un enfoque un poco diferente.

Poder evaluar de mejor manera el estado de los equipos, implementando desde su adquisición una buena gestión, así poder lograr que en las PGP la tarea a realizarles baje su complejidad y pueda aumentar la vida útil. Además poder generar una buena selección de personal y a los menos experimentados realicen una práctica previa o acceso a información sobre su función a realizar. Incluir y recordar leyes vigentes que se encuentran dentro de la actividad, ya que su relevancia es alta para el derecho y cuidado del personal.

CAPÍTULO 2: GESTIÓN DE ACTIVOS, CICLO DE VIDA, PGP Y CONFIABILDAD OPERACIONAL.

2.1 Gestión de Activos

Como definición dice que la gestión de activos es un conjunto de actividades coordinadas que una organización usa para conseguir que sus activos entreguen resultados y objetivos de manera sostenible.

La gestión de activos juega un rol muy importante de dentro de lo que es el mundo de las organizaciones a cargo de ciertas empresas, ya que busca con ello evolucionar hacia la mejora de objetivos en cuanto a la producción y sostenibilidad del rubro, ya que busca obtener beneficios mediante el riesgo que se toma a ciertas situaciones, el costo que conlleva llevar a cabo ciertos procesos y algo muy importante es el desempeño organizacional que tiene cada área.

Respecto al desempeño organizacional se tiene en consideración que todas las áreas puedan trabajar en conjunto para la resolución de ciertos trabajos, debido a que comúnmente no todos los departamentos tienen los mismos objetivos, dentro de la gestión de activos se busca que todos los departamentos ya sea mantenimiento, producción, recursos humanos, confiabilidad, entre otros, tenga un mismo objetivo en cuanto a ciertos temas específicos como por ejemplo la implementación de un nuevo equipo a la producción, ya que suele suceder que para producción es ideal pero mantenimiento no es apto y se produce un dilema que no tiene enfoque hacia un mismo camino.

¿Quiénes están involucrados?

- Contrato
- Diseño
- Compras
- Operaciones
- Marketing
- Mantenimiento
- Recursos humanos
- Ambiental
- Legal
- Finanzas
- Relaciones publicas
- Control de datos y documentos
- Riesgo

Tras la implementación de gestión de activos se puede obtener variados beneficios, dentro de los cuales podrían ser:

- Menos barreras internas
- Alineamiento de la visión
- Mejor administración del riesgo
- Mejores resultados financieros
- Servicios y productos mejorados
- Reputación en alza
- Mejora en la sostenibilidad organizacional
- Cumplimiento con la responsabilidad corporativa y social
- Mejor manejo de los activos físicos
- Trabajadores comprometidos y eficientes

2.2 Metodología de la gestión de activos

1. Planificación

- Diagnóstico Inicial
- Diseño
- Especificación
- Plan de Acción

2. Ciclo de Vida

- Adquisición
- Puesta a Punto
- Operar
- Mantener

3. Mantener

- Analizar
- Verificar

4. Actuar

- Mejora
- Estandarización
- Acción

2.3 Ciclo de Vida de un activo

El ciclo de vida de un activo comienza a regir mucho antes desde el inicio de sus operaciones, o sea, desde que el equipo se solicita hasta el momento en que se dicte el reemplazo o detiene su operación debido a que ya no se seguirá utilizando. Su etapa se puede clasificar en 2 fases, las cuales se describen a continuación para luego entender de mejor manera a través de un gráfico.

Capex (Capital Expenditures): En esta fase se involucra todo lo relacionado a la inversión que con lleva adquirir el activo, ya sea diseño, investigación, compras y la construcción de dicho activo. Teniendo lo anterior comentando se procede a la siguiente fase.

Opex (Operating Expense): En cuanto a la durabilidad a través del tiempo en esta fase es la más duradera, ya que está presente a lo largo de la vida útil del activo, donde se contemplan costos necesarios para que el activo se pueda mantener en operación y su funcionamiento sea el adecuado para cumplir con los objetivos de las empresas.

Figura 2: ciclo de vida. Fuente internet

2.4 Costos del Ciclo de Vida

Los Costos de Ciclo de vida se le pueden atribuir principalmente al Opex (Operating Expense), ya que le corresponde desde la puesta en marcha del activo, pero su etapa anterior igual es considerada ya que conlleva una investigación de por medio para su pronta adquisición, luego está su etapa de montaje, por lo que todo tiene un costo asociado, al comienzo debido a la edad puede que la inversión en cuanto a mantención no sea elevada, siempre y cuando el activo traiga de fabrica una elaboración buena, debido a que en muchas ocasiones el error de fabrica contempla un gasto no planificado, incluso si el fabricante se hace responsable, debido a que el proceso en el cual se utiliza se deberá detener y el no producir genera pérdidas. Lo comentado anteriormente lleva a recordar una gráfica que habla específicamente de esto, la cual lleva por nombre "Curva de la bañera" debido a la forma que tiene en cuanto a los datos que muestra:

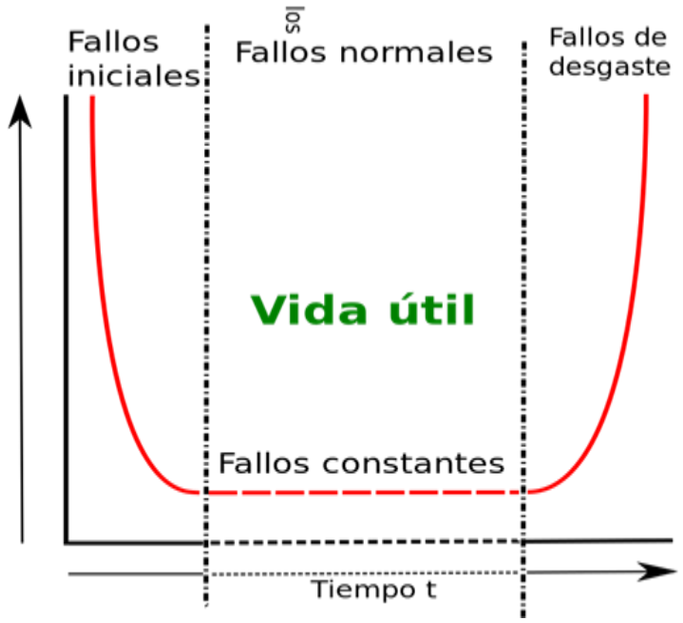

Figura 3: curva de la bañera. fuente internet

2.5 Relación de la Gestión de Activos con Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad

Al hablar de gestión de activos no se habla precisamente de un mantenimiento a ciertos equipos ya que su objetivo principal desde un punto de vista general tiene un enfoque con pequeñas diferencias, aunque más en su interior el objetivo que ambos tienen es el mismo. Dicho lo anterior es que hay que tener en consideración que la ingeniería de mantenimiento está dentro de lo que es gestión de activos, en resumen es una parte de ella, además que se encarga de restaurar las fallas, estimación de costos y de estudiar una manera más ideal de intervenir equipos. También dentro de la gestión de activos se encuentra la ingeniería de confiabilidad, que se refiere al termino de confiabilidad que presentan los equipos antes de que ocurra una falla, también su misión es el estudio de predecir y evitar fallas en los activos, en el caso de un fallo no estipulado esta área se debe encargar del estudio de la causa raíz.

Al tener en consideración estas 3 es que es fundamental la buena comunicación de cada uno de los departamentos que componen una organización, ya que no solo deben cumplir con los objetivos individuales que existan, sino que abordar el enfoque general para encaminar una sostenibilidad donde el beneficio se reparte y la importancia de cada uno se siente.

Figura 4: gestión de activos físicos. fuente internet

2.6 Confiabilidad Operacional

La Confiabilidad Operacional es una cadena de técnicas de mejora continua, que introducen en forma sistemática avanzados equipos de diagnóstico, métodos de análisis y nuevas tecnologías para perfeccionar el servicio, planeación, ejecución y control de la producción. Es un sistema compuesto por personas, procesos y activos para el cumplimiento de funciones dentro de un contexto operacional especifico, dentro de sus límites de diseño provenientes de fábrica.

Es importante puntualizar que en un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro parámetros operativos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confianza de los equipos; los cuales interactúan de forma óptima para obtener un mejoramiento duradero y de largo plazo.

Figura 5: confiabilidad operacional. fuente internet

Confiabilidad Humana**:** Es el conjunto de conocimientos y técnicas que se aplican en la predicción, análisis y reducción del error humano, enfocándose sobre el papel de las personas en las áreas de diseño, operación, procesos, mantenimiento y gestión de un activo de producción.

La Confiabilidad Humana se vincula con la cantidad de errores que se cometen en un tiempo determinado y nuevamente bajo especificas condiciones de trabajo.

Para generar Confiabilidad Humana, se deben implementar diversos planes de formación continua. Si el personal desconoce cómo hacer las tareas, no las puede ejecutar correctamente, por lo que esto provocaría un retraso o un suceso donde una falla podría interrumpir un proceso, debido a esto es que se requiere el apoyo de especialistas, para lograr que se hagan las cosas bien desde la primera vez y que se vuelva algo constante, con tendencia a la retroalimentación.

Figura 6: elementos de confiabilidad humana. fuente internet

Confiabilidad de Procesos**:** Es una técnica que se utiliza comúnmente ya que permite determinar y además conocer los parámetros de las operaciones existentes dentro de una organización, de esta forma se puede obtener una idea más clara y amplia en base a una manera más exacta de entender las operaciones que ocurren dentro de un organismo.

Mantenimiento de Equipos**:** Contempla el conjunto de acciones que son destinadas a mantener o poder reacondicionar un equipo, componente o sistema, en un estado en el que pueda cumplir de buena manera sus funciones principales, ósea poder llevar a cabo la actividad que se le fue destinada bajo un punto de vista operacional.

Independientemente de la perfección y confianza que se tiene en un sistema que su vida operativa comenzó solamente hace algún tiempo, existe una conciencia de que a lo largo de su operación este producirá ciertos cambios que serán irreversibles, lo que no quiere decir que no pueda cumplir sus funciones. Los cambios que puedan implementar son el resultado de fatigas, sobrecalentamientos, corrosión, deformaciones, entre otros. A veces uno de los nombrados anteriormente puede ocurrir en un alto nivel por lo que provocara que los demás independientemente cuanto avanzado estén provocaran una falla. También las fallas podrían ocurrir por errores humanos, ya que se le podría exigir al sistema más de lo que es capaz, además de que algunas reparaciones hechas anteriormente no fueron adecuadas.

Dentro de lo que es el mantenimiento también deben existir estrategias, la cuales ayudaran a que los objetivos puedan cumplirse, a continuación se nombras algunas:

- Construir una cultura de mantenimiento, basada en la importancia de su ejecución.
- Proyectar la función del mantenimiento para la producción.
- Enfocar el trabajo en equipo como una necesidad requerida para lograr objetivos.
- Realizar estudios del cuidado del medio ambiente, en relación con los elementos y componentes reemplazados (Reciclaje o Reutilización).
- Reingeniería del mantenimiento, ósea, retroalimentación.
- Información optima del mantenimiento.

Existen 2 categorías principales de procedimientos a utilizar en mantenimientos de sistema:

- Mantenimiento Programado
- Mantenimiento no programado

El mantenimiento programado es el más ideal, ya que son actividades que fueron definidas con anterioridad para realizarle una inspección y un mantenimiento preventivo a los equipos, los cuales podrían ser de servicio, funciones, limpieza, calibración y además el cambio de componentes o fluidos que tiene periodo de efectividad especifico, la función principal de este tipo de mantenimiento es prevenir grandes fallas y que el sistema en general se mantenga en buenas condiciones.

En el caso del mantenimiento no programado o también muy bien llamado mantenimiento correctivo se busca mediante defectos detectados dentro del sistema poder corregirlos y repararlos en el menor tiempo posible para que pueda volver a su actividad principal. La gran desventaja que presenta este mantenimiento es que al no ser planificado en algunas ocasiones toma tiempo encontrar la causa raíz, además puede producir que los demás equipos aledaños deban detener sus funciones. Otro efecto adverso que produce es que su reparación tiene un costo adicional y en ocasiones no se tiene el repuesto disponible, por lo que se genera una espera adicional, y eso para una industria pasa a ser grandes pérdidas.

Confiabilidad de Equipos**:** A este proceso se le conoce como un conjunto de herramientas que son aplicadas para lograr un mejoramiento y poder lograr una efectividad general dentro de un conjunto de sistemas de producción. Parte de sus objetivos están considerados para que el tiempo de mantenimiento o posibles fallos se pueda extender lo más posible, así lograr menos interrupciones en cuanto a la producción que se tiene como meta.

2.7 Parada General De Planta

Una Parada General de Planta (PGP) es una plan de actividades que están destinadas a la ejecución de trabajos que no podrían ser realizados cuando la planta se encuentra en operación, principalmente estas actividades están destinadas al reemplazo de componentes o partes, debido a su edad o como ocurre a veces por distintos daños, incorporación de mejoras en los distintos procesos o modificaciones, además de inspección a los equipos, ya sea por dentro o por fuera, así realizarle un diagnóstico al cliente para toma de decisiones.

Para una PGP se le asigna actividades a contratistas, donde algunos ya realizan funciones dentro de la planta y solo aumenta su personal en el periodo la parada y otros que acceden mediante licitaciones. En algunos casos dependiendo la actividad se implementa la subcontratación.

2.8 Objetivos estratégicos y operacionales en una Parada General de Planta

Los objetivos estratégicos de una empresa en cuanto a una PGP son los que tienen que cumplirse en su totalidad al termino de esta, por lo que se podría interpretar como una visión respecto a lo que se quiere lograr como organización, la relación que tiene con la gestión de activos es que ambas buscan lograr una sustentabilidad en el tiempo donde se pueda lograr reducir ciertos costos y una mejora continua en las áreas que contemplan la organización. Cuando se logra un buen retorno de inversión se realiza una visión hacia atrás y con ello se puede evaluar la efectividad de ciertos métodos implementados, además que como en todas las cosas donde hay resultados negativos o positivos se puede realizar un estudio de cómo hacer mejoras y evolucionar hacia una mejor manera de obtención nuevos beneficios buscando siempre la sustentabilidad.

En el caso de los objetivos operacionales de una PGP el plazo estipulado es más corto, debido a que se busca obtener resultados y beneficios en corto tiempo, los que indicaran si el camino utilizado está siendo el correcto o se necesita una mejora rápida, ya que la visión del momento hacia una proyección futura se está viendo damnificada. Es por ello por lo que la gestión de activos cumple un rol importante, ya que como se comentaba anteriormente busca que los departamentos de la organización tengan una buena comunicación en su interna, lo que les permitirá cumplir objetivos individuales como organizacionales.

CAPÍTULO 3: ELABORACIÓN MÉTODO EN CICLO DE VIDAD PGP, COMUNICACIÓN, REPUESTOS Y RR HH, NORMATIVAS LEGALES.

3.1 Ciclo de Vida de un Proyecto de Parada General de Planta

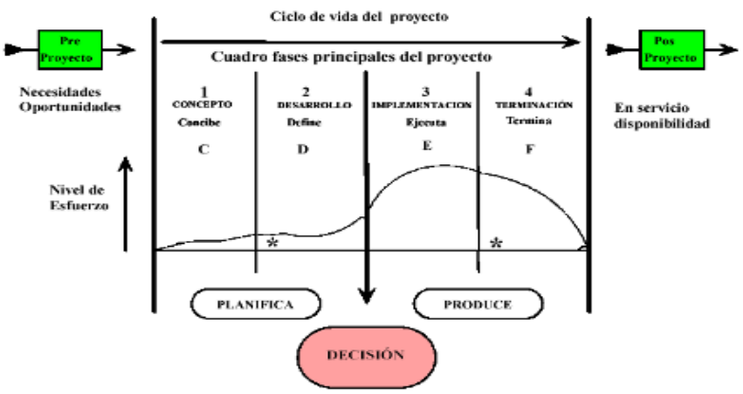

Figura 7: ciclo de vida de PGP. fuente internet

3.1.1 Pre-Proyecto

Para las organizaciones el poder generar sustentabilidad en sus objetivos estratégicos pasa a ser una tarea muy importante, ya que necesitan estar siempre atentos a todos los factores existentes. Dentro de lo que son los procesos productivos de las industrias el factor falla suele ser una muralla inesperada y es por eso por lo que los departamentos encargados de ello son fundamentales. Estar atentos a cada área que compone una planta es fundamental al momento de la toma de decisiones en el ámbito de la intervención.

3.1.2 Planificación

Debido a la complejidad de la actividad es que las planificaciones de las paradas de planta se hacen con un plazo de varios meses, donde se especifican los procesos y programaciones necesarias para la ejecución, lo que es un punto a favor, ya que hay tiempo suficiente para la implementación de cambios. Factor importante son las licitaciones que se realizan, para luego hacer las revisiones a las ofertas emitidas por los posibles contratistas que postulan, o en algunos casos se respetan los contratos donde ya se sabe con anterioridad quienes están a cargo de ciertos equipos y áreas de trabajo, donde la retroalimentación respecto a la información obtenida anteriormente se vuelve una idea que requiere precisión y ser evaluada por expertos. La idea es poder esclarecer cuáles serán las actividades por

realizar en las diferentes zonas que componen una planta, que tipo de intervención se le aplicara a cada equipo en especial y cuánto tiempo demora cada tarea.

El avance de la tecnología permite desarrollar muy rápido nuevas y novedosas maneras de juntar, clasificar y evaluar la información, por lo que un elemento muy útil en las planificaciones de las actividades diarias en el proceso que transcurre la PGP son los softwares, donde se guarda la información para el pronto inicio de actividad, durante el desarrollo es fundamental que los avances también sean registrados en una misma plataforma, donde los encargados realicen las comparaciones sobre el cumplimiento correcto de la planificación y programación de actividades, donde idealmente si se cumplen los plazos estipulados al termino de esta no debiesen existir inconvenientes para la puesta en marcha.

Además en la planificación se debe tener en cuenta los materiales y herramientas a utilizar en la ejecución de los trabajos, la idea es que no existan inconvenientes en el momento de la intervención de equipos , ya que no solo genera un conflicto interno dentro de la empresa que ejecuta los trabajos, sino que puede verse afectada otra empresa que necesita trabajar a continuación del término de otra, además el cliente toma nota de sus contratistas y los puede multar o amonestar, generándoles un pequeño pero a la vez importante historial. El Recurso humano tiene un rol que es muy importante, aunque sean trabajos donde el personal podría ser reducido se debe cumplir no solo con los plazos sino que además con normas de seguridad establecidas por el o la prevencionista, empresa mandante y la ley, por la razón anterior es que hay que tener durante el periodo de PGP personal suficiente.

3.1.3 Decisión

Respecto a lo comentado anteriormente se debe tener en consideración de cuanto será el presupuesto destinado a las actividades de la parada general de planta, ya que sin eso podría ocurrir un desorden dentro de la organización y los inversionistas entrarían en una disputa no favorable hacia los objetivos generales. Al tener el presupuesto generado se da paso a estudiar las actividades y los valores que se le deben cancelar a los contratistas, en el caso de que el valor total de la PGP se acerca al presupuesto se da paso a realizar todas las actividades programadas inicialmente.

En el caso contrario se tendrá que dar paso a adaptar el presupuesto y priorizar los activos más críticos, donde a cada uno se le debe asignar criticidad individual mediante ciertos criterios:

- Impacto operacional
- Frecuencia de falla
- Tiempo promedio para reparar
- Costo de reparación
- Producción
- Impacto en la seguridad
- Impacto ambiental

Los criterios nombrados anteriormente se les asigna un nivel o número, donde los activos a intervenir se les reconoce con cierto criterio y al final se suman las asignaciones y se puede determinar si su mantenimiento será total o el necesario para lo que se considera un funcionamiento correcto, para así adaptarlo al presupuesto inicial de la organización.

3.1.4 Información y Comunicación

El encargado del Área en muchas ocasiones tiene una visión más general del funcionamiento de los equipos y maquinaria, debido a que esa es su misión, incluso estando siempre atento y consultando a los trabajadores. La idea es este ámbito es poder generar un entorno de más confianza entre el personal, independiente del cargo, con los operadores que son los que trabajan directamente con los activos, para algunos la larga experiencia les permite conocer muy bien el funcionamiento correcto del entorno, por lo que se percatan en algunas ocasiones a que equipo se le debe realizar mantención.

Una encuesta a los operadores en el periodo de planificación puede ser una propuesta que ayude a satisfacer la necesidad de llegar a más activos, y que además la gerencia tenga información relevante y que sea propia de las personas que manipulan directamente los equipos. Así se recolectan datos de manera eficiente y la cual pasaría a ser clasificada dentro de los criterios, para llegar a conclusiones y con tiempo disponible para el cambio de decisiones.

3.1.5 Gestión y obtención de Repuestos

En muchas ocasiones el mantenimiento de un equipo dependerá de la edad, lo que es un punto de tener en consideración, debido a que sus partes y componentes no siempre se comportan de igual forma, y de ello dependerá su vida útil. En el caso de un equipo joven se debe tener y evaluar muy bien lo que es la ficha técnica, así se puede saber de manera más rápida cuales son las zonas sometidas a más esfuerzos y que podrían presentar fallas si no se le aplica mantenimiento. Para los más antiguos contar con el historial de intervenciones es un factor a favor, ayuda a conocer cuáles han sido sus partes y componentes cambiados o revisados.

Teniendo una información más clara se puede determinar cuánto será la intervención del equipo, para luego poder generar un documento donde especifique los repuestos necesarios, este proceso debe ser con tiempo suficiente para que al llegar el día de la PGP el repuesto solicitado se encuentre disponible, posiblemente algunos se encuentren en bodega y su obtención es rápida, pero no para todos ocurre lo mismo, algunos podrían requerir de importación.

3.1.6 Recurso Humano

Durante una PGP se produce un crecimiento en el personal trabajando, la cantidad se eleva en un gran porcentaje debido a que las tareas a realizar se deben tener en un plazo determinado y al ser elevada cantidad, el número de personal se vuelve una prioridad para la entidad designada en el área. Los contratistas serán los encargados del cálculo de cuanto personal se necesita en su tarea, donde deben adecuarse a las actividades planificadas diariamente, punto muy importante es la información de cada trabajador a la empresa mandante, donde esta los ingresa al sistema para el ingreso y salida controlada de la planta, muy importante también es el número total para el cálculo del casino y la cantidad de comida necesaria para que nadie quede sin su porción. Además algo muy importante de tener registro del personal subcontratado es que en caso de que existan anomalías en cuanto al cumplimiento del contrato del trabajador la empresa mandante puede intervenir y estudiar el caso, ayudando a la resolución del problema.

Para cada empresa el elevar el número de personal es esencial, y para ello es que la selección debiese tener gran seriedad, la idea principal es tener personal comprometido y que demuestre gran responsabilidad, no solo en el ámbito y jornada laboral si no que un comportamiento correcto durante el proyecto. En los horarios de descanso la responsabilidad personal tiene elevada importancia, debido a que el trabajo bajo efectos de droga, sueño, rabia, desconcentración se vuelve peligroso y la tarea designada no se ejecuta de buena manera, provocando que el mantenimiento no cumpla con lo estipulado. Además para cada empresa cuidar el prestigio es una tarea de conjunto.

Como exigencia en la selección del personal los exámenes preocupacionales deben se obligatorios, cada empresa debe estar a cargo en la gestión y obtención de resultados, el cliente debe disponer de una plataforma interna que recopile estos datos como respaldo ante cualquier situación, la antigüedad de estos no debe superar los 6 meses, independiente de la edad del postulante, además de contar con las charlas de seguridad que cada empresa imparte. El poder tener datos de la salud de cada persona ayudará a conocer las exigencias que se les puede pedir en el área a designar o reubicación en otra función.

En algunas ocasiones se designan tareas el día de inicio y los trabajadores tienden a confusiones respecto a las actividades a desarrollar, en el caso del personal nuevo las dudas generadas son mayores, para ello es que se podría desarrollar las siguientes actividades:

- Enviar a cada trabajador un plano del área trabajo
- Fotos o videos de los equipos y actividades a desarrollar
- Herramientas que deberá utilizar
- Generar un entrenamiento previo sobre uso de herramientas
- Concientizar el valor de una buena ejecución del trabajo.

3.2 Etapas en el proceso de contratación

Selección de los Contratistas:

- Conocimiento del mercado de empresas contratistas
- Tener un registro de contratistas
- Calificación de Contratistas (técnicas, instrumentos, entrega de resultados)
- Potenciales participantes (Reuniones y visitas)
- Aprobación de contratistas

Documentación asociada:

- Bases Administrativas Generales (BAG)
- Bases Administrativas Especiales (BAE)
- Bases Técnicas

Cuadros de precios:

- Por Rubro
- Gastos Generales
- Precios Unitarios
- Detalle de Avance

La Licitación:

- Carta de Información
- Sobre con antecedentes
- Instrucciones a los oferentes
- Visitas a terreno
- Reuniones
- Respuestas a consultas
- Comunicaciones
- Equipo
- Confidencialidad

Recepción de ofertas:

- Recibidas en forma oportuna de acuerdo con el calendario
- Dejar constancia escrita
- Que los sobres estén cerrados, firmados y fecha de envío
- Disponerlas en lugar seguro

Apertura de ofertas:

- Que exista un comité de apertura de propuestas
- Velar por la equidad de todos los oferentes
- Idoneidad de los integrantes
- Registrar los contratistas que no se presenten
- Revisión preliminar de las ofertas
- Acta de las reuniones
- Firmar las hojas de las ofertas
- Registro de eventuales anormalidades

Revisión y homologación de ofertas:

- Planificación de la evaluación
- Equipo evaluador
- Reuniones
- Confidencialidad
- Mejoramiento de las ofertas

La adjudicación:

- El contratista ganador se notifica cuando se cuenta con las autorizaciones de la Gerencia
- Mantener viables en lo posible contratista hasta la adjudicación formal
- Antes de adjudicar deberían estar resueltas todas las dudas sobre el trabajo

Carta de adjudicación del contrato:

- Compromete el trabajo designado
- Autoriza el inicio de las obras y mantención
- Establece fechas, designa personas

3.3 Normativas legales

3.3.1 LEY 20.123

Regula el trabajo en régimen de Subcontratación, el funcionamiento de las Empresas de Servicios Transitorios, y el contrato de trabajo de servicios transitorios.

- Se agregan nuevos instrumentos relacionados con prevención de riesgos ocupacionales.
- Dispone y regula certificación del cumplimiento de obligaciones laborales y previsionales por parte de contratistas.
- No dispone igualación de remuneraciones ni condiciones de trabajo entre trabajadores del mandante. Amplia regulación del trabajo en régimen de subcontratación.
- Se hace más expedito a los trabajadores subcontratados perseguir cobros a la empresa principal y contratista.
- No impone condiciones al mandante para externalizar sus procesos.
- Concepto de empresa se mantiene.

Rol del Administrador de Contratos:

- Persona designada y dotada por la principal, que en su representación se relaciona administrativamente con el contratista en todas las materias del contrato, asumiendo la responsabilidad de velar en forma permanente por el cumplimiento correcto y oportuno del contrato.
- Velar por la seguridad, calidad, costos y plazos.

Límites de Responsabilidad:

- La responsabilidad de la empresa principal está limitada al período de tiempo en el cual el o los trabajadores del contratista o subcontratista prestaron servicios en régimen de subcontratación para el dueño de la obra, empresa o faena.

Accidentes del trabajo y enfermedades profesionales:

Si un empleador, dueño de obra, empresa, faena, no cumple con las normas de prevención de riesgos y se causa un accidente grave, fatal o enfermedad profesional a: trabajador propio, trabajador contratista u otra persona, existen eventuales sanciones de naturaleza administrativa, civil y/o criminal.

Sanciones

Responsabilidades Administrativas:

- Multas a Empresas, Suspensión de faenas.

Responsabilidades Civiles:

- Sanciones pecuniarias a empresas, indemnizaciones, daño moral y/o lucro cesante.

Responsabilidades Penales (criminales):

- Penas corporales a personas vinculadas al hecho por acción u omisión. Imputación en calidad de autor de cuasidelito de lesiones graves u homicidio.

3.3.2 Ley N° 16.744

Publicada el 01-02-1968. Esta Ley es un seguro social obligatorio conta los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, tiene como objetivo:

- Prevenir
- Otorgar Atención Medica
- Otorgar prestaciones económicas
- Rehabilitar
- Reeducar

Esta Ley cubre a los trabajadores en varias situaciones, pero en el contexto de una PGP puede estar presente en las siguientes:

- Accidentes de Trabajo
- Trabajador enviado a capacitación
- Accidentes de trayecto
- Enfermedades Profesionales

Existen prestaciones que entrega este seguro de accidentes y enfermedades laborales, la cuales son un gran aporte a la o las personas que se vean afectada producto de su trabajo, como por ejemplo:

- Prestaciones Médicas que pueden ser quirúrgica, hospitalización, remedios, aparatos ortopédicos, rehabilitación, entre otros.
- Prestaciones económicas que se pueden clasificar en indemnizaciones, subsidios y dependiendo las secuelas podría existir una pensión.

La Ley impone a todos los sectores involucrados en el trabajo que den una gran importancia y prioridad a lo que es prevención de riesgos:

1. Estado

- Le corresponde la vigilancia y fiscalización de la prevención, higiene y seguridad de todos los sitios de trabajo a través de los servicios de Salud.
- Prescribir todas las medidas de Higiene y Seguridad en el trabajo necesarias en las empresas o entidades a través de los servicios de salud, así como también aplicar sanciones por los incumplimientos.

2. Organismos Administradores (Mutual, Achs, IST)

- Realizar actividades permanentes de prevención de riesgos en las empresas adheridas.
- Prescribir todas las medidas de Higiene y Seguridad.

CAPÍTULO 4: EJEMPLIFICACIÓN A MOTORES ELECTRICÓS, RODILLOS DE APOYO HORNO DE CAL E INSPECCIÓN SOBRECANLENTADO.

4.1 Seguimiento estado motores eléctricos

Mantener los motores eléctricos en operación conlleva una gran responsabilidad, teniendo en consideración la importancia que tienen para los distintos procesos donde son utilizados, es por eso por lo que el encargado de su observación debe ser un personal capacitado que los esté monitoreando constantemente, llevando consigo un documento individualizado con la identificación de cada uno.

A medida que se observa individualmente a cada uno el trabajador puede detectar pequeñas anomalías que al principio no son relevantes, pero las debe registrar en el documento que lleva el historial del equipo, la idea es que al monitorear nuevamente pueda ir teniendo resultados sobre el estado. Al obtener sus propios resultados es que pueda llevárselos físicamente o en una plataforma online a sus superiores, para así gestionar revisión especial en los días de detención, o incluso poder gestionar repuestos que no se encuentran en inventario interno.

Figura 8: motores eléctricos. fuente internet

4.2 Mantención rodillos de apoyo

Algunos componentes y fluidos que tienen los rodillos de apoyo tienen una vida de corto plazo, por lo que es necesario cambiarlos, por ello es necesario saber específicamente cuales son y que además se deben tener disponibles para no tener retrasos en los plazos estipulados. En el caso del ejemplo utilizado el mantenimiento y reemplazo ocurre en lo siguiente:

- Aceite
- Válvula drenaje
- Empaquetadura tapa
- Pernos tapa
- Empaquetaduras parte trasera
- Espárragos

Para el reemplazo de los espárragos es que se debe tener un cuidado especial en su obtención, independiente donde se solicita su fabricación o corte, la razón es que producto de la dilatación que se produce en la zona de corte se daña el hilo, no ingresando al hilo interior del rodillo y por el lado opuesto puede ocurrirle lo mismo a la tuerca que se le posiciona, para evitar lo anterior es que para su pedido se debe especificar los requerimientos, así evitar retrasos en la instalación.

Figura 9: horno de cal. fuente propia

4.3 Personal inspección tubos Sobrecalentado

Para poder verificar el estado y espesores de los tubos de sobrecalentado se utiliza herramientas e instrumentos, estos últimos siendo usados por personas con previa experiencia, por lo que no requieren una capacitación especial, pero para el personal que es nuevo y que a veces no ha utilizado herramientas es que requiere entrenamiento especial, sobre el uso y la seguridad que se debe tener en la ejecución. Para el ámbito del lugar de trabajo es que se debe implementar charlas de lo que es una caldera, sus partes, cuáles son los procesos que desarrolla y explicar mediante software o planos las zonas, así el personal llega con referencia de lo que hará y por qué lo hará, llegando a la ejecución de su trabajo con mentalidad un poco más clara.

Para la inspección de los tubos se utiliza taladro con mopa, preparando la limpieza de manera zonal, donde la complejidad pasa por la posición de ejecución, debido al espacio disponible, está es una razón por lo que preparar al personal sobre la manipulación de la herramienta es importante, así se reduce el riesgo de un accidente.

Figura 10: tubos sobrecalentado caldera. fuente propia

Conclusiones

Poder tener siempre los equipos en correcto funcionamiento es una tarea compleja, conlleva un compromiso grande por parte de todas las personas que forman parte, incluyendo al personal que está por periodos cortos haciendo trabajos de mantención a los equipos detenidos.

La necesidad de que la confiabilidad pueda mantenerse en un alto nivel es una de las metas desde cuando se planifica una PGP, sabiendo que la inversión debe ser alta, pero con la confianza que los resultados sean los esperados.

Gestión de activos tiene por objetivo mejorar la visión que se tiene sobre los activos por lo que tomar ideas de su desarrollo es un avance para lo que se desea lograr con PGP.

El poder generar más comunicación interna durante el funcionamiento de la planta sin duda que puede ayudar a que exista más información complementando de mejor manera las planificaciones y programaciones del mantenimiento de los activos, así como también que los contratistas al personal nuevo le tengan más acceso a información adicional de su tarea e implementando entrenamiento previo, ya que el llegar preparado a trabajar tiene una dinámica distinta.

Bibliografía

ISO 55000 (2014). *Gestión de activos - aspectos generales, principios y terminología.* https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es

Silvera, P. (s/f). *Estrategia para Optimizar el uso de los Activos y Maximizar su Aprovechamiento: Ciclo de vida / Vida Remanente de un Activo.* https://predictiva21.com/

Redacción IMG, (2020*). Ingeniería de Mantenimiento basado en Confiabilidad.* https://www.revistaimg.com/

Cabrera García, Libia Guadalupe. (2014). *Ingeniería de confiabilidad*. https://www.gestiopolis.com/ingenieria-de-confiabilidad-1/

LEY 20123 – LEY 16744. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://www.bcn.cl/portal/