

**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS LABORES
CRÍTICAS DE MANTENIMIENTO EN ACTIVOS DE LA PLANTA CPR DE
CEMENTOS ARGOS S.A.**

KATHERINE ARDILA NAVARRO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2009

**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS LABORES
CRÍTICAS DE MANTENIMIENTO EN ACTIVOS DE LA PLANTA CPR DE
CEMENTOS ARGOS S.A.**

KATHERINE ARDILA NAVARRO

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar por el título de:
INGENIERA INDUSTRIAL**

**DIRECTOR:
Néstor Raúl Ortiz
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2009

DEDICATORIA

A Dios, mi fortaleza y mi escudo

A mi mamá hermosa, quien apoyo este gran proyecto de mi vida

A mi hermanita, quien me ha brindado lo mejor de su ser

A mi abuelita, mi papa y mis tías, quienes siempre creyeron en mí

A mis amigos, por todos los momentos compartidos

Y a mis maestros por todas sus enseñanzas.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a quienes hacen parte de la planta CPR por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica empresarial y mi proyecto de grado.

Al Ingeniero Mauricio Quintero, gerente de la planta por su confianza y permitirme demostrar mis capacidades; por compartir conmigo sus conocimientos, por aconsejarme y respaldarme en cada momento.

Al Ingeniero Carlos Leonardo Muñoz, quien con sus enseñanzas y conocimientos facilitó la ejecución y culminación de todo este proyecto.

Al Ingeniero Leonardo Alba, quien brindó todo su apoyo para realizar este proyecto de la mejor manera posible.

Quiero agradecer de manera muy especial a jefes, profesionales y oficiales de mantenimiento, por la colaboración brindada.

Recordare siempre a Leonardo Quintero, a Luz Marina González y al Grupo Yoguis.

Al director del proyecto ingeniero Néstor Raúl Ortiz, quien me guio y compartió sus conocimientos facilitando el avance el proyecto.

A todos, mis mejores deseos y MUCHAS GRACIAS.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN

1.	GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2	ALCANCE DEL TRABAJO	2
1.3	OBJETIVOS	3
1.3.1	Objetivo General.	3
1.3.2	Objetivos Específicos	3
1.4	METODOLOGÍA.....	4
2.	MARCO TEÓRICO	7
2.1	MEJORAMIENTO DEL MACROPROCESO DE MANTENIMIENTO	7
2.1.1	Método de las 5MQS.....	7
2.1.2	Identificación de las actividades críticas.....	9
2.1.2.1	Método de puntos por factor	9
2.1.3	Sistema Westinghouse.....	11
2.2	USO DE LOS INDICADORES.....	15
2.2.1	Indicadores de desempeño operativo	16
2.2.2	Indicadores de gestión	17
3.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	18
3.1	NATURALEZA DEL NEGOCIO	18

3.2 RESEÑA HISTÓRICA	18
3.3 MEGA (Visión).....	20
3.4 OBJETIVOS CORPORATIVOS	20
3.5 POLÍTICA DE SOSTENIBILIDAD ORGANIZACIONAL.....	21
3.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA.....	22
3.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	23
3.8 MAPA DE PROCESOS.....	25
3.9 MACROPROCESO DE MANTENIMIENTO	25
3.9.1 Generalidades.....	25
3.9.2 Proceso de Planeación	26
3.9.3 Proceso de Ejecución.....	28
3.9.4 Proceso de Confiabilidad	31
3.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE MANTENIMIENTO	32
4. DIAGNÓSTICO DEL MACROPROCESO DE MANTENIMIENTO	34
4.1 PROCESO DE PLANEACIÓN	36
4.2 PROCESO DE EJECUCIÓN.....	40
4.2.1 Análisis de los flujos físicos de los oficiales	41
4.3 PROCESO DE CONFIABILIDAD	46
5. IDENTIFICACIÓN DE LABORES CRÍTICAS.....	50
5.1 MÉTODO DE PUNTOS POR FACTOR	50
5.1.1 Elección de los factores de ponderación.....	51
5.1.2 Establecimiento de grados	52
5.1.3 Ponderación de los factores.....	54

5.1.4	Confeción del Manual de Valoración	55
6.	REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS	61
6.1	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	61
6.2	VALORACIÓN DE LA JORNADA DE TRABAJO	63
6.3	DIVISIÓN DE LA JORNADA DE TRABAJO EN ACTIVIDADES	64
6.4	RECOPIACIÓN DE DATOS	68
6.5	ANÁLISIS DE DATOS DE LABORES CRÍTICAS	69
6.6	CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO DEL TRABAJO	73
6.7	MEJORAMIENTO DEL MACROPROCESO	76
6.7.1	Propuestas Implementadas.....	76
6.7.1.1	Programación de llegadas de personal al casino	76
6.7.1.2	Bodega de Insumos para mantenimiento	79
6.7.1.3	Nueva actividad: Apertura del trabajo	83
6.7.1.4	Control a los permisos de trabajo.....	87
6.8	SEGUIMIENTO A LAS LABORES CRÍTICAS CON PROPUESTA IMPLEMENTADAS	90
7.	OPORTUNIDADES DE MEJORA	92
7.1	MANUAL DE LABORES CRÍTICAS	92
7.2	INDICADORES	93
7.2.1	Implementación de los Indicadores de Gestión.....	94
7.2.2	Tabla de Indicadores.....	94
8.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS	97
9.	CONCLUSIONES	98

RECOMENDACIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	103

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Sistema De Calificación De Habilidades De Westinghouse.....	13
Tabla 2. Sistema de Calificación de Esfuerzo de Westinghouse	13
Tabla 3. Sistema de Calificación de Condiciones de Westinghouse.....	14
Tabla 4. Sistema de Calificación de Consistencia de Westinghouse.....	15
Tabla 5. Grados para Horas Hombre.....	53
Tabla 6. Grados para Número de Personas	53
Tabla 7. Grados de Frecuencia.....	53
Tabla 8. Grados de Criticidad del activo	54
Tabla 9. Ponderación de Factores	55
Tabla 10. Razón Geométrica	56
Tabla 11. Puntos por factor.....	57
Tabla 12. Identificación de las Actividades Críticas	58
Tabla 13. Distribución porcentual de las actividades	69
Tabla 14. Sistema de calificación de Westinghouse	75
Tabla 15. Asignación de Horario por proceso	78
Tabla 16. Porcentaje de ausencia del trabajo	88
Tabla 17. Prioridad de las Ordenes de Trabajo	89
Tabla 18. Hoja de vida para indicadores de mantenimiento	95

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Primera planta de Cementos Argos	19
Figura 2. Diagrama política de sostenibilidad	22
Figura 3. Plantas de producción de Cementos Argos en Colombia	23
Figura 4. Estructura Organizacional de la Planta CPR	24
Figura 5. Cadena de valor Cementos Argos	25
Figura 6. Reglas de negocio macroproceso de mantenimiento	26
Figura 7. Procedimientos e instructivos para Planeación	28
Figura 8. Procedimientos e instructivos para Ejecución.....	30
Figura 9. Procedimientos e instructivos para Confiabilidad	32
Figura 10. Organigrama del Macroproceso de Mantenimiento	33
Figura 11. Distribución porcentual de las actividades	70
Figura 12. Tiempo efectivo de trabajo de oficiales de mantenimiento	73
Figura 13. Bodega de Insumos mantenimiento.....	82
Figura 14. Diagrama de flujo de la jornada de trabajo antes de la propuesta...	86
Figura 15. Diagrama de flujo de la jornada de trabajo después de la propuesta.....	86
Figura 16. Tiempo efectivo de trabajo de oficiales con propuestas	91
Figura 17. Imagen del Peoplesoft para establecer hipervínculos de indicadores.....	96

RESUMEN

TÍTULO: Diagnóstico y propuesta de mejoramiento, para aumentar la productividad del macroproceso de mantenimiento en la planta CPR de Cementos Argos S.A.*

AUTOR: ARDILA NAVARRO, KATHERINE.**

PALABRAS CLAVES:

Diagnóstico, Tiempos de operación, Labores críticas, Productividad.

DESCRIPCIÓN

En el año 2009, Cementos Argos S.A. en la planta CPR, define como meta estratégica la disminución de tiempos muertos y la eliminación de aquellas actividades que no agreguen valor al macroproceso de mantenimiento generado por diversas causas inherentes a la empresa (de tipo técnico o administrativo), a través de la identificación, análisis y planteamiento de alternativas de solución se logre aumentar la productividad.

Con el objetivo de alcanzar esta meta, se plantea la realización de un diagnóstico a cada uno de los procesos de mantenimiento basado en el análisis de despilfarros y análisis de flujos físicos que permita identificar como incide la gestión en el desarrollo de las labores.

Con el fin de iniciar el estudio de tiempos, se identificaron las labores críticas a las cuales se les tomaría el tiempo de operación y además se obtendría el porcentaje desempeño de los oficiales; sumado a esto el seguimiento permitió diseñar el manual de labores críticas con su respectivo tiempo de ejecución.

A partir de los resultados obtenidos se procedió a desarrollar, estructurar e implementar, algunas propuestas de mejoramiento que permitieran conseguir una mayor productividad de la operación y mediante esta una mayor calidad e el servicio prestado a producción.

Adicionalmente durante el proyecto, se realizaron diferentes presentaciones y charlas, en las cuales se analizaron los puntos críticos de la operación, enfocándose principalmente en el desempeño del personal.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales.
Director: NÉSTOR RAÚL ORTIZ

ABSTRACT

TITLE: Diagnosis and proposal for the improvement, focused to increase the productivity of maintenance macro-process in the CPR plant of Cements Argos S.A.*

AUTHOR: KATHERINE ARDILA NAVARRO**

KEY WORDS

Diagnosis, operation time, critical Labors, Productivity

DESCRIPTION:

In 2009, Cements Argos S.A.'s in plant CPR, defines as it puts strategic the diminution of idling and the elimination of those activities that do not add value to the macro-process of maintenance generated by diverse inherent causes to the company (of technical or administrative type), through the identification, analysis and exposition of solution alternatives manages to increase the productivity.

With the aim of reaching this goal, the accomplishment of a diagnosis to each one of the processes of maintenance based on the analysis of wastefulness and analysis of physical flows considers that allow identifying as the management affects the development of the workings.

With the purpose of to initiate the time study, the workings were identified critics to which the time would be taken them from operation and in addition the percentage would be obtained performance of the officials; added to this the pursuit it allowed to design the manual of workings critics with his respective run time.

From the obtained results it was come to develop, to structure and to implement, some proposals of improvement that allowed to secure to a greater productivity of the operation and by means of this greater quality and served to production.

Additionally during the project, different presentations were realised and to char them, in which the tactically important points of the operation were analyzed, focusing mainly in the performance of the personnel.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanics Engineering. School of Industrial and Managerial Studies, Industrial Engineering. Director Néstor Raúl Ortiz.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito del Mantenimiento, cualquiera sea la industria que se trate, es habitual encontrar abundancia de especialistas con sólidos conocimientos y experiencias para resolver eficientemente problemas de campo. Sin embargo, esto suele estar acompañado de una falta de herramientas integrales o fallas en su aplicación para la gestión que permitan orientar efectivamente los esfuerzos y los recursos hacia el logro de los resultados previstos.

Cementos Argos S.A., en su planta CPR se ha preocupado por el mejoramiento de los macroprocesos de apoyo, pues es consciente que para soportar la crisis mundial y la sostenibilidad en el futuro, debe mantener y aumentar su competitividad apoyando e implementando programas enfocados a elevar la productividad.

Esta es la razón principal del desarrollo de la práctica empresarial, por medio de la cual se busca obtener mayor rendimiento laboral para el macroproceso de mantenimiento; siendo esta la base para que el presente trabajo se enfoque principalmente su estudio en las labores críticas y de esta manera contribuir en todas las órdenes de trabajo.

La realización de este proyecto consideró varias etapas, primero la generación de un diagnóstico de cada uno de los procesos de mantenimiento, basado en el método 5MQS y análisis de flujos físicos; posteriormente por medio de la técnica conocida como Método de Puntos por Factor fueron identificadas aquellas labores críticas a las cuales se realizará seguimiento.

El siguiente capítulo se centra en construir una metodología práctica y alineada a las necesidades del proyecto para efectuar el estudio de tiempos, donde se

que identificarán los recursos restrictivos y las oportunidades de mejora para el proceso de ejecución de mantenimiento. Con el estudio de tiempos como base se inicia la propuesta de mejoramiento con las cuales se busca conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos tales como tiempo, talento humano, conocimientos, métodos y herramientas para generar resultados que beneficien el macroproceso. Adicionalmente, a lo largo de todo el proyecto fueron presentados los avances al personal comprometido, con el fin de validar el desarrollo y finalmente los resultados obtenidos.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las diferentes condiciones en que se encuentra actualmente la economía mundial, han llevado a las empresas generadoras de bienes, a reorganizar sus estilos de operación, es por esto que Cementos Argos S.A., en su visión denominada MEGA pretende ser una compañía de clase mundial, para ello ha establecido en cada una de sus plantas una serie de iniciativas con las cuales pretende ser altamente productivo, específicamente en su Planta CPR; busca establecer en el corto plazo, la disminución de tiempos muertos y la eliminación de aquellas actividades que no agreguen valor, en el macroproceso de mantenimiento.

Con esto se identificó la oportunidad de mejorar las formas de operación, como ejemplo, cuando se programan paradas de equipos mayores las cargas de trabajo son tan altas al igual que las exigencias, pero cuando la operación de la planta es normal es evidente que el personal trabaja lapsos de tiempos más cortos y a la mínima capacidad, causando un inadecuado aprovechamiento del recurso humano.

Ante esta situación, es necesario plantear un plan de trabajo por medio del cual se logre establecer procedimientos y medir tiempos de las labores críticas las cuales son realizadas por la experiencia adquirida y en su planeación el tiempo asignado es normalmente estimado.

Aprovechando sus fortalezas como son: contar con un personal calificado, el apoyo de una estudiante en práctica de la Universidad Industrial de Santander, el apoyo de estudiantes del SENA, y una excelente estructura técnica y moderna, el macroproceso de mantenimiento pretende generar una mejora significativa que aumente la productividad y se aproveche al máximo cada uno de los recursos con los que cuenta.

1.2 ALCANCE DEL TRABAJO

El presente proyecto inicia con la revisión y análisis del marco conceptual y el conocimiento de los tres procesos *Planeación, Ejecución y Confiabilidad*, que componen el macroproceso de mantenimiento, luego se evaluará y diagnosticará cada uno de los procesos, mediante un análisis de despilfarros 5MQS, un análisis de flujos físicos, el estudio de tiempo y diferentes análisis estadísticos basados en la información recopilada.

El diagnóstico permitirá establecer de qué manera se altera la productividad gracias a la gestión de profesionales con las labores críticas, luego se realizará un estudio de tiempos donde serán identificadas una serie de oportunidades de mejora, las cuales serán evaluadas y estudiadas por los responsables de mantenimiento para finalmente ser implementadas por la empresa.

El proyecto también comprende, el diseño de un manual de labores críticas, donde se detalla los procedimientos a seguir; así como desarrollar y proponer un sistema de indicadores que permitan realizar un seguimiento a la gestión y el aprovechamiento de los recursos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General.

Diseñar un plan que constituya una herramienta que mejore la productividad y confiabilidad en las labores de mantenimiento, basado en la identificación, análisis y control de las actividades críticas, de la Planta CPR de Cementos Argos S.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico que permita observar la situación actual del proceso de mantenimiento en cuanto al análisis de despilfarros.
- Identificar las labores críticas de mantenimiento en activos, evaluando la frecuencia, el tiempo de ejecución, mano de obra utilizada y la criticidad del activo en la operación.
- Realizar un estudio de tiempos que permita la comprensión, análisis y desarrollo de propuestas de mejoras para las labores críticas.
- Proponer mejoras al proceso y a las actividades que requieran de personal, herramientas y equipos, de tal manera que se logre un aumento en la eficiencia y desempeño de la operación.
- Analizar las actividades críticas con el fin de identificar las oportunidades de mejoras.

- Elaborar un manual que defina las actividades críticas, en el cual se descomponga el paso a paso y se establezca el tiempo que conlleva la realización de estas.
- Realizar el montaje de un sistema de indicadores que les permita analizar y evaluar la gestión y el aprovechamiento de la mano de obra en el proceso de mantenimiento.

1.4 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente proyecto de grado se realiza específicamente en la Planta CPR de Cementos Argos en la modalidad de Práctica Empresarial, en el cargo de practicante universitaria para el apoyo de focos misionales planteados por la organización. Durante el desarrollo, se trabajará en los diferentes procesos de Mantenimiento, con el fin de cumplir los objetivos planteados, empleando la siguiente metodología:

1. Inicialmente se requiere adquirir conocimiento de la empresa, y en particular el funcionamiento del macroproceso de mantenimiento, luego es necesario recibir una serie de capacitaciones con cada uno de los ingenieros y técnicos, quienes describirán las labores que ejercen y la importancia que tiene para cada proceso. Esto se complementará con investigaciones por parte del responsable del proyecto con el fin conocer totalmente el funcionamiento y organización de los procesos.
2. Una vez se conocieron las áreas de estudio y los colaboradores del proyecto, se iniciará el desarrollo de los objetivos planteados para la

práctica. El primer objetivo hace referencia a un diagnóstico de la situación actual en mantenimiento en la planta CPR con el fin de identificar los despilfarros que se presentan en cada uno de los procesos, este será realizado basado en la Metodología 5MQS , donde es necesario asegurar la veracidad de la información por ello se desarrollarán entrevistas al personal implicado y observaciones detalladas a todos los procesos; pues este método es una estrategia efectiva para establecer los despilfarros de mantenimiento.

3. Teniendo el diagnóstico del macroproceso se estudiará la información que compone una orden de trabajo a fin de establecer cuales factores determinarán su criticidad.

La técnica que se utilizará como herramienta para identificar las labores críticas, hace parte del contenido de la cátedra de administración de salarios en el capítulo valoración de cargos denominada Método de Puntos por Factor, que permite cuantificar la importancia de cada cargo; de igual manera la metodología se utilizará en el proyecto, para facilitar la identificación de las labores críticas es decir, aquellos ordenes de trabajo de alta frecuencia, que requieren un alto porcentaje de mano de obra para su ejecución, elevado número de horas para ser terminadas y la criticidad del activo, que hace referencia al grado en que afecta la producción con la parada del activo.

4. Luego se iniciará el eje central del proyecto el estudio de tiempos donde se registrarán los tiempos utilizados para las actividades de una jornada de trabajo, en él se establecerán los recursos restrictivos que existen y a su vez el porcentaje de productividad.

De igual manera se recolectará la información posible con el fin de tener las bases necesarias para la sustentación de las propuestas, además se consultará la opinión de personas relacionadas con el tema para elaborar un análisis detallado en la metodología a emplear.

5. La elaboración del manual se desarrollará al mismo tiempo que se cumpla con el tercer objetivo anteriormente mencionado y finalmente se diseñarán unos indicadores con el fin medir y ejercer un control en la gestión y aprovechamiento de los recursos de mantenimiento.

6. Por último, se realizarán tres presentaciones en el desarrollo de la práctica, en la primera se dará apertura al proyecto compartiendo con todo el personal involucrado los objetivos que se tienen previstos; en la segunda se mostraran los avances, los resultados del estudio de tiempos y se socializará el trabajo realizado a directores, jefes y técnicos con los cuales se podrá determinar una serie de mejoras requeridas para el macroproceso, como cierre del proyecto se presentará ante el personal de mantenimiento un informe con las propuestas de mejoras, su implementación y el impacto que estas tendrían.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MEJORAMIENTO DEL MACROPROCESO DE MANTENIMIENTO

El presente proyecto busca identificar las oportunidades de mejora en la asignación y utilización de recursos a partir de algunas técnicas que dan como resultado incrementos en la productividad, como lo son: métodos, estándares de tiempos (también conocidos como medición del trabajo) y diseño del trabajo. Por esta razón se considera de suma importancia realizar un análisis enfocado en los diferentes métodos y tiempos empleados en cada uno de los recursos disponibles en el macroproceso de mantenimiento, a fin de identificar falencias en las cuales se requiera el desarrollo de una serie de propuestas que generen un mejoramiento significativo en las labores de mantenimiento.

Para iniciar, se analizará todo lo referente a los procesos de mantenimiento, enfocado a establecer los despilfarros, posteriormente el trabajo se encamina a la definición y estudio de los tiempos que toma realizar cada actividad que compone la jornada de trabajo en las labores críticas y las herramientas para el estudio de métodos empleados por los oficiales.

2.1.1 Método de las 5MQS

Esta metodología hace referencia a siete fuentes de despilfarro¹ en mantenimiento, para lo cual se debe analizar el problema, definir las posibles

¹ ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS. 1999

causas, y lo más importante establecer que lo provoca, lo cual evita que se realicen esfuerzos innecesarios.

Para la aplicación de este método se debe considerar todo lo que sea distinto a la cantidad mínima absolutamente necesaria para el cumplimiento de las órdenes de trabajo, según los siete criterios de las 5MQS que corresponde a:

- **Personas (man):** algunos de los despilfarros generados por las personas se refiere a movimientos y traslados para la búsqueda de herramientas, materiales, entre otras, chequeos constantes cuando el trabajo se realiza con máquinas automáticas o búsqueda del puesto de trabajo
- **Maquinas:** la realización de actividades que no agregan valor se debe a la ausencia de programas de mantenimiento, de orden y aseo, al bajo uso de maquinas que alteran la productividad.
- **Material:** el despilfarro se presenta por la utilización de partes innecesarias que no satisfacen las necesidades básicas y la compra de materiales costosos que se podrían reemplazar por otras.
- **Gestión (management):** la realización de reuniones que no generan decisiones.
- **Métodos:** las prácticas inadecuadas de trabajo, provocan desplazamientos y actividades que no agregan valor para el cliente, en este caso producción es el cliente de mantenimiento.
- **Calidad (quality):** se realizan inspecciones que no agregan valor.

- Seguridad: lo causa los accidentes de trabajo pues ocasionan paros y retrasos en la producción.

Estos siete elementos definen de manera global los despilfarros que se presentan en el macroproceso, y cada uno establece la variabilidad y de la calidad de lo que se busca obtener al final. De esta manera, en problemas específicos, es natural esperar que las causas potenciales estén relacionadas con alguna de las fuentes de despilfarro.

2.1.2 Identificación de las actividades críticas

Como se encuentra establecido en los objetivos del libro, el estudio de tiempos se va a realizar en aquellas labores que tiene un nivel de importancia superior a las demás, aunque tiene características comunes su ejecución implica de un mayor número de actividades y recursos. Con base en esto se, determinó que el Método de Puntos por Factor comúnmente utilizada para ajustes salarial se adaptaba al objetivo de establecer las labores críticas.

2.1.2.1 Método de puntos por factor

El método de Puntos por Factor se basa en el análisis y descripción de puestos², en este caso se empleará para identificar labores más representativas que otras, donde los puestos de trabajos corresponden a las

² ARRIETA, Antonio, VELANDIA, Néstor Fernando. Salarios, estrategia y sistema salarial o de compensaciones. Editorial mc graw hill 2001

labores y los factores a las características, el método consta de las siguientes etapas:

- **Elección de los factores de valoración:** todas las órdenes de trabajos tienen unas características o factores comunes, igual si se considera el trabajo humano en toda su variedad, se obtiene una larga relación. Por tanto, cuando se pretende determinar los factores, se obtiene una lista exhaustiva, para definir unos factores que, siendo comunes a las órdenes de trabajo, sirvan para establecer diferencias lógicas entre ellos.

Estudios realizados demuestran que es innecesaria la aplicación de muchos factores³. Cada uno de los grupos de factores, a su vez consta de una serie de subfactores.

- **Ponderación de los factores y subfactores:** la ponderación consiste en atribuir a los factores un peso relativo en las comparaciones entre las órdenes de trabajo⁴. Se suele utilizar el peso porcentual con que cada factor será considerado en la valoración de las órdenes de trabajo. Este porcentaje tendrá una traducción a puntos.

La ponderación de factores se hace de acuerdo a su importancia relativa, ya que éstos no son idénticos en su contribución al desempeño de las órdenes de trabajo.

- **Establecimiento de grados:** definido cada factor, es preciso determinar el número de grados en que puede ser dividido y delimitado con tanta precisión como sea posible. El número de grados suele estar entre 3 y 10, pero como regla general no debería ser superior a 6.

³ GARCÍA, José Joaquín. Presentación VALORACIÓN DE CARGOS. Cátedra Administración de Salarios.

⁴ GARCÍA, Alberto. Administración de salarios. Conferencias compiladas. UIS.1955

Los grados son definidos de forma que cada uno refleje un poco más de dificultad e importancia que el anterior⁵ y de tal manera que la expresada por el primero coincida con las órdenes de menor importancia, y la expresada por el último, con las de mayor importancia, abarcando así entre todos la gama completa del factor que se está estudiando.

- **Confección del manual de valoración:** el manual de valoración es el instrumento que se utiliza para establecer la importancia de cada orden de trabajo en relación con las demás⁶. Este manual contiene las instrucciones para la aplicación y las descripciones de los factores y grados y, de la aplicación, resultará una puntuación para cada orden valorada. Cada puntuación será el referente para establecer la criticidad de las labores.
- **Valoración de órdenes de trabajo:** la valoración definitiva de las órdenes se logra con los datos obtenidos del sistema informático que tiene mantenimiento. No obstante, es conveniente realizar una aplicación previa que pruebe la adecuación del manual y la tentativa de puntuaciones por órdenes.

2.1.3 Sistema Westinghouse

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del oficial en términos de su concepto de un operario "normal" que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad se la expresa en forma decimal o

⁵ Valoración de Puestos de Trabajo, Salarios De Incentivos. Comisión nacional de productividad industrial. ministerio de industria. Madrid 1963.

⁶ ARRIETA, Antonio, VELANDIA, Néstor Fernando. Salarios, estrategia y sistema salarial o de compensaciones. Editorial mc graw hill 2001

en por ciento y se asigna al elemento observado. Un operario "normal" se define como un obrero preparado, altamente calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio⁷.

El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio para cada actividad del trabajo aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo. Para hacer una buena labor de calificación de actuación el analista de tiempos debe despojarse de todo prejuicio y apreciación personal, y de cualquier otro factor variable, y solamente tomar en consideración la cantidad de trabajo que haría el trabajador normal.

El desarrollo de esta metodología inicia con calificación de la habilidad que se define como el "nivel de competencia para seguir un método dado"⁸ y se relaciona con la experiencia demostrada mediante la coordinación adecuada de la mente y las manos, que se relaciona con la calidad artesanal. La calificación de la habilidad va desde más 15%, para los individuos súper hábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad.

Como lo muestra la siguiente tabla:

⁷ RENDER, Barry. HEIZER, Jay. Principios de administración de operaciones. Quinta Edición. México. Prentice Hall– Hill, 1996.

⁸ NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos. 1996.

Tabla 1. Sistema De Calificación De Habilidades De Westinghouse

0.15	A1	SUPERIOR
0.13	A2	SUPERIOR
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENO
0.03	C2	BUENO
0.00	D	PROMEDIO
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.10	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	MALO
-0.22	F2	MALO

Según este sistema o método de calificación, el esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia"⁹. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente un valor de menos 17%. La tabla 2 muestra los valores numéricos para los diferentes grados de esfuerzo y describe también las características de las diversas categorías.

Tabla 2. Sistema de Calificación de Esfuerzo de Westinghouse

0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.10	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0.00	D	PROMEDIO
-0.04	E1	ACEPTABLE
-0.08	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	MALO
-0.17	F2	MALO

⁹ NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos.1996.

Las condiciones a las que se hace referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, “son aquellas que afectan al operario y no a la operación”¹⁰. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas, como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. La tabla 3 muestra los valores respectivos para estas condiciones.

Tabla 3. Sistema de Calificación de Condiciones de Westinghouse

0.06	A	IDEAL
0.04	B	EXCELENTE
0.02	C	BUENO
0.00	D	PROMEDIO
-0.03	E	ACEPTABLE
-0.07	F	MALO

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. “Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta”¹¹. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, entre otras. Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores. La tabla 4 resume lo anterior:

¹⁰ MEREDITH, Jack. Administración de operaciones. México. Limusa Wiley. 1999

¹¹ <http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/unidad8/uunidad8tema5.htm>

Tabla 4. Sistema de Calificación de Consistencia de Westinghouse

0.04	A	PERFECTA
0.03	B	EXCELENTE
0.01	C	BUENO
0.00	D	PROMEDIO
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	MALO

Finalmente estos porcentajes se combinan algebraicamente, las calificaciones de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

2.2 USO DE LOS INDICADORES

La utilización de esta herramienta, ha tomado gran vuelo gracias al auge de las diferentes normas de calidad, ambientales y de seguridad que se ha venido presentando en el país y en el mundo, además ha generado gran interés dentro de los diferentes círculos productivos y administrativos de la economía, por su gran utilidad y versatilidad con los diferentes procesos y estrategias a las cuales se aplica, ya que permite realizar un seguimiento a las diferentes características esenciales de su objeto de análisis, así como su control, evaluación y proyección en el tiempo.

“LO QUE NO SE MIDE CON HECHOS Y DATOS, NO SE MEJORA”, siendo uno de los objetivos del presente proyecto, el control, medición y seguimiento de las labores críticas de mantenimiento que se llevan a cabo, para de esta manera mejorar los procesos y realizar su posterior análisis y evaluación.

Ahora bien, para poder hablar de medición, control o seguimiento a través de esta herramienta, es necesario conocer primero al elemento que permitirá realizar esto, así como sus características, el indicador.

Indicador: es una magnitud asociada con la relación entre variables cuantitativas o cualitativas de una característica que permite a través de su medición en periodos sucesivos y por comparación con un estándar establecido, observar la situación y las tendencias de cambio generadas en la característica analizada, para de esta manera, evaluarla frecuentemente y así, verificar el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos para esta.

Estos indicadores varían según la función que cumplen en la empresa y a partir de aquí, según el objeto o la característica con la cual se relacionan, clasificándose de la siguiente manera:

2.2.1 Indicadores de desempeño operativo

Buscan principalmente realizar un seguimiento a los diferentes procesos de la empresa o área en su diario operar, y pueden relacionarse con diferentes aspectos de los procesos como se explican a continuación:

- **Indicadores de cumplimiento:** Estos se relacionan directamente con la conclusión de una tarea específica, por lo que indican el grado de consecución de estas.
- **Indicadores de evaluación:** En este caso lo que se observa o mide es el rendimiento que obtenemos de una tarea, trabajo o proceso, logrando así, identificar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.
- **Indicadores de eficiencia:** buscan identificar y medir la cantidad que se utiliza de un recurso, en la consecución o ejecución de la actividad analizada, siendo la principal característica, la proyección del indicador hacia las mínimas cantidades a utilizar.

- **Indicadores de eficacia:** Los indicadores de eficacia están relacionados con los ratios que nos indican capacidad o acierto en la consecución de tareas y/o trabajos.

2.2.2 Indicadores de gestión

Esta clase de indicadores se refieren a la medición e identificación de la forma y progreso de la administración, siendo clave en el manejo de los procesos ya que permiten planear y dirigir estratégicamente la empresa o área para conseguir mejores resultados o tomar decisiones de operación para un futuro.

En otras palabras, los indicadores de gestión guían a la empresa o área en su operación a largo plazo (Estratégicos y/o Tácticos), mientras que los de desempeño operativo (Operativos), permiten observar el comportamiento y resultados de un proceso o actividad específica, según las condiciones que a diario se presentan en la empresa o que se originan por decisiones tomadas con base a los indicadores de gestión.

Con esto, serán los indicadores de desempeño operativo, los que permitirán medir y analizar las situaciones que se presentarán a lo largo de la realización del presente trabajo, y más específicamente aquellos indicadores relacionados con la actividad de mantenimiento.

En el campo de uso de indicadores, adicional y finalmente, se analizará la forma y razones para definir el uso de un indicador o un conjunto de estos en el seguimiento de un proceso cualquiera, para lo cual es de gran utilidad comenzar por hacerse las siguientes preguntas:

¿Qué debemos medir?, ¿Qué expresa esta medida?, ¿Por qué es necesaria esta medida?, ¿Dónde es conveniente medir?, ¿Cuándo hay que medir?, ¿En qué momento o con qué frecuencia?, ¿Quién debe medir?, ¿Cómo se debe medir?, ¿Cómo se van a difundir los resultados?

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

3.1 NATURALEZA DEL NEGOCIO

Cementos Argos S.A. es una empresa privada, dedicada a la producción, comercialización, distribución de cementos, concretos, agregados, prefabricados, cales, reforestación, explotación de carbón y servicios de operación logística. En 2008 Argos tuvo una capitalización de mercado superior a US\$3.5 billones e ingresos por más de US\$1.955 millones, posesionándose como líder en la industria cementera colombiana con 51% de participación en el mercado, es el cuarto productor de cemento en América Latina con inversiones en Panamá, Haití y República Dominicana, es el sexto productor de concreto en los Estados Unidos y además realiza exportaciones de cemento y clínker a 27 países.

Para el desarrollo de sus negocios, la Compañía cuenta con una amplia infraestructura logística que le permite la movilización de materias primas y producto terminado a costos competitivos.

En Colombia, Argos es el mayor transportador de carga terrestre. Dentro del proceso de expansión y aseguramiento de recursos, Argos cuenta con plantas de generación de energía propias para sus procesos productivos que le dan una capacidad instalada de 250 MW, controlando así la disponibilidad y el costo de este insumo.

3.2 RESEÑA HISTÓRICA

Argos nace en Medellín (Colombia) el 27 de febrero de 1934 con la fundación de la Compañía por parte de Claudino Arango Jaramillo, Rafael y Jorge Arango

Carrasquilla, Carlos Sevillano Gómez, Leopoldo Arango Ceballos y Carlos Ochoa Vélez.

Figura 1. Primera planta de Cementos Argos



Fuente: Método Argos

En octubre de 1936 la fábrica inició producción. Desde ese año obtuvo utilidades, lo cual le permitió decretar su primer dividendo en 1938. Con posterioridad a esa fecha el dividendo nunca ha sido suspendido.

Después de su asociación con Cementos del Nare, Argos inició una fructífera labor de creación de empresas en diversas regiones del occidente de Colombia. Surgieron así: Cementos del Valle en 1938, Cementos del Caribe en 1944, Cementos El Cairo en 1946, Cementos de Caldas en 1955, Tolcemento en 1972, Colclinker en 1974 y Cementos Rioclaro en 1982; finalmente en la década de los 90 adquiere participación accionaria en Cementos Paz del Río, la actual planta CPR.

En 1998 adquiere la Corporación de Cemento Andino en Venezuela y posteriormente estableció alianzas para hacer inversiones en Cementos Colón en República Dominicana, Cimenterie Nationale d'Haití en Haití y Corporación Incem en Panamá. En 2005, fusiona todas sus compañías productoras de

cementos en Colombia, adquiere las compañías concreteras Southern Star Concrete y Concrete Express en Estados Unidos.

En 2006 adquiere la concretera Ready Mixed Concrete Company en Estados Unidos, fusiona sus compañías productoras de concreto en Colombia (Agregón, Concretos de Occidente y Metroconcreto) y adquiere los activos cementeros y concreteros de Cementos Andino y Concrecem en Colombia.

3.3 MEGA (Visión)

“En el año 2015 Argos será una empresa con ingresos equivalentes a US\$4 billones, de los cuales el 75% se originará en operaciones fuera de Colombia”

Liderará la industria del cemento en Colombia a per cápita de 300 kg/año. Construyendo un negocio vibrante de mercadeo en el mundo informal, y un negocio vibrante de naturaleza relacional en el mundo formal.

El 15% de este ingreso se logrará vendiendo cemento en plaza en USA apalancado sobre plataformas propias, la mitad a clientes finales terceros con una organización comercial de valor agregado.

Construirá posiciones corporativas en 4 países de Latino América donde replicara su posicionamiento

Será un jugador relevante en Estados Unidos en el mundo del ready mix independiente, capturando el 5% del share de ingresos de este mercado.

Llegará a cotizar en bolsa internacional.

3.4 OBJETIVOS CORPORATIVOS

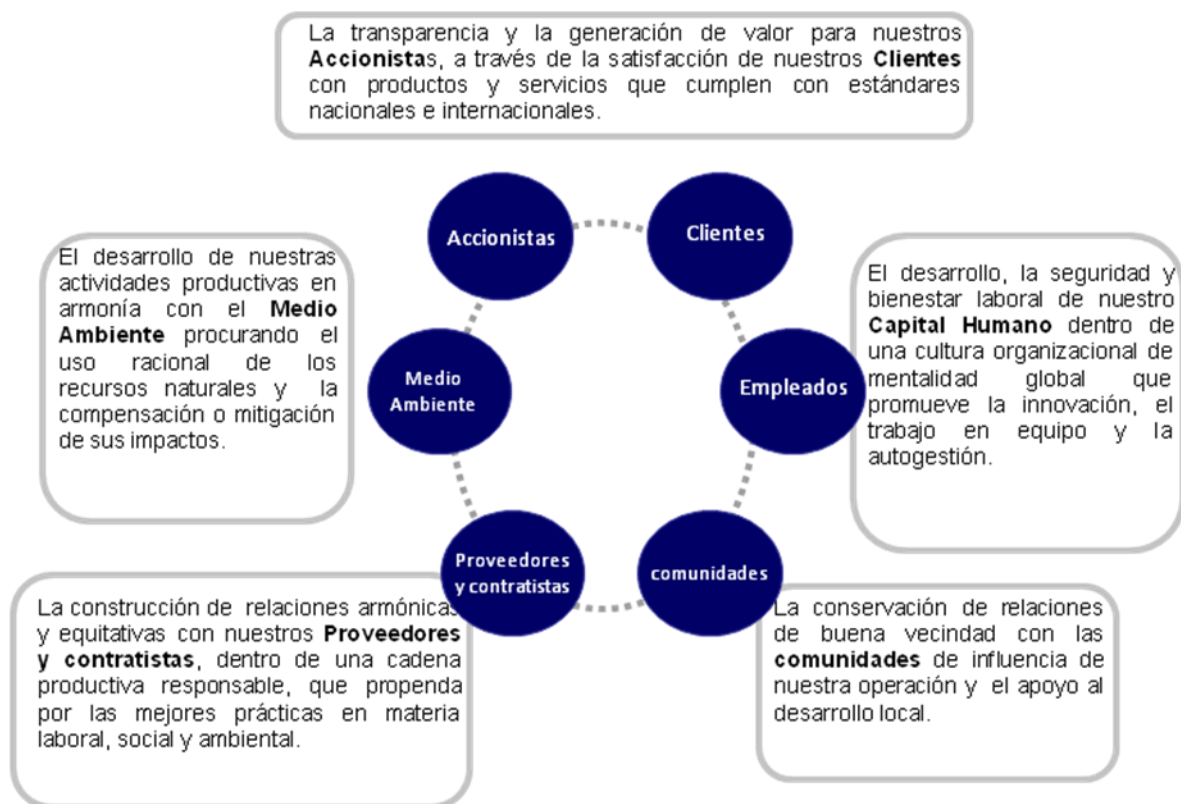
- Incrementar el valor y la rentabilidad de la compañía
- Incrementar el consumo per cápita de cemento en Colombia.

- Incrementar la participación en Estados Unidos en el negocio de ready mix y la venta de cemento en plaza.
- Ampliar la cobertura en países de LATAN
- Optimizar los procesos con énfasis en la cadena de abastecimiento
- Asegurar la reputación y seguridad jurídica de la organización
- Alinear el desarrollo y compromiso del capital humano con la cultura
- Incorporar prácticas de desarrollo sostenible en los ámbitos social y ambiental

3.5 POLÍTICA DE SOSTENIBILIDAD ORGANIZACIONAL

En Argos somos Constructores de Futuro, buscando la sostenibilidad de nuestras operaciones a través del equilibrio entre generación de rentabilidad, el desarrollo social, el uso racional de los recursos naturales y la mitigación de nuestro impacto ambiental, teniendo como marco de referencia las buenas relaciones con los grupos de interés y los principios del Pacto Global y de Buen Gobierno.

Figura 2. Diagrama política de sostenibilidad



Fuente: Método Argos

3.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA

La planta CPR de Cementos Argos S.A. se encuentra ubicada en el departamento de Boyacá en cercanías a la ciudad de Sogamoso, en el Km. 6 de la Vía Sogamoso - Corrales.

Figura 3. Plantas de producción de Cementos Argos en Colombia

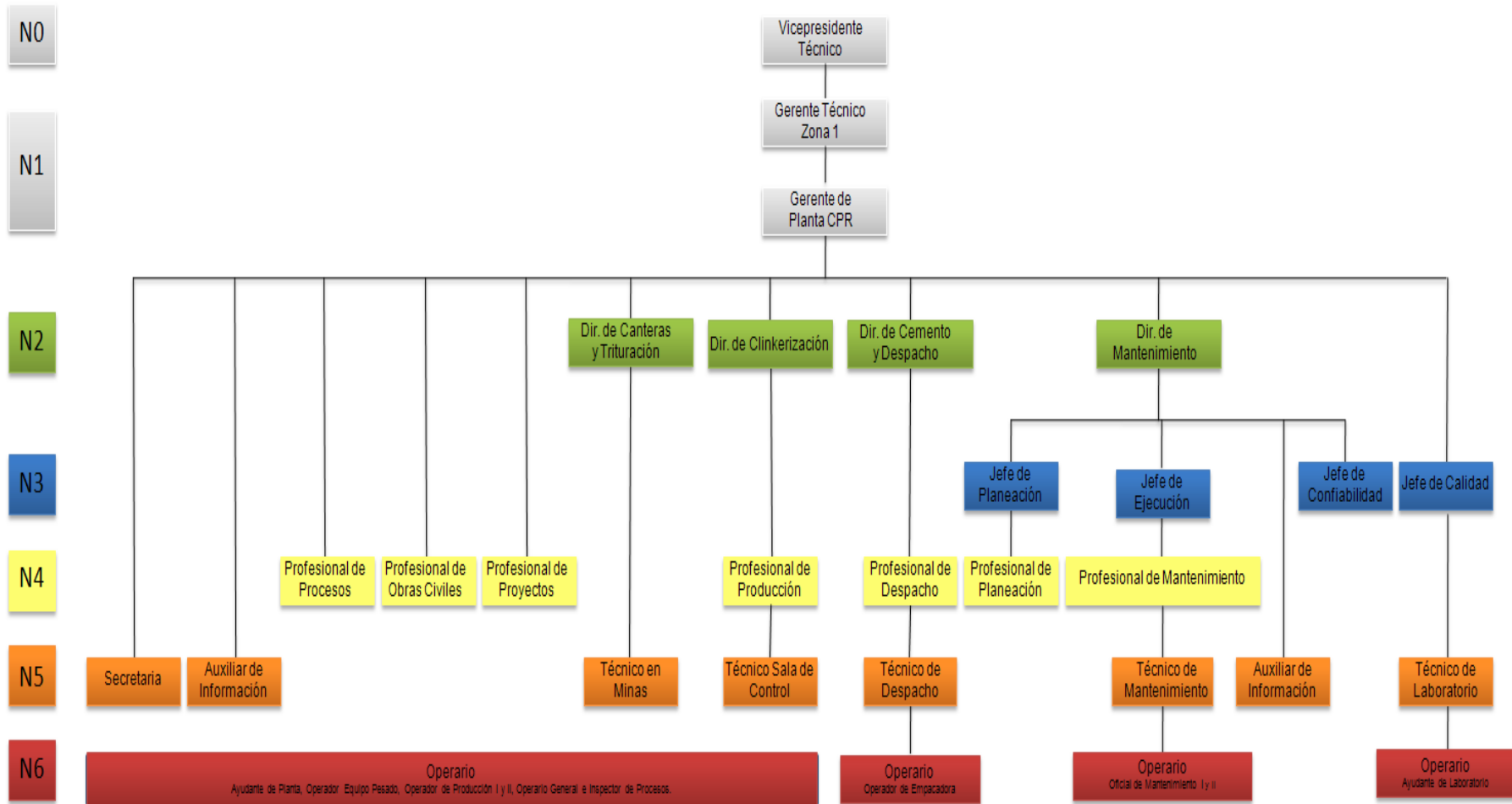


Fuente: Método Argos

3.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Cementos ARGOS en su planta CPR, posee una estructura organizacional Jerárquica de siete niveles tipo cascada, conformada por la vicepresidencia técnica, gerente técnico de la Zona, gerente de planta, directores y jefes, profesionales con diferentes especialidades , técnicos, oficiales I y II.

Figura 4. Estructura Organizacional de la Planta CPR



Fuente: Método Argos

3.8 MAPA DE PROCESOS

Ofrece una visión general del sistema de gestión, en el cual se representan los macroprocesos que componen la organización, en la siguiente figura se señala el macroproceso de mantenimiento cemento, área donde se desarrolla el proyecto.

Figura 5. Cadena de valor Cementos Argos



Fuente: Método Argos

3.9 MACROPROCESO DE MANTENIMIENTO

3.9.1 Generalidades

En la planta CPR de Cementos Argos el Macroproceso de Mantenimiento se encarga de administrar el mantenimiento de los activos del proceso productivo

de la planta aportando a la confiabilidad operacional del proceso del Cemento; este inicia con la planeación del mantenimiento, continua con su ejecución, y finaliza con el aumento de la confiabilidad.

Figura 6. Reglas de negocio macroproceso de mantenimiento



Fuente: Método Argos

3.9.2 Proceso de Planeación

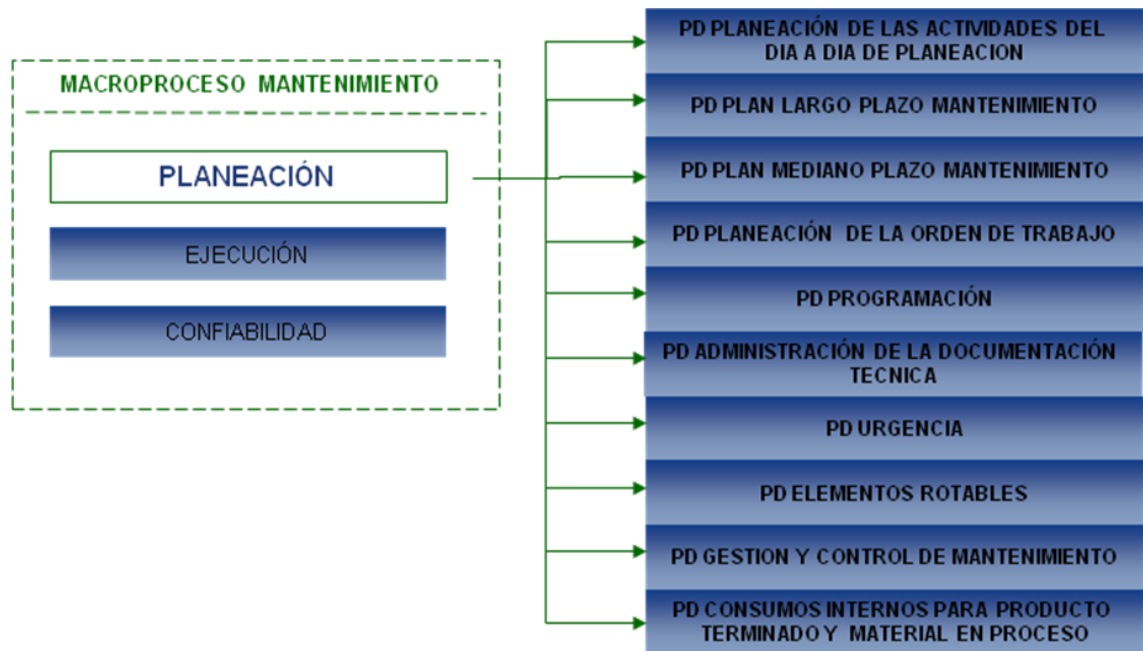
En él, se da apertura a la gestión de las ordenes de trabajo de mantenimiento pues son elaborados los planes de trabajo con los cuales se busca principalmente maximizar los recursos y la relación costo beneficio, pero también contribuir a la confiabilidad de los procesos productivos, acorde con los lineamientos, necesidades y estrategias del negocio teniendo en cuenta la seguridad de las personas y la preservación del medio ambiente.

De esta manera se tienen establecidas las funciones estratégicas del proceso:

- Realizar la planeación de actividades del día a día para realizar una distribución apropiada de recursos, cubriendo las necesidades básicas y eventualidades del día en los equipos.
- Elaborar el plan de largo plazo de mantenimiento (hasta 5 años), de acuerdo con las directrices estratégicas (financieras, productivas, ambientales, comerciales, del talento humano y satisfacción al cliente) para realizar el plan general de mantenimiento (tener una visión global de mantenimiento a ejecutar en toda la planta.)
- Programar la orden de trabajo con relación al los planes de corto mediano y largo plazo establecidos para contribuir a la confiabilidad del mantenimiento y la optimización de recursos
- Definir los parámetros para realizar la Administración de la información técnica de los activos mantenibles para facilitar la función de planeación, teniendo la información actualizada y disponible
- Agilizar la atención de los requerimientos con relación a la criticidad de los activos de acuerdo con la prioridad de la orden de trabajo respectiva para contribuir a la confiabilidad de los procesos
- Incluir elementos que tienen un doble comportamiento, como activo y como repuesto, para ser controlados empleando la herramienta.
- Revisar el resultado de indicadores para establecer planes de mejora donde aplique.

- Realizar consumos internos de productos terminados para atender los requerimientos de la compañía.

Figura 7. Procedimientos e instructivos para Planeación



Fuente. Método Argos

3.9.3 Proceso de Ejecución

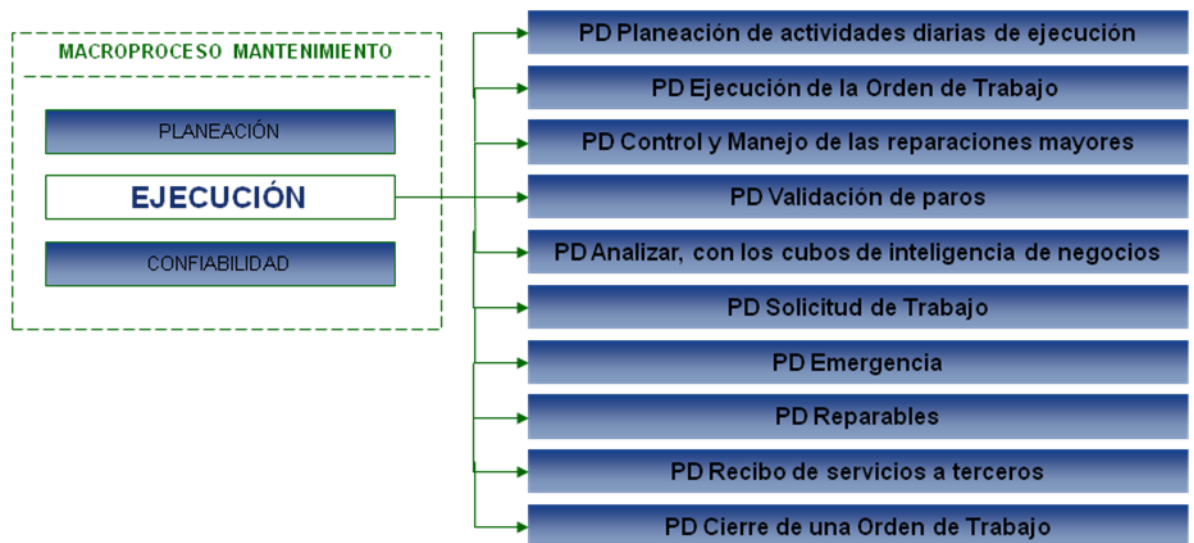
Sin duda alguna este proceso es el más tangible en mantenimiento, ya que su desarrollo implica la intervención de un alto número de mano de obra, la coordinación requiere de ingenieros y técnicos de gran trayectoria. Todo con el fin de ejecutar los programas y requerimientos de mantenimiento para contribuir a la confiabilidad de los procesos productivos hacia la mejor relación costo beneficio, cumpliendo con las normas de seguridad y ambiental establecidas.

Los objetivos estratégicos del proceso son los siguientes:

- Realizar la planeación de actividades del día a día para distribuir por prioridad la ejecución de las mismas y optimizar el tiempo a emplear en cada una de ellas
- Ejecutar las órdenes de trabajo programadas de mantenimiento para contribuir a la confiabilidad de los procesos productivos hacia la mejor relación costo beneficio.
- Controlar y realizar seguimiento a las reparaciones mayores para garantizar el cumplimiento de los planes de ejecución aprobados.
- Registrar los paros de los sistemas de producción y actualizar la base de datos con las causas y tiempos respectivos para llevar un control sobre las fallas repetitivas en equipos.
- Generar planes de acción y mejora de los Proceso de Planeación, Ejecución y confiabilidad mediante el análisis de información para la mejora de los mismos
- Registrar los eventos ocurridos sobre los activos de los procesos de la planta mediante una solicitud de trabajo para aportar a la mejora de la confiabilidad de los procesos
- Atender las averías o emergencias presentadas de manera ágil y eficaz para garantizar la continuidad oportuna de la operación de los procesos.
- Reparar todo activo o repuesto para disminuir los gastos de mantenimiento conservando la confiabilidad de los elementos reparados.

- Recibir los servicios contratados con terceros para verificar que el trabajo cumple condiciones estipuladas en la orden de servicio.
- Registrar toda la información requerida en la orden de trabajo complementaría como historia para realizar el proceso de análisis de la información.
- Cerrar el ciclo de mantenimiento identificando todas las oportunidades de mejora del macro proceso en función de la criticidad de los activos y de la efectividad del mantenimiento, para optimizar la confiabilidad de los procesos.

Figura 8. Procedimientos e instructivos para Ejecución



Fuente: Método Argos

3.9.4 Proceso de Confiabilidad

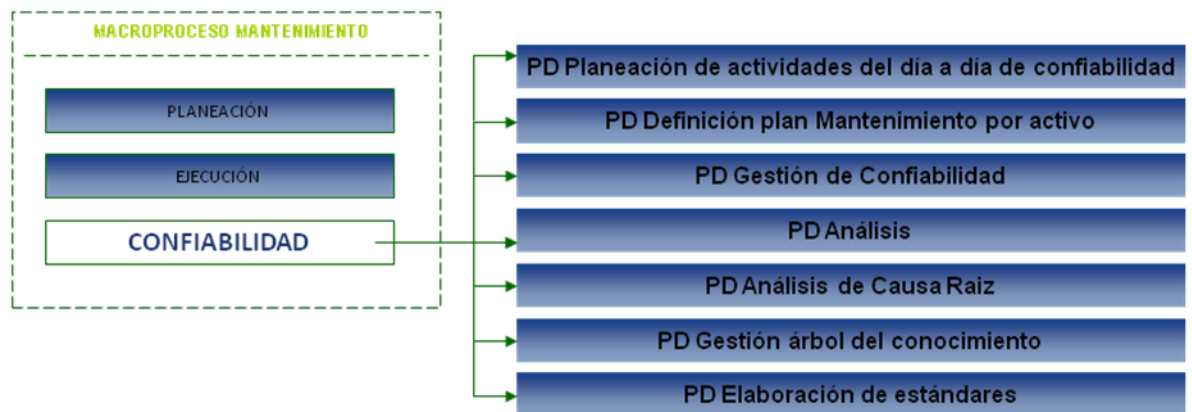
Se encarga de cerrar el ciclo de mantenimiento identificando todas las oportunidades de mejora del macroproceso en función de la criticidad de los activos y de la efectividad del mantenimiento, para optimizar la confiabilidad de los procesos, definir la estrategia a aplicar en la activos para garantizar la disponibilidad cumpliendo con las normas de seguridad y ambiental establecidas.

Los objetivos estratégicos del proceso son los siguientes:

- Realizar la planeación de actividades del día a día para distribuir por prioridad la ejecución de las mismas y optimizar el tiempo a emplear en cada una de ellas.
- Definir la estrategia de mantenimiento a aplicar a los activos para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los procesos.
- Soportar mediante definiciones y complementos técnicos específicos los requerimientos de la orden de trabajo, para garantizar la confiabilidad de la planeación de la orden.
- Encontrar la causa fundamental de un problema, para elaborar un plan de acción con acciones correctivas o preventivas según corresponda de tal manera que se garantice que este no se vuelva repetitivo.
- Asegurar la homologación, actualización y coherencia de la información del árbol del conocimiento para mejorar la confiabilidad de los procesos

- Realizar estandarización de planes, programas, procedimientos, instructivos y/o formatos para garantizar la ejecución de los trabajos con las políticas definidas.

Figura 9. Procedimientos e instructivos para Confiabilidad

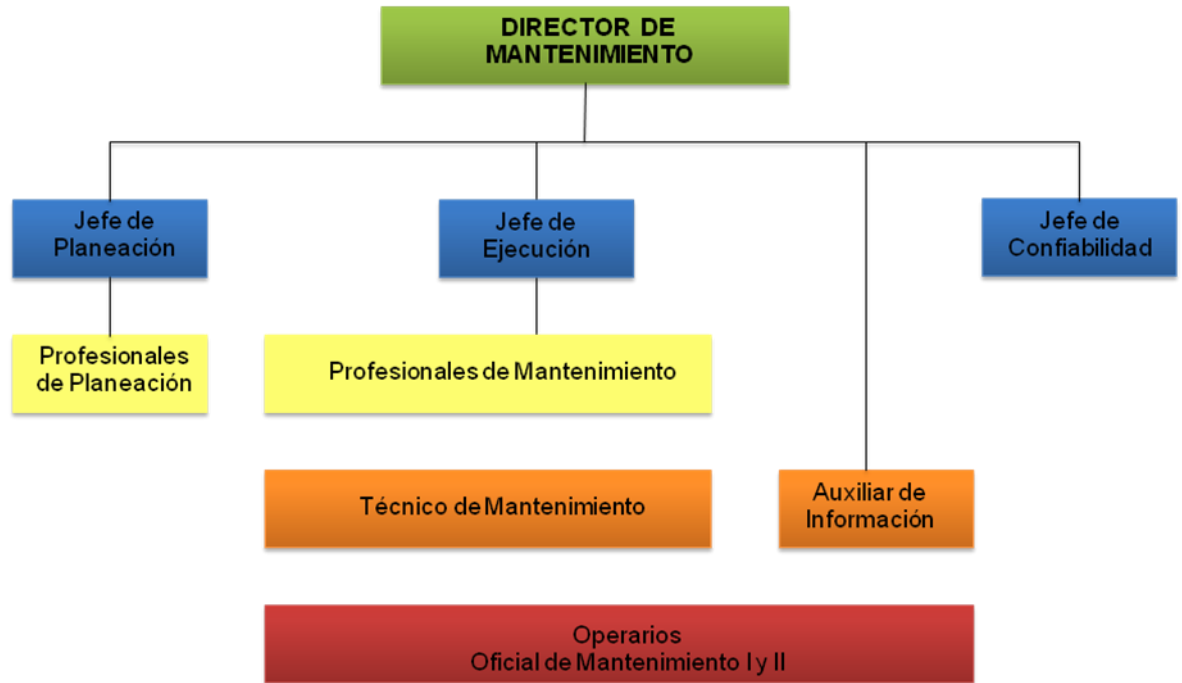


Fuente: Método Argos

3.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE MANTENIMIENTO

El macroproceso de Mantenimiento, hace parte de la Gerencia Técnica Zona 1, que se encuentra dentro de la Vicepresidencia de Técnica de la compañía, el organigrama general de la empresa que se encuentra en el numeral 3.7 del presente proyecto, se puede observar con claridad esta estructura organizacional, a continuación se presenta la organización del mantenimiento en la planta CPR.

Figura 10. Organigrama del Macroproceso de Mantenimiento



Fuente: Método Argos

4. DIAGNÓSTICO DEL MACROPROCESO DE MANTENIMIENTO

Desarrollar un proyecto que busca establecer propuestas para lograr mejoras a toda una operación, requiere de conocer completamente todas las actividades que se llevan a cabo en ella. Este capítulo se encuentran consignados los aspectos que fueron observados, analizados e identificados, basado en el método de las 5MQS (Man, Material, Machine, Methods, Management, Quality y Security), con los cuales se establece una idea concreta de la situación en que se encuentra en el macroproceso de mantenimiento en el momento que se inició el trabajo de grado, con lo cual se logra establecer un patrón de comparación.

De las 5MQS, se analizan seis puntos vitales que resume de manera global factores directamente relacionados con cada uno de estos tipos de despilfarros; estos son: *Man, Machine, Methods, Management, Quality y Security*. De igual manera es importante especificar que cuando se habla de Machine, en algunas ocasiones hace referencia al sistema de informático, es decir al software utilizado para mantenimiento.

El punto central del diagnóstico se enfoca en reconocer aquellos aspectos, que afectan directamente la ejecución de las labores de los oficiales de mantenimiento en sus especialidades mecánica, eléctrica y electrónica.

Cementos Argos S.A. se caracteriza por mantener un proceso de mejora continua, imprimir un ambiente cambiante y generar un dinamismo que le permite estar a la vanguardia en muchos ámbitos, como son la gestión y operación de mantenimiento. Basándose en esto, busca tener avances que permitan aumentar la productividad, razón por la cual se realizan una serie de análisis a las actividades operativas con el cual se genera un diagnóstico,

fundamentado en la utilización de algunas técnicas de ingeniería como los son el estudio de tiempos y las 5MQS ya mencionada.

Para iniciar el diagnóstico se recopila información de cada una de las órdenes de trabajo ejecutadas a partir del año 2007 hasta el mes de abril del presente año de la planta; esta lista es obtenida del Peoplesoft¹² el cual se encarga de almacenar todas las órdenes de trabajo y proyectos ejecutados por mantenimiento. A partir de esta información se busca conocer con certeza cuál es el aporte de cada uno de los procesos en la realización de una orden de trabajo, para de esta manera iniciar el diagnóstico.

Existe una serie de aspectos a mejorar en mantenimiento, identificados y detallados con la recopilación de la información y observación directa en el desarrollo de este trabajo de grado entre los cuales se tiene:

- El diligenciamiento del formato de finalización de las ordenes de trabajo, realizado en el Peoplesoft, es normalmente incompleto o su información no es altamente confiable, ya que los técnicos encargados de ello, adecuan los resultados en una sola orden causando que las demás queden espacios en blanco y la que contiene resultados no son confiables.
- Demoras en los tiempos de inicio de las labores, ya que deben diligenciar formatos de permisos de trabajos por cada labor que ejecute, este debe ser firmado por el ingeniero de turno, responsables de trabajos, eléctrico y oficiales ejecutores; viéndose afectado el inicio de las labores pues dichas personas se encuentran alejadas del taller de

¹² Software especializado en sistemas de información para Mantenimiento

mantenimiento, lugar donde se reúne al personal para la charla de seguridad.

- El procedimiento de algunas labores requiere de corto tiempo para su ejecución lo cual permite en muchas ocasiones, terminar las labores hasta con dos horas de anticipación a la jornada de trabajo; evidenciándose largos lapsos de descansos.
- En muchas ocasiones el número de oficiales establecidos para algunas labores es mayor al que se requiere, desperdiciándose un gran número de horas hombre. Esto genera una pérdida sustancial de tiempo operativo sobre cada turno.

A continuación se realizará un diagnóstico basado en el método de las 5MQS detallando los aspectos que afectan la productividad en cada proceso de mantenimiento.

4.1 PROCESO DE PLANEACIÓN

- *Men (mano de obra)*: en lo concerniente al personal de planeación, son profesionales competitivos que siguen los estándares establecidos por la organización, a los cuales se alinean para cumplimiento de sus funciones. El desarrollo de sus labores no requiere constantes desplazamientos, aunque en ocasiones se visita los frentes de trabajo, es decir realizan traslados de pequeños lapsos de tiempo.

La tendencia mundial en las organizaciones determina que se debe tener personal dispuesto a mejorar constantemente, evidente en cada

uno de los ingenieros quienes participan activamente en la mayoría de las capacitaciones que les ofrece Argos.

- *Methods (métodos)*: el acompañamiento realizado a los oficiales refleja en gran medida la gestión realizada por planeación, los cuales se encargan de programar cada una de las labores que se ejecutan a diario, es por esto que se requiere de algunos procedimientos para su efectiva realización.

En detalle, muchas veces los ingenieros no realizan visitas a los frentes de trabajo, es decir, donde se va a llevar a cabo el mantenimiento por considerarlo una área ya conocida, lo cual genera que se programen ordenes de trabajo con un tiempo de ejecución superior o viceversa al requerido, además causa una mala asignación al número de personas creando un despilfarro de Horas Hombre lo cual implica altos costos para la organización. Al omitir estas funciones, también se incurre en que se programen labores para las cuales no se disponen de los materiales necesarios para su ejecución, desconociendo de esta forma información que permita dar un mayor aprovechamiento al talento humano con el que cuenta la organización para brindar un buen servicio a producción.

- *Management (Gestión)*: se resalta el procedimiento que lleva acabo planeación junto con los directores de producción en cuanto a la coordinación de los paros programados en las diferentes unidades de negocio¹³, donde se busca establecer las fechas, el número de horas y garantizar que el equipo puede ser intervenido por mantenimiento en las

¹³ Unidades de Negocio, identificación de cada uno de los procesos productivos en la planta CPR.

condiciones adecuadas; muchas de estas variables son incumplidas a última hora por parte de producción, ocasionando tiempos muertos y para ello planeación debe establecer rápidamente un nuevo programa para el día.

En este proceso se llevan a cabo reuniones internas efectivas ya que estas inician con el planteamiento de los objetivos de la misma, adicional a esto el personal de mantenimiento tiene un alto conocimiento técnico de la planta y mantiene un buen trabajo en equipo, lo cual les permite llegar a acuerdos y tomar decisiones rápidamente.

- *Machine (maquinas)*: Referirnos a las maquinas utilizadas en planeación es hablar de computadores, por eso en este punto se desglosaran las dificultades que se presentan con el uso del Software PeopleSoft.

Este software utilizado la mayor parte del tiempo por el personal, carece de velocidad en el procesamiento de la información lo que muchas veces retrasa la aprobación de las órdenes de trabajo; otro problema se presenta cuando se cambia de estado a las Ordenes de Trabajo en el sistema pues el personal no recibe ningún tipo de notificación, generando constantemente tiempos improductivos por la realización de actividades innecesarias pues deben comunicarse con el encargado de aprobar.

Otra de las dificultades se evidencia con los archivos anexos de Autocad, aunque estos se encuentren adjuntos en las ordenes no es posible visualizarlos, ni descargarlos; es por esto que cuando se necesitan para algún estudio, se deben realizar largos desplazamientos

al lugar donde son almacenados todos los planos de la planta denominada *la planoteca*.

Con esto es claro que la productividad que se tiene con el software es muy reducida, aun más para programación pues no existe un menú para dicha labor por lo tanto lo correspondiente a esta área debe ser realizado en Excel.

- *Quality (Calidad)*: el aseguramiento de la calidad en mantenimiento, se determina por el aumento en la calidad del personal operativo y ejecutivo, es por esto que la empresa ha destacado su compromiso constante por mantener sus certificaciones. Procesos como RCA Análisis de Causa Raíz, permite evaluar a fondo eventualidades que se presentan en los activos intervenidos por mantenimiento, esto con el fin de considerar todas las posibles causas que generaron la avería y determinar adecuadas soluciones.
- *Security (Seguridad)*: “Cuidémonos”, es la campaña que invita a todos los trabajadores de Cementos Argos a tomar consciencia de realizar trabajos seguros. De esta manera el proceso de planeación participa día a día en la denominada *Charla de Seguridad*, en la se tratan temas como el autocuidado, los riesgos en los trabajos, el uso adecuado de los elementos de protección personal, enfermedades profesionales, entre otros; además de esto cuando se presenta algún tipo de accidente se invita a la persona implicada a que comparta con sus compañeros la eventualidad ocurrida.

4.2 PROCESO DE EJECUCIÓN

- *Men (mano de obra)*: este proceso se encuentra conformado por profesionales, técnicos, oficiales I y II, los cuales conforman un equipo de trabajo de amplio conocimiento y larga trayectoria en la planta.

Los profesionales son los encargados de coordinar la ejecución de los programas de mantenimiento y posteriormente validar la efectividad de los trabajos y en especial de aquellas desarrolladas durante paradas mayores, para lo cual realizan desplazamientos largos, pero necesarios alrededor de toda la planta.

Los técnicos son personas que tienen una larga trayectoria y buena disposición de mejoramiento, que ascendieron de oficiales I a este cargo; son los responsables de la realización de las actividades de mantenimiento, por esto se encargan de acompañar a los operarios en las labores asignadas y registrar las eventualidades de las órdenes. Su labor requiere de constantes traslados en la búsqueda de los diferentes lugares de trabajo.

Los oficiales I y II son los encargados del trabajo directo en el activo, por eso se consideraron la población con mayor importancia para el estudio de tiempos, pues al identificar y eliminar tiempos muertos se aumentaría la productividad en mantenimiento. La situación en este grupo de personas es variable con respecto a los demás del proceso, pues aunque conforman un buen grupo de trabajo muchos no son conscientes de los problemas de la planta, y es por esto que no tienen gran disposición al momento de desarrollar sus funciones, es decir en algunas oportunidades se les asignan labores que conlleva mucho tiempo su total ejecución y consideran que esto debe ser realizado por

contratistas, lo cual causa que se reprogramen las labores, originando acumulación de las mismas.

4.2.1 Análisis de los flujos físicos de los oficiales

Si se requiere identificar los flujos físicos realizados por cada uno de los oficiales que intervienen en las operaciones de mantenimiento debemos ubicarnos en la portería 2 de la planta CPR, donde se da el arribo de las busetas que transportan al personal y simultáneamente el parqueadero de los mismos.

Inmediatamente descienden del transporte el primer recorrido realizado es de aproximadamente 10 metros donde se encuentran los vestieres, en el cual tardan aproximadamente 8 minutos. Este desplazamiento es realizado por la totalidad de los operarios donde cambian su ropa particular por el uniforme dotado por la empresa, con el fin de cumplir los requisitos básicos de seguridad y laborar en las condiciones adecuadas. Posteriormente el personal se dirige al taller de mantenimiento donde es realizada la charla de seguridad como apertura de las jornadas de trabajo, donde en ocasiones se suelen presentar demoras debido a intervenciones de los sindicalistas y la falta de atención de algunos trabajadores, al concluir le son asignadas las labores programadas para el día.

En seguida son diligenciados los formatos de los permisos de trabajo los cuales deben ser firmados el ingeniero de turno, un profesional de ejecución, el eléctrico encargado de desenergizar los equipos y los encargados de realizar la labor. Para ello tienen que desplazarse en busca de cada uno de los responsables, ocasionando un cuello de

*botella operación que tiene la capacidad efectiva más baja entre todas las que se desarrollan.*¹⁴

Luego se movilizan al almacén, donde reciben los implementos necesarios para desarrollar su labor, y por lo general se gasta mucho tiempo en estos traslados ya que acostumbran a visitar el lugar de trabajo para establecer las herramientas que se requieren, regresar al almacén donde en ocasiones suelen presentarse demoras debido a la gran cantidad de trabajadores a los que son entregados los materiales y herramientas especializadas para el desarrollo de sus labores.

A diario los oficiales deben movilizarse por diferentes áreas en la toda la planta, es por esto que el tiempo de los traslados es muy variable. En las horas de la mañana se hace una corta suspensión del trabajo para tomar el refrigerio, la gran mayoría se traslada hasta el taller de mantenimiento lugar al que llegan los encargados de la venta de los alimentos.

Cuando se acerca el medio día, los trabajadores detienen sus labores y deben organizarse para desplazarse a almorzar al restaurante de la planta, el tiempo establecido para ello son 30 minutos, aunque la mayoría de las veces se presentan demoras debido a las largas filas que se presentan. Una vez terminado el almuerzo se devuelven a las áreas de trabajo con el fin de continuar su labor.

Acercándose las 3:00 pm los oficiales se retira del puesto de trabajo para trasladarse al taller de mantenimiento donde registran lo que realizaron en el turno y las eventualidades que se presentaron.

¹⁴ Krajewski, Lee; Ritzman, Larry; González, Ángel Carlos. "ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. ESTRATEGIA Y ANÁLISIS". ED. Pearson Education, 2000

Finalmente se desplazan hasta la portería 2 lugar donde se encuentran los vestieros y se estacionan las busetas que los transportan a su destino.

- *Methods (métodos)*: En esta área se pretende mejorar la competitividad, por lo cual se establecen estrategias por medio de las cuales se espera controlar las labores ejecutadas por los oficiales, ejemplo de ello son los formatos de permisos de trabajo, lo cual es una de las mejores prácticas pues en él, se especifican los riesgos a los que se encuentra expuesta una persona al realizar el trabajo.

Durante la jornada de trabajo, los ingenieros visitan continuamente aquellos lugares donde se están desarrollando labores en activos críticos, verifican el desempeño y establecen mejoras para obtener mayor rendimiento en la realización del mismo. Estos hechos denotan la importancia que se maneja en la gestión de mantenimiento, que si bien es cierto permite medianamente que se incremente la productividad en las labores.

Por otra parte los técnicos quienes son los responsables de la autorización del trabajo, visitan constantemente cada uno de los frentes de trabajo que se desarrollan en la planta, esto con el fin de apoyar la ejecución y supervisar que se estén aprovechando al máximo los recursos con los que cuentan.

En el proceso de acompañamiento realizado a los oficiales I y II, quienes trabajan conjuntamente, permitió observar que se tienen establecidos unos procedimientos antes de iniciar las rutinas laborales con los cuales se busca proteger la integridad del trabajador; la dificultad se presenta

en el cumplimiento de ello, ya que para la búsqueda de firmas deben trasladarse a cualquier lugar de la planta donde se encuentre el responsable, generando con esto un despilfarro de tiempo.

Otra dificultad se presenta con el doble traslado que realizan al frente de trabajo todos los oficiales asignados a la labor, el primero para establecer la herramienta que se requiere para las labores y el segundo para dar inicio al trabajo efectivo sobre los activos.

- *Management (Gestión)*: este proceso que es el directo responsable de asegurar la disponibilidad de los equipos a producción, mantiene un puente directo de comunicación con el fin de que no se presenten inconvenientes al momento de intervenir los equipos; a pesar de ello se evidencian algunos percances, muestra de ello es la cancelación de último momento del préstamo de los equipos lo cual genera sobrecarga de trabajo para los señores de planeación y tiempos muertos a ejecución. Una falla más, se presenta en lo referente a las condiciones como les son entregados los equipos a mantenimiento, aunque en las funciones básicas de producción esta entregar los equipos y su perímetro con un adecuado aseo, muchas veces esto no se realiza, lo cual retrasa el inicio de la ejecución de las labores.

Una de sus ventajas se debe a que realizan reuniones efectivas, donde se hace el reporte diario de las labores que se ejecutan cuando hay paradas mayores, lo que hace necesario que participen activamente con planeación en la elaboración de trabajo diario y semanal, estableciendo prioridades en las ordenes de trabajo, ya que conocen cada uno de los problemas que se presentan en la planta.

- *Machine (maquinas)*: se puede afirmar que la organización tiene claramente identificado cada equipo crítico, pero no cuentan con los procedimientos donde se definen las acciones de mantenimiento adecuadas y prioritarias a desarrollar; además para realizar este tipo de intervenciones tan importante no se cuenta con instrumentos efectivos, lo cual genera grandes pérdidas de tiempo debido a que perdieron su vida útil para realizar el trabajo con eficiencia, por ejemplo el *comparador de caratula*, instrumento de medición que permite conocer la alineación de equipos rotativos, en el seguimiento a una calibración tardaron aproximadamente 10 horas, si contaran con un equipo más especializado se reduciría el tiempo hasta en un 60%.

Otros equipos utilizados por ejecución como son los torcómetros, micrómetros, calibradores pie de rey, entre otras, cumplen con las características técnicas que las hacen herramientas útiles y prácticas para mantener en buen estado los activos de la planta y que funcionen adecuadamente para producción.

Las herramientas utilizadas son las manuales y de levante, muchas de las cuales han perdido su vida útil y no son reemplazadas, generando un riesgo a quienes la utilizan.

- *Quality (calidad)*: finalizando el turno el técnico se encarga de inspeccionar cada uno de los frentes de trabajo para verificar el avance o la terminación de la labor; este tipo de inspecciones no otorgan ningún valor para producción, pero si implican largos desplazamientos y retrasos en el retiro de candados como responsable directo varias labores.

Con el ingreso de nuevo personal, algunos ingenieros consideran que al visitar constantemente los frentes de trabajos de estos, es posible disminuir el riesgo al que se encuentran expuestos debido a que no conocen el procedimiento de la labor.

- *Security (Seguridad)*: el formato de permisos de trabajos busca identificar y controlar los riesgos que se presentan en la ejecución, con la charla que da inicio a la jornada de trabajo y el compromiso del personal, mantenimiento tiene actualmente 623 días con cero accidentes.

4.3 PROCESO DE CONFIABILIDAD

- *Men (Mano de obra)*: en esta área encontramos a los inspectores encargados de visitar diariamente los activos críticos de la planta, es decir realizar un seguimiento continuo a los equipos, esto con el fin de verificar el funcionamiento y la efectividad del mantenimiento, garantizando de esta manera la disponibilidad y confiabilidad de las unidades de negocio. Para ello se hacen necesarios los traslados realizados por cada uno de los rincones de la planta, pues en dichas supervisiones se generan las órdenes de trabajo que programa planeación.

Es importante resaltar que el personal de confiabilidad tiene una larga trayectoria en Argos y un alto conocimiento técnico de la planta, lo cual le permite en la generación de las ordenes de trabajo establecer el tiempo, el número de personas, el plazo máximo que tienen para llevar a cabo dicha labor, entre otras.

- *Machine (maquinas)*: la particularidad de este proceso es que poseen un software que monitorea el comportamiento del 20% de los activos críticos desde la *sala central*¹⁵, el cual captura los datos y grafica las tendencias de las variables de todo el sistema como lo son temperatura, presiones y vibraciones, lo que permite realizar efectivos análisis gracias a la veracidad de los datos; y si se hace referencia a los tiempos esta herramienta es de gran utilidad pues desaparece una labor para los inspectores que no agrega ningún valor.

Entre los equipos de medición utilizados por confiabilidad están las pistolas de temperatura, con las cuales se busca conocer las variaciones de temperatura de los ductos transportadores del proceso productivo. Con los estetoscopios electrónicos se verifica la transmisión sonora de los rodamientos de un motor, los multímetros digitales que miden las variaciones de tensión, el megger que mide el estado de las inductancias de los motores y en general los instrumentos de medición de confiabilidad, su continua utilización y la tecnología adecuada dan un alto valor agregado para el servicio de mantenimiento.

- *Management (gestión)*: para que el macroproceso de mantenimiento mantenga con un alto desempeño en los activos, confiabilidad se encarga de presentar informes mensuales con los indicadores que son tomados y medidos de manera especializada para luego ser analizados en relación directa con el proceso productivo que afecta; estas reuniones se hace con todo el personal perteneciente a mantenimiento para generar consciencia de lo que ocurre en la planta.

¹⁵ Sistema en el que se monitorea y controla el proceso de producción de la planta.

Aunque el objetivo es mostrar el avance del desempeño operativo y observar el comportamiento y los resultados, en muchas ocasiones no es presentado de tal manera que el receptor entienda fácilmente la información, lo cual desencamina la reunión y genera pérdidas de tiempo pues no se está logrando un buen puente comunicación entre las dos partes.

- *Methods (métodos)*: la metodología desarrollada en confiabilidad establece que cada uno de los inspectores de las diferentes áreas, deben encargarse una ruta específica de la planta, es decir el primero de ellos inspecciona desde trituración hasta clinkerización, el otro se encarga del proceso que inicia en escoria y termina en empaclado; esta buena práctica les permite controlar en forma integral y específica todas las actividades, las gamas, las tácticas, las acciones y demás quehaceres que confiabilidad tiene establecido para mantener los activos en óptimos para producción.
- *Quality (calidad)*: el papel más importante de mantenimiento es el de incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción, es por eso que sus funciones van más allá de las reparaciones, con base en esto surge la importancia del proceso donde se deben anticipar las averías, lo que se logra con un buen nivel de inspección; para lo cual es importante tener en cuenta que los costos que incurren la reparación de una avería es 3 veces el valor de una pequeña reparación.

Otra de las labores que cumple es la de procurar el buen estado de los equipos depreciados para lo cual tienen un plan de reposición de activos estructurados, con el fin de brindar a producción equipos en óptimas condiciones.

Mantener un equipo de trabajo unido, comprometido con la planta y maduro en sus decisiones asegura en gran medida que se están llevando a cabo labores que agregan valor.

- *Security (seguridad)*: siendo el talento humano el recurso más valioso para Argos, se busca la continua protección de la integridad física de los trabajadores pues la causa de cualquier accidente genera grandes pérdidas, ocasionando retrasos y paros por la falta de mano de obra.

Basado en todo el proceso de observación y análisis de las siete fuentes de despilfarros que se relacionan directa e indirectamente con los márgenes de productividad, es decir el número de ordenes cumplidas frente al número de ordenes programadas, se genera la necesidad de realizar un estudio de tiempos que permita reevaluar, validar e identificar nuevos cuellos de botella y restricciones de capacidad no contempladas para los procesos de mantenimiento.

Con este estudio documentado, en el capítulo 6, se plantean oportunidades de mejoras, ya que se conocen más a fondo los métodos actuales de operación del personal de la planta y se resaltan problemas constantes que afectan los tiempos operativos que generan tiempos ociosos. Por estas razones se dictamina apropiado identificar las causas principales por las que están reprogramando las ordenes de trabajo cuando estos se encuentran aptos para laborar.

5. IDENTIFICACIÓN DE LABORES CRÍTICAS

En la planta CPR son ejecutadas anualmente un aproximado de 3500 órdenes de trabajo con personal interno y por contratación, todas con un objetivo común mantener en funcionamiento los equipos para producción; para ello se requiere de una serie de factores que permitirán el desarrollo de las labores con las mejores técnicas, que se logra con trabajo en condiciones adecuadas, con personal capacitado y siguiendo los lineamientos de las normas que los certifican. Dichos factores necesarios para llevar a cabo una orden de trabajo se presenta en diferente proporción, lo que las diferencia entre sí, teniendo cada una un nivel de importancia diferente, siendo las más importantes labores críticas.

Una parte fundamental para realizar un estudio de cualquier tipo, se basa en obtener resultados confiables y que puedan ser aplicables, por lo que resulta casi imposible o impráctico llevar a cabo estudios sobre toda una población, siendo la solución establecer un subconjunto; para ello se analizaron varias metodologías con las que se lograra tener una muestra significativa y además que su estudio estableciera a cada labor con diferente valoración.

5.1 MÉTODO DE PUNTOS POR FACTOR

De acuerdo con García¹⁶, este es un método analítico que divide cada cargo en factores o elementos de trabajo y a cada uno de ellos le es asignado una escala de medición, utilizando el método de esquema de comparación, donde se cuantifica con un valor relativo a los cargos.

¹⁶ GARCÍA, José Joaquín. Presentación VALORACIÓN DE CARGOS. Cátedra Administración de Salarios.

Esta técnica fue aplicada para identificar las labores críticas que son ejecutadas en mantenimiento. Inicialmente se debe tener en cuenta que los cargos son en este caso las ordenes de trabajo y al igual que en la valoración de cargos cada una tiene características comunes y discriminantes, que se presentan en todas las ordenes pero en diferente intensidad e importancia, lo que da como resultado ordenes con diferentes valoraciones, es decir, que a mayor presencia del factor mayor criticidad.

El sistema de puntuación define estas características como *factores*, las distintas intensidades como *grados* y como no todos los factores tienen la misma importancia, el valor que representa esta importancia lo llamamos *ponderación*. Es importante resaltar que se modificó el enfoque principal de la técnica, pero se mantiene la misma metodología, la cual consta de las siguientes etapas:

5.1.1 Elección de los factores de ponderación

Todas las órdenes de trabajo tienen características o factores comunes, los cuales son útiles para establecer diferencias lógicas entre ellas, siendo excluyentes con la especialidad de las labores, es decir, labores mecánicas, eléctricas y electrónicas. Para establecer los cuatro factores fue necesario que jefes y técnicos estudiaran las múltiples opciones que son necesarios para el desarrollo de las labores, pero finalmente se identificaron aquellas tenían mayor importancia para el estudio de este proyecto.

Factores asignados:

- **Número de Horas Hombre**, a cada orden le son estimadas las horas de trabajo que se requiere para su cumplimiento, pero algunas veces

esto varía pues se presentan contingencias que extienden el desarrollo de las labores.

- **Número de Personas**, cantidad de recurso humano establecido por cada labor.
- **Frecuencia**, hace referencia al número de veces que la orden es realizadas desde el año 2007 hasta abril del año 2009.
- **Criticidad del activo**, cada uno de los equipos que conforman la Planta CPR tiene un nivel de importancia variable, es decir en qué se altera la producción si éste falla.

5.1.2 Establecimiento de grados

Definido cada factor, es preciso determinar el número grados en que podemos dividirlo y delimitarlos con tanta precisión como sea posible. De acuerdo con Morales y Velandia¹⁷, los grados son definidos de tal forma que cada uno refleje un poco más de dificultad e importancia que el anterior. Para este proyecto los grados fueron establecidos validando los índices que maneja la organización respecto a cada uno de los factores, por ejemplo la criticidad de los activos ha sido establecida por confiabilidad, con ella miden el nivel de importancia y la frecuencia con la cual deben realizar el mantenimiento para que los equipos estén en marcha cuando producción lo requiera.

Los factores fueron divididos de la siguiente manera:

¹⁷ MORALES Juan A., VELANDIA Néstor. Salarios Estrategia y sistema salarial o de compensaciones. Editorial Mc Graw Hill 2001

- **Número de Horas Hombre**

Tabla 5. Grados para Horas Hombre

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Breve, su ejecución tarda entre 1 y 8 horas.
2	Corta, demoran entre 9 y 24 horas.
3	Media, puede desarrollarse entre 25 y 56 horas.
4	Extensa, su desarrollo tarda más de 56 horas.

Fuente: el autor

- **Número de Personas**

Tabla 6. Grados para Número de Personas

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Labor desarrollada por un oficial 1
2	Labor desarrollada por dos oficiales
3	Labor desarrollada por tres oficiales
4	Labor desarrollada por cuatro oficiales
5	Labor desarrollada por cinco o más de cinco

Fuente: el autor

- **Frecuencia**

Tabla 7. Grados de Frecuencia

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Bajo, realizada entre 1 y 3 veces en 2 años
2	Medio bajo, realizada entre 4 y 6 veces en 2 años.
3	Medio, realizada entre 7 y 12 veces en 2 años.
4	Medio Alto, realizada entre 13 y 20 veces en 2 años
5	Alto, realizada más de 20 veces en 2 años

Fuente: el autor

- **Criticidad del Activo**

Tabla 8. Grados de Criticidad del activo

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Insignificante, no se genera ningún impacto
2	Marginal, puede causar un impacto moderado
3	Crítico, si falla y no es atendido dentro de un tiempo de respuesta definido, existe un potencial de causar un alto impacto.
4	Catastrófico, la falla ocasiona un inmediato impacto.

Fuente: el autor

5.1.3 Ponderación de los factores

Se hace de acuerdo con su importancia relativa, ya que estos no son idénticos en su contribución al desempeño de las órdenes de trabajo. Según García¹⁸ la ponderación consiste en atribuir a los factores su peso relativo. Se suele utilizar varios métodos de ponderación, entre ellos:

- *Ponderación Intrínseca:* es la que se asigna directamente a la desviación estándar de cada factor, se basa en un principio que determina que factores con desviación estándar alta discrimina más y por lo tanto les corresponde un porcentaje mayor¹⁹.
- *Ponderación Óptima:* se asigna inversamente proporcional a la desviación estándar de cada factor, su efecto es contrarrestar el efecto de la desviación en la ponderación y equilibrar.

¹⁸ GARCÍA, José Joaquín. Presentación VALORACIÓN DE CARGOS. Cátedra Administración de Salarios.

¹⁹ ARRIETA, Antonio, VELANDIA, Néstor Fernando. Salarios, estrategia y sistema salarial o de compensaciones. Editorial mc graw hill 2001

- *Ponderación Estimada:* es la propuesta estudiada con director y jefes, en el que se mide la importancia de cada factor en una orden de trabajo en estado MS, es decir aprobada para ser ejecutada.

La siguiente tabla muestra la asignación porcentual que recibió cada factor.

- *Ponderación Combinada:* es la que resulta de multiplicar la ponderación estimada y la óptima. Calculada con el fin de reducir las diferencias entre los valores extremos.

Tabla 9. Ponderación de Factores

FACTORES	PONDERACIÓN				
	Intrínseca	Óptima	Estimada	Combinada	Combinada %
Nº de Horas	0.8337	1.1994	17.50	20.990	22.269
Nº Personas	0.9700	1.0309	22.50	23.196	24.609
Frecuencia	1.5743	0.6352	32.50	20.645	21.903
Criticidad	0.9346	1.0700	27.50	29.426	31.219
			TOTAL	94.256	100.000

Fuente: el autor

5.1.4 Confección del Manual de Valoración

El manual de valoración es el instrumento que se utilizará para establecer la importancia de cada orden de trabajo en relación a las demás. Para esto se necesita:

Asignación de la puntuación a los grados de cada factor

Tomando en consideración el número de órdenes de trabajo a evaluar, la escala utilizada como base es de 1000 puntos para todos los factores, utilizando la relación:

$$P_{sup} = Ponderación\ Combinada\% * 100$$

La asignación de los puntos a cada nivel o grado del factor se realiza de acuerdo a la naturaleza de éste, para este caso la *razón geométrica* es la más acertada para los cuatro factores pues se incrementan considerablemente, esta se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$Rg = \sqrt[n-1]{\frac{P_{sup}}{P_{inf}}}$$

Donde

Rg: razón geométrica

n: numero de grados por factor

P_{sup}: punto superior del factor

P_{inf}: puntos inferiores del factor, el cual se obtiene de la siguiente manera

$$P_{inf} = \frac{P_{sup}}{N^{\circ} \text{ de grados por factor}}$$

Tabla 10. Razón Geométrica

FACTORES	RAZÓN GEOMÉTRICA
Nº de Horas	1.5874
Nº Personas	1.4953
Frecuencia	1.4953
Criticidad	1.5874

Fuente: el autor

El valor de una orden de trabajo se da en términos de un puntaje, y se obtiene del producto entre la razón geométrica del factor y los puntos del grado anterior:

Tabla 11. Puntos por factor

FACTORES	GRADOS				
	I	II	III	IV	V
Nº de Horas	556.730	883.754	1402.872	2226.920	
Nº Personas	492.189	735.994	1100.568	1645.733	2460.945
Frecuencia	438.054	655.044	979.519	1464.722	2190.271
Criticidad	780.466	1238.913	1966.651	3121.864	

Fuente: el autor

Valoración de las órdenes de trabajo

La puntuación de cada orden de trabajo se efectúa basada en los puntos asignados a cada grado y en el nivel que se encuentre dentro de cada factor (véase anexo A), con ello se logra identificar las labores críticas realizadas en mantenimiento las cuales serán estudiadas, en la siguiente tabla 12 se encuentran señaladas. En la lista se establecen las siguientes abreviaturas que corresponden cada una a:

Número de horas	NºH
Número de personas	NºP
Frecuencia	F
Criticidad	C

Tabla 12. Identificación de las Actividades Críticas

MANUAL DE VALORACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO																
INFORMACIÓN O.T.			DATOS O.T.				GRADOS				PUNTUACIÓN				VALORACIÓN DE LA OT	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	EJEC	Nº H	Nº P	F	C	Nº H	Nº P	F	C	Nº H	Nº P	F	C		
474387	ALIMENTADOR ROTATORIO	MEC	6	2	65	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65	
513657	APILADOR DE ESCORIA	ETN	24	3	2	4	2	3	1	4	883.75	1100.57	438.05	3121.86	5544.24	
247940	APLICADOR DE SACOS	MEC	16	2	8	4	2	2	3	4	883.75	735.99	979.52	3121.86	5721.13	
438366	BANDA ACOPLE DIRECTO	MEC	40	4	2	3	3	4	1	3	1402.87	1645.73	438.05	1966.65	5453.31	
490180	BANDA REVERSIBLE	MEC	32	4	3	3	3	4	1	3	1402.87	1645.73	438.05	1966.65	5453.31	
553511	BANDA SIN CONTRAPESO	MEC	24	3	23	4	2	3	5	4	883.75	1100.57	2190.27	3121.86	7296.46	
294611	BARRA ELECT B-600	MEC	16	4	2	4	2	4	1	4	883.75	1645.73	438.05	3121.86	6089.41	
483015	CAMBIAR ACEITE COMPRESORES JOY	MEC	64	3	31	2	4	3	5	2	2226.92	1100.57	2190.27	1238.91	6756.67	
92751	CAMBIAR BANDA	MEC	12	5	116	2	2	5	5	2	883.75	2460.95	2190.27	1238.91	6773.88	
417098	CAMBIAR COMPUERTA.	MEC	8	2	10	4	1	2	3	4	556.73	735.99	979.52	3121.86	5394.11	
248333	CAMBIAR VENTILADOR RECIRCULACIÓN	MEC	48	6	2	2	3	5	1	2	1402.87	2460.95	438.05	1238.91	5540.78	
196234	CAÑONES DE IMPACTO	ETN	40	3	8	3	3	3	3	3	1402.87	1100.57	979.52	1966.65	5449.61	
242296	CARGADOR BATERÍA 110/24V	ELC	24	4	2	4	2	4	1	4	883.75	1645.73	438.05	3121.86	6089.41	
410753	CARGADOR DE SACOS	MEC	8	2	85	4	1	2	5	4	556.73	735.99	2190.27	3121.86	6604.86	
514520	CARRO APILADOR - RECUPERADOR	MEC	12	3	4	4	2	3	2	4	883.75	1100.57	655.04	3121.86	5761.23	
119616	COJINETE ENTRADA Y SALIDA LUBRICACIÓN	MEC	40	6	4	2	3	5	2	2	1402.87	2460.95	655.04	1238.91	5757.77	
368454	COLECTOR DE POLVO	MEC	120	4	4	3	4	4	2	3	2226.92	1645.73	655.04	1966.65	6494.35	
363490	COMPRESOR PISTONES	MEC	120	5	3	2	4	5	1	2	2226.92	2460.95	438.05	1238.91	6364.83	
239124	COMPUERTA CARGA PALET	MEC	32	2	4	4	3	2	2	4	1402.87	735.99	655.04	3121.86	5915.77	
91360	CRIBA VIBRATORIA	MEC	40	6	3	3	3	5	1	3	1402.87	2460.95	438.05	1966.65	6268.52	
213000	EMPUJADOR ESTIBAS VACÍAS	MEC	8	2	53	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65	
412457	INDICADOR NIVEL	ETN	8	2	22	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65	
230022	INS VENTILADOR PRECAL IM271	ETN	32	6	2	4	3	5	1	4	1402.87	2460.95	438.05	3121.86	7423.74	
640730	MANÓMETROS	ETN	24	4	7	3	2	4	3	3	883.75	1645.73	979.52	1966.65	5475.66	

MANUAL DE VALORACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO															
INFORMACIÓN O.T.			DATOS O.T.				GRADOS				PUNTUACIÓN				VALORACIÓN DE LA OT
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	EJEC	NºH	Nº P	F	C	NºH	NºP	F	C	Nº H	Nº P	F	C	
120622	MAQUINA COMPRESORA	ETN	16	6	4	3	2	5	2	3	883.75	2460.95	655.04	1966.65	5966.39
237592	MOLINO CARBÓN	MEC	16	4	76	3	2	4	5	3	883.75	1645.73	2190.27	1966.65	6686.41
452825	MONTAR CIRCUITO TOMAS 460V	ELC	16	3	3	4	2	3	1	4	883.75	1100.57	438.05	3121.86	5544.24
289550	MOTOR ROTOR BOBINADO	ELC	24	4	12	4	2	4	3	4	883.75	1645.73	979.52	3121.86	6630.87
521469	P BOMBAS SUMERGIBLES	MEC	6	2	34	4	1	2	5	4	556.73	735.99	2190.27	3121.86	6604.86
465680	P COMPRESOR CLAUDIUS PETER	MEC	16	4	46	3	2	4	5	3	883.75	1645.73	2190.27	1966.65	6686.41
523648	P COMPRESOR INGERSOLL	MEC	30	3	12	3	3	3	3	3	1402.87	1100.57	979.52	1966.65	5449.61
232943	P COMPRESOR INSTRUMENT	MEC	32	2	39	3	3	2	5	3	1402.87	735.99	2190.27	1966.65	6295.79
465691	P COMPRESORES JOY	ELC	20	4	15	3	2	4	4	3	883.75	1645.73	1464.72	1966.65	5960.86
242528	P DOSIFICADORAS	ETN	4	3	121	3	1	3	5	3	556.73	1100.57	2190.27	1966.65	5814.22
220315	P ELEVADOR CANGILONES	MEC	40	3	79	2	3	3	5	2	1402.87	1100.57	2190.27	1238.91	5932.62
228146	P ELEVADOR REX-2000 HORAS	MEC	16	3	25	2	2	3	5	2	883.75	1100.57	2190.27	1238.91	5413.51
224527	P ELEVADOR REX-20000 HORAS	MEC	28	4	8	2	3	4	3	2	1402.87	1645.73	979.52	1238.91	5267.04
220312	P EMPACADORA 1 Y 3	MEC	16	2	49	4	2	2	5	4	883.75	735.99	2190.27	3121.86	6931.88
228225	P EMPACADORA ROTATIVA	MEC	2	1	33	4	1	1	5	4	556.73	492.19	2190.27	3121.86	6361.05
326433	P FILTROS AIRE	ELC	2	2	102	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65
232816	P MESA ALIMENTADORA	MEC	4	2	26	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65
458548	P MOTOR DC SEPARADOR AIRE	ELC	6	2	103	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65
220323	P MOTOR IND 4.16KV	ELC	8	2	31	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65
282501	P MOTOR INDUCCIÓN	ELC	4	3	42	3	1	3	5	3	556.73	1100.57	2190.27	1966.65	5814.22
242634	P MOTOR ROTOR BOB BAJA	ELC	6	2	52	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65
224596	P PALETIZADORA	ELC	4	2	63	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65
220316	P STANDARD	MEC	2	2	467	4	1	2	5	4	556.73	735.99	2190.27	3121.86	6604.86

MANUAL DE VALORACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO																
INFORMACIÓN O.T.			DATOS O.T.				GRADOS				PUNTUACIÓN				VALORACIÓN DE LA OT	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	EJEC	NºH	NºP	F	C	Nº H	Nº P	F	C	Nº H	Nº P	F	C		
218376	PANEL CONTROL MOTOR DC	ETN	6	2	91	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65	
232837	RECUPERADOR	MEC	12	5	4	4	2	5	2	4	883.75	2460.95	655.04	3121.86	7121.61	
12985	REPARAR ALUMBRADO	ELC	8	2	21	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65	
534791	REPARAR TABLERO DE CONTROL	ELC	4	4	3	4	1	4	1	4	556.73	1645.73	438.05	3121.86	5762.38	
380749	REVISION UNIDAD HIDRÁULICA HAZEMAN	MEC	2	4	88	3	1	4	5	3	556.73	1645.73	2190.27	1966.65	6359.39	
453397	RODILLO DE SACOS ROTOS	MEC	16	2	23	3	2	2	5	3	883.75	735.99	2190.27	1966.65	5776.67	
217754	RODILLOS HORNO	MEC	5	6	3	3	1	5	1	3	556.73	2460.95	438.05	1966.65	5422.38	
217836	ROMPEDOR DE CLINKER	MEC	24	3	28	2	2	3	5	2	883.75	1100.57	2190.27	1238.91	5413.51	
217843	SCANNER CHAPA HORNO	ETN	80	2	8	4	4	2	3	4	2226.92	735.99	979.52	3121.86	7064.30	
280658	SENSORES ATASCAMIENTO	ETN	8	2	12	4	1	2	3	4	556.73	735.99	979.52	3121.86	5394.11	
291508	SUBESTACIÓN 115KV	ELC	33	3	2	4	3	3	1	4	1402.87	1100.57	438.05	3121.86	6063.36	
296831	TOLVA ALIMENTACION	MEC	16	4	8	4	2	4	3	4	883.75	1645.73	979.52	3121.86	6630.87	
455156	TOLVA PESADORA	ETN	6	2	11	4	1	2	3	4	556.73	735.99	979.52	3121.86	5394.11	
455156	TORRE DE ENFRIAMIENTO	MEC	32	4	6	4	3	4	2	4	1402.87	1645.73	655.04	3121.86	6825.51	
211026	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	ELC	32	4	2	3	3	4	1	3	1402.87	1645.73	438.05	1966.65	5453.31	
182383	TRANSPORTADOR BANDA	MEC	120	4	1	4	4	4	1	4	2226.92	1645.73	438.05	3121.86	7432.57	
293496	TRANSPORTADOR CADENA	MEC	120	3	45	1	4	3	5	1	2226.92	1100.57	2190.27	780.47	6298.22	
449861	TRIPPER APILADOR	MEC	64	4	2	3	4	4	1	3	2226.92	1645.73	438.05	1966.65	6277.36	
508640	VALVULA DOBLE VÍA	MEC	2	2	28	3	1	2	5	3	556.73	735.99	2190.27	1966.65	5449.65	
221461	VARIADOR DE VELOCIDAD	ETN	16	3	10	4	2	3	3	4	883.75	1100.57	979.52	3121.86	6085.70	
369431	VENTILADOR 923	MEC	40	6	2	2	3	5	1	2	1402.87	2460.95	438.05	1238.91	5540.78	

6. REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

En el avance de este capítulo se valoran las órdenes de trabajo que llevan a cabo los oficiales, los tiempos, la gestión de mantenimiento y las condiciones ambientales y laborales bajo las que se desempeñan, con el fin de mejorar o crear espacios que favorezcan la productividad. Así mismo se proyecta una visión sistemática de las labores, que orienta hacia la documentación de mejoras efectivas sobre los recursos restrictivos de capacidad identificados en el estudio que aportan a la eficiencia global del proceso de ejecución.

El estudio consiste en aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica²⁰, basada en el contenido del trabajo con el método prescrito, los suplementos por fatiga y por retrasos personales.

6.1 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.

El estudio de tiempos en el proceso de ejecución, es el medio para ahondar en el conocimiento de los métodos actuales con los que se desarrollan las labores en mantenimiento, y a la vez valorar, y establecer los actuales tiempos en las labores críticas. Este se desarrolla una vez han sido identificados y analizados elementos como el método y el conocimiento del oficial, involucrándolo y haciéndolo participe para el éxito del estudio.

En el marco operativo y administrativo del macroproceso de mantenimiento, las diferentes labores que se asignan a los oficiales, requieren de todo un conjunto

²⁰ Ortiz, Néstor R. Análisis y Mejoramiento De Los Procesos Productivos De La Empresa. Publicaciones UIS.1999

de actividades, tareas consecutivas o elementos indispensables, que marcan su avance, con lo cual es posible identificar y definir un procedimiento específico que siempre marcará la realización de estas.

Con esto es posible determinar que de la misma manera en que las tareas son estrictamente establecidas para lograr su finalización, cada vez que se realicen, requerirán que el oficial emplee prácticamente el mismo tiempo en su ejecución. Por esta razón, el estudio y análisis de los tiempos empleados por el personal en el desarrollo de las labores críticas, cobra tanta importancia; el medir y definir el tiempo requerido para cierta actividad, permite identificar fallas o errores que se podrían estar cometiendo durante su ejecución, y a partir de esto, las actividades que requieren mejoras, muestran casi por sí mismas los mecanismos o medidas necesarias para lograr su optimización.

Para alcanzar el éxito con este tipo de trabajos se requiere del compromiso de todos los involucrados, por un lado director y jefes, quienes basándose en su conocimiento seleccionaron los oficiales calificados con más entrenamiento y más capacitados para realizar las actividades para la toma de tiempos. Una vez establecidos los oficiales, se busca un acercamiento y familiarización con los miembros del equipo, para lograr buenas relaciones humanas, mostrando interés por las labores que desarrollan, ganado así un poco de confianza y participación.

En el momento que los oficiales demostraron suficiente interés por el bienestar de la planta y apoyaron la práctica, les fue realizada una charla en la cual se les asignaba un grado de responsabilidad, con el fin de generar consciencia de que debían trabajar a un ritmo normal (ni muy rápido, ni muy despacio), pues al registrar los tiempo y al documentar el trabajo, si los valores obtenidos no representan apropiadamente la situación del macroproceso, se habrá perdido el objetivo principal de la realización del estudio de tiempos.

Con el objetivo de agilizar la medición, se fracciona la jornada de trabajo en actividades, esto se logra acompañando al oficial en la realización de las labores, identificando por medio de señales visuales y auditivas, todo el desarrollo una jornada. Además es importante, que se llevará un registro de toda la información que se evidencia en los frentes de trabajo, para ser diligenciada en el peoplesoft, con el fin de tener trazabilidad en la información y lograr proponer mejoras en los métodos, evaluación de operaciones, herramientas, maquinas y comportamiento de los operarios.

En lo que resta del capítulo se documentan los tiempos en formatos claros, sintetizados, técnicos y dinámicos, con los cuales se facilite el conocimiento y análisis de la información arrojada por el estudio para concluir sobre la situación de mantenimiento y así generar mejoras.

6.2 VALORACIÓN DE LA JORNADA DE TRABAJO

Para todo el macroproceso de mantenimiento, se obtuvo información preliminar con los jefes y técnicos de la planta, acerca de las labores críticas observadas e identificadas que afectan directa e indirectamente la productividad del proceso de ejecución (planeación, métodos, maquinas, etc.), con el fin de analizar meticulosamente cada una de ellas, e ir estableciendo procedimientos del trabajo, identificando las máquinas, oficiales, materiales, herramientas, desplazamientos, recursos restringidos de capacidad y todo tipo de factores en los que se enfoca este estudio.

6.3 DIVISIÓN DE LA JORNADA DE TRABAJO EN ACTIVIDADES

Inicialmente se realizó un análisis con el fin de determinar los elementos a evaluar en el estudio, es decir, listar cada una de las actividades que componen la jornada de trabajo de los oficiales para facilitar la medición, donde se divide la operación en grupos de movimientos:

1. Actividades de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional:
 - Salud Ocupacional: desarrollada por personal de la ARP en actividades críticas para conocer de las condiciones del lugar de trabajo; como ejemplo antes de iniciar trabajos en espacios confinados se debe conocer el nivel de oxígeno del área.
 - Seguridad Industrial: referente a las charlas realizadas día a día al iniciar la jornada laboral.
2. Reuniones con Jefes y Técnicos: se resuelven inquietudes a los oficiales o los ingenieros presentan sus observaciones frente al trabajo.
3. Entrega de Trabajo: diariamente son entregados a los oficiales de mantenimiento la orden de trabajo asignada para desarrollar en el día.
4. Apertura de permisos de trabajo: el diligenciamiento de formatos de permiso de trabajo requerido para iniciar labores críticas.
5. Búsqueda de herramientas: una vez asignados los trabajos a cada oficial, estos deben movilizarse al almacén donde buscan las herramientas necesarias para realizar su labor.

6. Búsqueda de Materiales: los materiales son entregados en el almacén.
7. Documentación: el desarrollo de las labores críticas requiere de la revisión de textos e información de los equipos o su entorno a fin de facilitar la ejecución del trabajo.
8. Movilización al sitio: como el lugar de trabajo es muy variable, diariamente deben desplazarse hasta las diferentes áreas de toda la planta.
9. Entrega de equipos por producción: antes de iniciar una labor importante producción debe entregar los activos a los oficiales de mantenimiento con un aseo adecuado y condiciones optimas para trabajar.
10. Espera por trabajos interdisciplinarios: referente a aquellas actividades que no dependen directamente del oficial, como ejemplo de ello esperas para desenergizar los equipos, retrasos en la entrega de materiales por parte de los contratistas, entre otras.
11. Entrega de equipos a producción: luego de intervenir los activos mantenimiento debe realizar la entrega a producción, para lo cual solo se requiere la intervención del ingeniero de turno y proceder a realizar el respectivo cierre de permisos.
12. Reporte al diario de mantenimiento: al terminar el día de trabajo, se debe registrar los avances del trabajo.
13. *Trabajo efectivo sobre la maquina en campo*

14. Búsqueda de herramientas faltantes: los oficiales deben dirigirse nuevamente al almacén en busca de las herramientas que se olvidaron, o no se encontraban en el momento en que fueron a buscarse.
15. Búsqueda de materiales faltantes: muchas veces no son asignados todos los materiales que se requieren, por lo cual el trabajador debe suspender sus labores para dirigirse a las oficinas para buscar una orden hija²¹ con la cual les suministren en almacén lo requerido.
16. Búsqueda de EPP: jefes y técnicos se encargan de suministrar al personal los elementos exigidos por las normas técnicas de seguridad industrial.
17. Necesidades personales
18. Refrigerios: esta actividad no está establecida en la convención²², sin embargo algunos trabajadores desayunan en las áreas de trabajo o en el taller de mantenimiento, por ello se anexó esta actividad a la lista.
19. Alimentación: cerca del medio día los oficiales se dirigen al casino, inicialmente deben hacer fila para recibir su almuerzo, luego pasan a las diferentes mesas, almuerzan y se desplazan nuevamente a los lugares de trabajo.
20. Fatiga (condiciones del trabajo): este es un tiempo reglamentado que se asigna dependiendo de las condiciones en que se realiza el trabajo.

²¹ Orden Hija, es aquella que se genera a partir de la orden principal, con el fin de suplir algún elemento pendiente o para cargar un servicio.

²² Acuerdos entre el Sindicato Argos y la Compañía.

21. Finalización del trabajo: generalmente las labores son terminadas aproximadamente a las 3:10 p.m., entonces los oficiales se dirigen al taller de mantenimiento a compartir las eventualidades del día, generando tiempos ociosos antes de marcharse.

Luego de tener establecidas las actividades es necesario diseñar un formato de registro de datos, que contenga un esquema donde se tramite el nombre de la orden de trabajo a la cual se le está realizando el estudio, la especialidad del trabajo, la descripción del activo y su código, la fecha de inicio y la final, con un espacio adecuado para las posibles observación que se generen en la toma de tiempo. Véase anexo B.

Para determinar el número de órdenes de trabajo a las cuales se va a realizar seguimiento, y además necesarias que aseguren conseguir una apreciación valida del tiempo que implica el desarrollo de las labores que cumplen los oficiales en una jornada de trabajo, se aplicó el método de puntos por factor donde se obtuvo la muestra de las labores críticas, explicado en el capítulo anterior.

Antes de esto se recopiló toda la información de las órdenes de trabajo en estado MS²³ desde el año 2007 hasta la fecha, se ordenó la información, se complementó debido a que en muchas no estaba completa, para ello se indaga con personal de mantenimiento altamente calificado y con larga trayectoria en el área, el número de horas y el número de personas que se requiere para la ejecución de las labores; finalmente la criticidad del activo es consultada en el peoplesoft.

²³ Ordenes de trabajo en estado MS, Ejecutada y cerrada en el sistema.

Luego de seleccionar las labores u órdenes de trabajo, se coordina con planeación, para que estas sean programadas en las próximas semanas, de tal manera que se pueda asegurar su estudio.

6.4 RECOPIACIÓN DE DATOS

Una vez establecido el tamaño de la muestra, las actividades de una jornada de trabajo y el diseño del formato, se procede a recopilar los datos donde se requirió de la colaboración de 5 practicantes del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, quienes colaboraron al autor en la toma de algunas muestras durante los 46 días que duró el seguimiento aprovechando la programación del paro de horno y luego paro de cemento.

Para ello, cada analista del SENA fue debidamente capacitado ya que realizar este tipo de trabajo involucra distintos grados de habilidad, los cuales se alcanzaron gracias a los conocimientos técnicos de los practicantes.

Se consideró que uno de los principales factores para lograr la confiabilidad y precisión del estudio se alcanzaba si los analistas se integraban a los grupos de trabajo como un oficial más; aunque su labor era observarlos, acompañándolos en cada uno de sus desplazamientos, horas de almuerzo y demás datos requeridos en el estudio.

La recopilación de datos las órdenes de trabajo críticas se realizó de manera continua, es decir se hizo un seguimiento a los oficiales desde las 7:30 de la mañana hora de entrada, hasta las 3:30 de tarde, lo que equivale a 8 horas diarias de trabajo.

6.5 ANÁLISIS DE DATOS DE LABORES CRÍTICAS

Luego de recopilar los resultados arrojados por el estudio de tiempos, se procedió a realizar el respectivo análisis, para ponderar los tiempos de cada una de tareas desarrolladas, e identificar los recursos restrictivos. Una vez los tiempos fueron tomados, se presentaron los resultados a director y jefes de mantenimiento, con el fin de estudiar, validar la información, y establecer propuestas de mejoras con la experiencia en el macroproceso.

Para un mejor entendimiento de los datos, a cada una de las actividades le fue asignado un ítem. Véase anexo C.

Para establecer los recursos restrictivos se contemplo cada una de las muestras tomadas entre los meses de mayo y junio, obteniendo los tiempos totales, con los cuales se halló el porcentaje que representa cada actividad sobre el total (100%), y su promedio. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos del seguimiento (véase anexo D), en una distribución porcentual de las actividades según el tiempo promedio en minutos, que demora cada una.

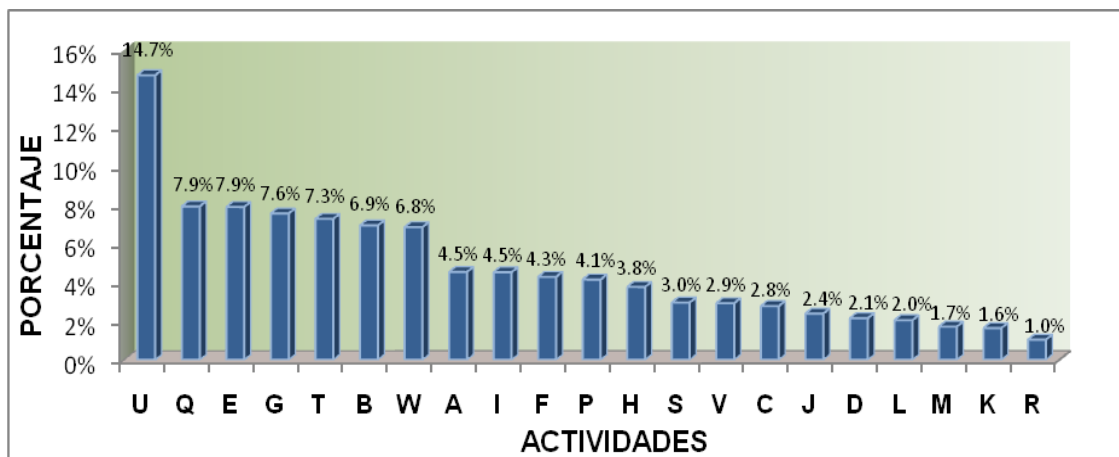
Tabla 13. Distribución porcentual de las actividades

ÍTEM	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO	PORCENTAJE
U	ALIMENTACIÓN	39.97	14.69%
Q	BÚSQUEDA DE MATERIALES FALTANTES	21.54	7.92%
E	APERTURA PERMISOS DE TRABAJO	21.47	7.89%
G	BÚSQUEDA DE MATERIALES	20.56	7.56%
T	REFRIGERIOS	19.80	7.28%
B	CHARLA SEGURIDAD INDUSTRIAL	18.88	6.94%
W	FINALIZACIÓN DE TRABAJO	18.63	6.85%
A	SALUD OCUPACIONAL	12.33	4.53%
I	MOVILIZACIÓN A SITIO	12.30	4.52%
F	BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS	11.64	4.28%
P	BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS FALTANTES	11.28	4.14%
H	DOCUMENTACIÓN (ARO's,revi planos, diligencia Check list)	10.24	3.76%

S	NECESIDADES PERSONALES	8.04	2.96%
V	FATIGA (Condiciones de trabajo)	7.94	2.92%
C	REUNIONES CON JEFES Y TÉCNICOS	7.54	2.77%
J	ENTREGA DE EQUIPOS POR PRODUCCIÓN	6.49	2.39%
D	ENTREGA DE TRABAJOS	5.84	2.15%
L	ENTREGA DE EQUIPOS A PRODUCCIÓN	5.56	2.04%
M	REPORTE AL DIARIO MANTENIMIENTO	4.66	1.71%
K	ESPERA POR TRABAJOS INTERDISCIPLINARIOS	4.46	1.64%
R	BÚSQUEDA DE EPP	2.84	1.04%

Los tiempos ponderados promedio de las actividades, se pueden visualizar con mayor claridad por medio de la siguiente figura:

Figura 11. Distribución porcentual de las actividades



Fuente: el autor

Acorde con la figura 11, el cuello de botella de mantenimiento esta dado en el almuerzo aunque para esta actividad tienen asignado un tiempo de 30 minutos es evidente que lo exceden; sin embargo, es importante analizar actividades como búsqueda de materiales faltantes y permisos de trabajo.

Situaciones problemáticas o que requieran mejoras

- **Refrigerio:** En la convención mencionada anteriormente no se encuentra establecido este beneficio a los oficiales, sin embargo la actividad es aprobada por los jefes de mantenimiento. La negativa frente a esta, surge pues consideran que los oficiales exceden el tiempo que toman para ello, es decir consideran que 10 minutos son suficientes el refrigerio de las medias mañanas.

Oportunidad de Mejora: “el operario hace lo que el jefe quiere”, con esto se evidencia falta de liderazgo por parte de los jefes quienes son conscientes de que los oficiales tardan más de lo permitido, por ello se comprometieron a controlar esta actividad.

- **Finalización del trabajo:** Hace algunos días se identificaron un par de no conformidades respecto al orden del taller de mantenimiento, con lo cual les obligó a establecer una tres horas semanalmente a fin de levantar dicha dificultad. Sin embargo los oficiales diariamente suspenden la orden de trabajo antes que terminen las 8 horas, este tiempo restante lo dedican a conversar entre ellos y a descansar; lo cual no justifica las horas dedicadas al aseo.

Oportunidad de mejora: la reunión de los oficiales al terminar la jornada de trabajo se genera por su llegada al taller a realizar el reporte al diario de mantenimiento, con esto se estudiaron las medidas en las cuales no se presentara este tiempo ocioso, entonces se estableció una propuesta que se denominó Orden y Aseo, que se realizará día a día y todo el personal de mantenimiento participará, desde el director hasta los oficiales.

La metodología inicia con la adecuación de una cartelera con el nombre de todos los oficiales, luego se establecerán algunos líderes por rango y este se encargará de colocar tarjetas rojas a la persona que al momento de terminar una orden de trabajo, deje el área en condiciones inadecuadas es decir, con residuos o desechos, con herramientas, con materiales mal ubicados, con el candado de seguridad puesto; para el caso de jefes y técnicos, si se les observa desorden de papelería, herramientas, materiales en la oficina se les colocará la tarjeta roja en el lugar de trabajo.

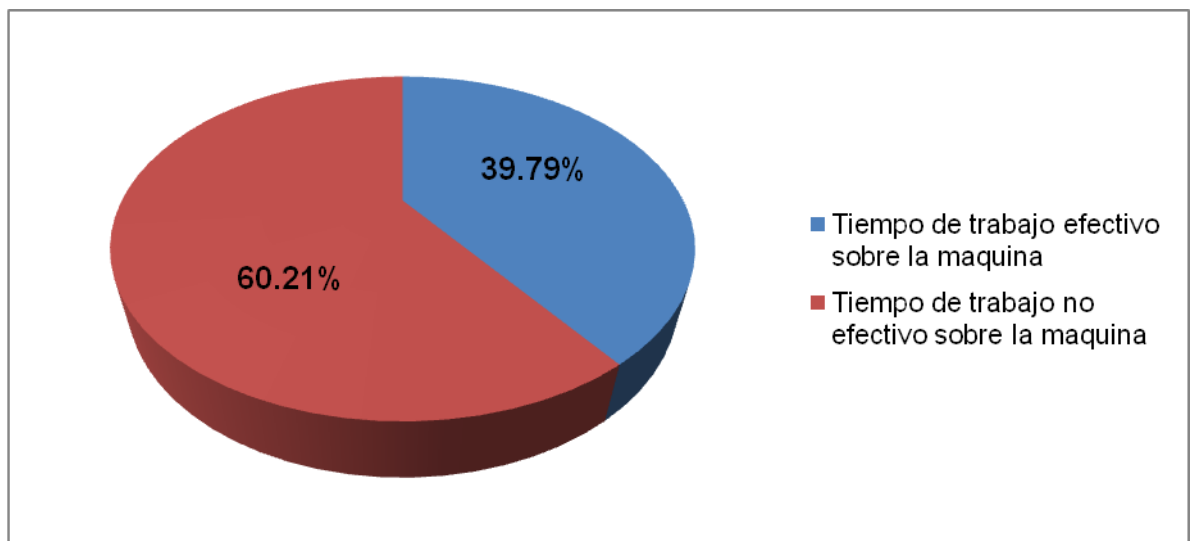
La persona con tarjeta roja recibirá visitas diarias en el transcurso de una semana con el fin de quitársele la penalización. De igual manera el oficial con llamado de atención recibirá una orden de trabajo con una banda roja en la parte superior de la hoja para recordarle su condición.

Esta metodología fue propuesta y presentada al director de mantenimiento quien se comprometió con la implementación.

En síntesis, lo que se busca para el macroproceso de mantenimiento es aumentar el tiempo efectivo de trabajo, disminuyendo las actividades que no agregan valor, dado que el tiempo promedio de trabajo diario son 451.76 minutos (jornada laboral de 7:30a.m a 3:30p.m), las actividades que no están directamente relacionadas con trabajo directo suman 272.04 minutos, lo que en porcentaje equivale 60.21%, y el tiempo efectivo de trabajo para el personal de mantenimiento es de 179.36 minutos diarios correspondiente a un 39.79%, como lo muestra la siguiente figura donde puede observar con mayor claridad los resultados de productividad del estudio, además véase anexo E

El estándar mundial de productividad para los departamentos de mantenimiento es de 56,85% de una jornada de trabajo²⁴; teniendo como base los resultados del primer estudio, se evidenció que las propuestas de mejora deben aumentar el rendimiento laboral, controlando los recursos restrictivos que se presentan.

Figura 12. Tiempo efectivo de trabajo de oficiales de mantenimiento



Fuente: El autor

6.6 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO DEL TRABAJO

La calificación de desempeño del trabajo se realizó con el fin de medir la capacidad de los oficiales que son inherentes en la habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia planteadas en el sistema Westinghouse. El éxito de este método depende de la selección del personal, por esto las labores críticas son desarrolladas la mayoría de las veces por oficiales quienes trabajan a un ritmo normal, por su familiaridad con el trabajo.

²⁴ Mora, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Editorial Coldi. 2009

Con esto, el principio básico de la calificación de la actuación de un operario consiste en ajustar el tiempo medio para cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo²⁵.

La asignación de grados de desempeño para cada una de las actividades se estableció evaluando en promedio el trabajo realizado por los oficiales, con base en esto para valorar la habilidad, se debe partir que el personal asignado para ejecutar las órdenes de trabajo críticas son oficiales I quienes tienen suficiente experiencia para desarrollar las actividades con rapidez, confianza, conocimiento de los trabajos, lo que permite mayor libertad en cuanto a decisiones y movimientos. En la observación desplegada al esfuerzo se tuvieron en cuenta aspectos como la voluntad para trabajar, la efectividad, la disposición para el buen desempeño en las labores críticas, estado de ánimo del oficial, el trabajo en equipo y la comunicación que mantienen con sus compañeros para el desarrollo de la actividad.

Para calificar las condiciones, se tuvo en cuenta que las actividades establecidas en la jornada diaria no siempre son realizadas en el mismo lugar por lo tanto se debía establecer que factores influyen en el trabajo como entrada de luz a los lugares de trabajo, niveles de ruido, emisiones de polvo, temperatura y los niveles de oxígeno cuando desarrollan labores en espacios confinados o externos y finalmente el desempeño correspondiente a la consistencia del operario se valoró analizando la variación de tiempo en el seguimiento realizado a las actividades críticas.

²⁵ NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos.1996.

Tabla 14. Sistema de calificación de Westinghouse

ÍTEM	EVENTOS	HABILIDADES	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	SUMA ARITMÉTICA	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO PROMEDIO	DESEMPEÑO NORMAL
A	SALUD OCUPACIONAL	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.14	0.86	12.33	10.61
B	CHARLA SEGURIDAD INDUSTRIAL	-0.10	-0.08	-0.07	-0.04	-0.29	0.71	18.88	13.40
C	REUNIONES CON JEFES Y TÉCNICOS	-0.10	-0.04	-0.07	-0.02	-0.23	0.77	7.54	5.81
D	ENTREGA DE TRABAJOS	0.00	0.00	-0.07	0.04	-0.03	0.97	5.84	5.66
E	APERTURA PERMISOS DE TRABAJO	-0.10	-0.08	-0.03	-0.04	-0.25	0.75	21.47	16.10
F	BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS	-0.05	-0.12	0.00	-0.02	-0.19	0.81	11.64	9.43
G	BÚSQUEDA DE MATERIALES	-0.10	-0.17	0.00	-0.04	-0.31	0.69	20.56	14.19
H	DOCUMENTACIÓN (ARO's , revisión planos, Check list)	-0.05	-0.12	-0.07	-0.02	-0.26	0.74	10.24	7.58
I	MOVILIZACIÓN A SITIO	-0.10	-0.08	0.00	-0.02	-0.20	0.80	12.30	9.84
J	ENTREGA DE EQUIPOS POR PRODUCCIÓN	-0.16	-0.08	0.00	-0.04	-0.28	0.72	6.49	4.67
K	ESPERA POR TRABAJOS INTERDISCIPLINARIOS	-0.05	-0.08	0.00	-0.02	-0.15	0.85	4.46	3.79
L	ENTREGA DE EQUIPOS A PRODUCCIÓN	0.00	-0.12	-0.03	-0.02	-0.17	0.83	5.56	4.61
M	REPORTE AL DIARIO MANTENIMIENTO	0.00	-0.04	0.00	0.01	-0.03	0.97	4.66	4.52
N	TRABAJO EFECTIVO SOBRE LA MAQUINA EN CAMPO	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.14	0.86	179.72	154.56
Q	BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS FALTANTES	-0.05	-0.08	-0.07	-0.02	-0.22	0.78	11.28	8.80
R	BÚSQUEDA DE MATERIALES FALTANTES	-0.10	-0.08	-0.07	-0.02	-0.27	0.73	21.54	15.73
S	BÚSQUEDA DE EPP	-0.05	0.00	-0.03	0.00	-0.08	0.92	2.84	2.61

Fuente: El autor

Una vez se ha asignado una calificación en cada uno de los factores se establecieron los valores numéricos y se obtiene el factor de desempeño global mediante la suma aritmética de los tres valores y agregando la unidad a esa suma, los resultados arrojaron que las actividades desarrolladas se encuentran dentro de un rango 71% y 97%, es decir que los oficiales 1 mantiene una productividad medianamente normal aunque es innegable que existe un mínimo porcentaje de personas que ejecutan los trabajos arriba del promedio de desempeño lo cual los perfila para ascender a técnicos; pero es claro que la mayoría las ejecutan en un ritmo menor al que su capacidad les permite.

6.7 MEJORAMIENTO DEL MACROPROCESO

6.7.1 Propuestas Implementadas

6.7.1.1 Programación de llegadas de personal al casino

PROBLEMA IDENTIFICADO

Diariamente en el casino se evidencian largas colas para tomar el almuerzo pues todos los operarios de la planta se dirigen a la misma hora a realizar dicha actividad, lo cual obliga a los oficiales a suspender rápidamente sus actividades y movilizarse al lugar minutos antes que sea abierto; generando un tiempo promedio para dicha actividad de 39.97 minutos superior al establecido por la organización, que indica para turnos de 8 horas se tienen 30 minutos para tomar los alimentos.

PROPUESTA REALIZADA

La propuesta que se presenta en este caso, considera el desarrollo e implementación de horarios para tomar el almuerzo por área, de tal manera que facilite a todo el personal desarrollar dicha actividad.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología que permita a todo el personal de la planta y en especial a los oficiales de mantenimiento utilizar el tiempo reglamentario para tomar los alimentos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar e implementar horarios fijos para cada uno de los procesos de la planta.
- Reducir el tiempo utilizado en esta actividad e influir positivamente en cada uno de los procesos de la planta.
- Aumentar el tiempo efectivo sobre la maquina.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Con el fin de organizar las horas pico del casino, se determinó que cada área de la planta tendría un horario propio, esto con el fin de disminuir los tiempos de espera en la fila antes que sean servidos los alimentos. La siguiente tabla se evidencia la propuesta

Tabla 15. Asignación de Horario por proceso

Hora	Personal
12:00 a 12:30	Personal de Mantenimiento
12:30 a 13:00	Personal de Producción y clinkerización
13:00 a 13:30	Administrativos, Jefes y profesionales de todos los procesos
13:30 a 14:00	Contratistas

Fuente: el autor

DETALLES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Para realizar la implementación de la propuesta se requirieron las siguientes etapas:

- Reunión con los directores de la planta a para darles a conocer el problema y su propuesta de mejoramiento; para ello se realizo una presentación que se fundamentó en los resultados obtenidos del estudio de tiempos en el que se evidenciaba el tiempo que gastan los oficiales en el almuerzo, lo cual indica que también afecta los demás procesos.
- Con sus aprobaciones se dio vía para que cada director reuniera a todo su personal para comunicarles la nueva rutina para el consumo de los alimentos.

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Con el fin de verificar que la propuesta había logrado sus objetivos se tomaron tres muestras de órdenes de trabajo críticas (véase anexo F) donde se observó

que el promedio de tiempo en la alimentación había pasado de 39.97 minutos a 25.33 minutos (anexo G). Con base en dichos resultados se evidencia un leve crecimiento la productividad de mantenimiento, aunque es claro que la implementación de todas las propuestas genera un proceso altamente comprometido con el mejoramiento continuo.

6.7.1.2 Bodega de Insumos para mantenimiento

PROBLEMA IDENTIFICADO

Aunque los materiales que se entregan al iniciar jornada se encuentran asignados en la orden de trabajo, los oficiales deben desplazarse al almacén donde se reciben, la observación que surge es que allí tardan hasta 7 minutos esperando su entrega, por otra parte se presenta muchas veces dificultades con el transporte de estos al sitio de trabajo, pues algunos son materiales pesados que deben ser movilizadas por el camión grúa o grandes cantidades de material liviano que requiere doble movilización al almacén para su búsqueda.

Por otra parte, la dificultad que se presenta con la búsqueda de materiales faltantes se debe a que la mayoría de las veces se establecen incompletos en la orden de trabajo, surgiendo esta actividad que no debería ser realizada pues el macroproceso de mantenimiento cuenta con un proceso de planeación el cual se encarga de preparar cada una de las ordenes de trabajo a desarrollar, en la cual se debe establecer los materiales que se requieren para el trabajo a fin de evitar este tipo de imprevistos. La mayor pérdida de tiempo en esta actividad se debe que los oficiales se dirigen a las oficinas de los jefes en busca de una orden hija con la cual le suministren en el almacén lo requerido y la atención a los oficiales puede tardar hasta 25 minutos.

Cabe anotar que cada uno de los oficiales tiene a su disposición una caja con herramientas básicas, pero el desarrollo de las labores críticas requiere en su mayoría de herramienta especializada la cual debe ser identificada por el oficial, es por eso que se desplaza al lugar de trabajo y regresa al almacén donde es entregada, otro retraso se presenta con la entrega debido al alto número de personal cumpliendo con la misma actividad.

PROPUESTA REALIZADA

Para la presente situación se propone que los oficiales que entran en segundo turno reciban las órdenes de trabajo del día siguiente, o sea la de primer turno, para que se encarguen de la búsqueda de materiales y herramienta especializada; estos se dejaran en una pequeña habitación que existe en el taller donde no se almacena ningún tipo de insumos.

OBJETIVO GENERAL

Organizar los insumos empleados en trabajos críticos, mediante la planeación y el adecuado uso del despacho del almacén, que influya directamente en el mejoramiento del tiempo efectivo de trabajo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar una pequeña bodega donde se establezcan los insumos por órdenes de trabajo de tal manera que facilite el inicio de las órdenes de trabajo.

- Disminuir el número de desplazamientos que realiza el oficial, a fin de aumentar la productividad en mantenimiento.
- Reducir el despacho en el almacén en horas pico, que permita una rápida atención para todos los que buscan el servicio.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En el taller de mantenimiento existe un pequeño cuarto en el que se encuentran algunos estantes vacíos, lo que se pretende es adaptar dicho lugar para almacenar transitoriamente los materiales y la herramienta especializada que se requiere para el desarrollo de las labores críticas.

DETALLES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Para realizar la implementación de la propuesta se necesitó lo siguiente:

- Reunión con los jefes de mantenimiento para presentarles el problema y su propuesta de mejoramiento; basándose en los resultados obtenidos del estudio de tiempos donde se evidencia el tiempo que gastan los oficiales en la búsqueda de materiales y herramientas. Se presentaron cada uno de los detalles de la propuesta para que luego ellos gestionaran la organización de la habitación.
- Los ingenieros buscando el mejoramiento de mantenimiento se encargan de verificar y diseñar la organización del cuarto de tal manera que se aproveche al máximo el espacio que tiene.

- Por último fueron reunidos los oficiales que realizan turnos y se les comunicó la nueva función que deben cumplir al inicio del segundo turno, aprovechando que en el almacén trabajan hasta las 5:30pm. En la siguiente imagen se observa la adecuación del lugar y el funcionamiento que éste ha tenido en el desarrollo de las actividades críticas de mantenimiento.

Figura 13. Bodega de Insumos mantenimiento



VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Teniendo como objetivo medir el efecto conseguido por la propuesta se realizó el seguimiento a labores (véase anexo H) comparación entre los tiempos obtenidos con las primeras muestras estas actividades implicaban 31,2 minutos y con las actuales mediciones (anexo I) tardaban 17,33 minutos.

Logrando de esta manera un aumento en el tiempo efectivo sobre la maquina y además un aprovechamiento de espacios en el taller.

Además se tienen notificaciones por parte de los oficiales en los que expresan que no está realizando con la misma frecuencia la búsqueda de herramientas faltantes.

6.7.1.3 Nueva actividad: Apertura del trabajo

PROBLEMA IDENTIFICADO

La charla de seguridad inició como un espacio de 5 minutos para hablar de los riesgos que se presentan al desarrollar ciertas actividades, promover el uso de los elementos de protección personal y comentar accidentes que se presentan en otros o en otras empresas; luego se creó un espacio abierto para que se solucionaran inquietudes de otro contexto, con esto permitió que el operario expusiera sus inconformidades causando de esta manera que el sindicato interviniera frecuentemente; lo cual evidenció que el objetivo de la charla de seguridad se había perdido por completo.

La jornada continúa con la apertura de los permisos de trabajo, la actividad consiste en diligenciar un formato en el cual se registran los riesgos a los que se encuentran expuestos los oficiales con la ejecución de la orden asignada, donde muchas veces se presentan dudas pues no se llena el formato en el frente de trabajo; por otra parte los ingenieros responsables del día y el de turno debe validar la información y firmar el permiso, paso que causa gran problema pues deben buscarlos por toda la planta.

Otra de las dificultades que se presenta al iniciar las labores críticas, es la revisión que realiza el personal de la ARP quien verifica las condiciones del frente de trabajo, como ejemplo para trabajos en espacios confinados se deben hacer mediciones del oxígeno del lugar; para trabajos en alturas aprobar el estado de cada uno de los elementos de protección personal necesarios para la ejecución; lo cual genera tiempos ociosos para el operario en espera de su llegada y mientras chequea el lugar.

La ejecución de labores críticas requiere que el oficial se documente sobre el activo a intervenir como por ejemplo revisar la hoja de vida, el manual entregado por el proveedor, planos, diligenciar listas de chequeo, entre otras, las cuales no son entregadas junto con la orden de trabajo para lo cual el oficial debe movilizarse a las oficinas en su búsqueda, esto con el fin de conocer detalladamente la labor a desarrollar.

PROPUESTA REALIZADA

La propuesta que se plantea para estos cuatro casos, busca reducir todas las actividades en una sola. El problema identificado deja ver que estas actividades han perdido su verdadera razón de ser, por eso para iniciar se debe capacitar al personal con el fin de establecer nuevamente los objetivos de estas, de tal manera que se desarrollen rápida y apropiadamente. Posteriormente se consideró que los ingenieros de mantenimiento se encargarían de apoyar el inicio cada una de las labores críticas, acompañando al oficial al frente de trabajo en la nueva actividad apertura del trabajo.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una actividad optima que influya de manera directa lo correspondiente a la seguridad industrial buscando que se facilite el inicio de cada sí crítica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

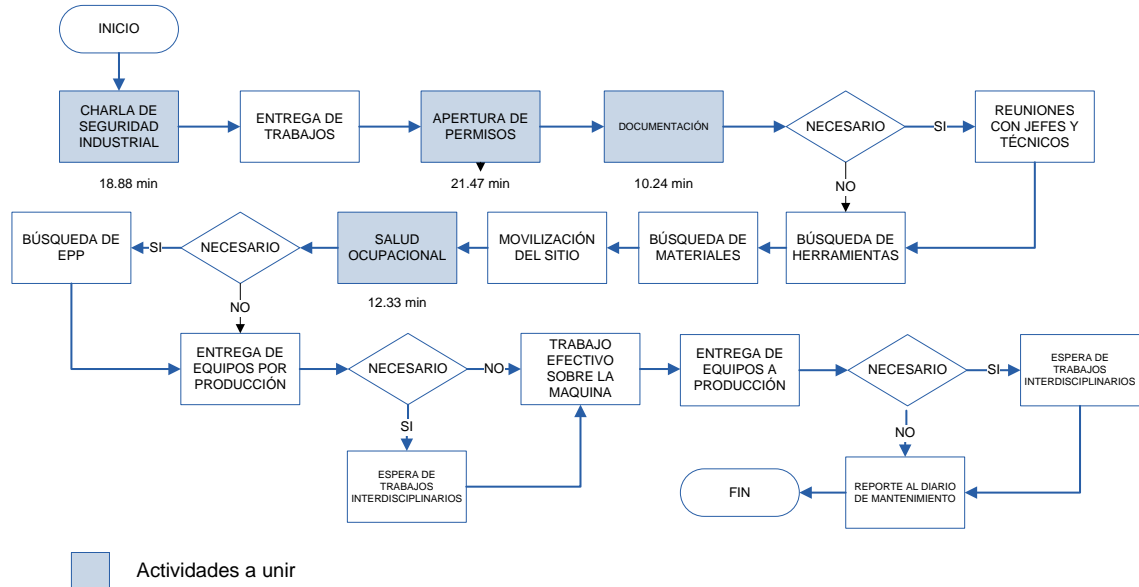
- Disminuir los tiempos de espera de los oficiales, reduciendo la brecha de tiempo presentada en el desarrollo de las tres actividades.
- Influir en el aumento del porcentaje de tiempo de trabajo efectivo sobre la maquina.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PROPUESTA

Con el fin de llevar esta propuesta hasta su implementación, primero se requiere establecer ciertos estándares de la operación que logre una coordinación adecuada para su desarrollo.

Primero se informó a los oficiales los cambios que se generarían en la ejecución de las labores, por esto de manera práctica se realizó una reunión donde se presentaba la propuesta y se procedió a explicar los por menores de la implementación por medio de diagramas de flujo de las operaciones. El primero de ellos muestra gráficamente el orden cómo están desarrollando actualmente las actividades y el tiempo promedio que gastan en cada una de ellas, lo cual suma 62.92 minutos. El segundo gráfico presenta cómo quedarían organizadas las actividades luego de implementar la propuesta, para iniciar se acompañará al personal en la actividad apertura del trabajo para verificar se desarrolle con la metodología establecida, para luego de algunos días se tomar una pequeña muestra.

Figura 14. Diagrama de flujo de la jornada de trabajo antes de la propuesta



Fuente: el autor

Figura 15. Diagrama de flujo de la jornada de trabajo después de la propuesta



Fuente: el autor

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta inicialmente causó un poco de controversia y muchas dudas para los ingenieros de seguridad industrial pues las actividades implicadas en su mayoría son referentes a este tema, por ello se realizó una prueba piloto para determinar qué desventajas generaba la propuesta respecto a la concientización del oficial por el cuidado constante en cada labor que ejecute; finalmente establecieron que el alcance era el mismo y además resaltaron que había un mejor aprovechamiento del tiempo al unir estas actividades.

La verificación de esta propuesta se realiza comparando los 2 muestreos desarrollados antes y después de la implementación, observándose que inicialmente las actividades de salud ocupacional, charla de seguridad industrial, apertura de permisos de trabajos y documentación tenían una duración promedio de 12.33, 18.88, 21.47, 10.24 minutos respectivamente, lo cual suma 62.92 minutos. El segundo muestreo (anexo J) arrojó un promedio de 45.33 minutos que tardan en desarrollar la actividad propuesta (anexo K)

6.7.1.4 Control a los permisos de trabajo

PROBLEMA IDENTIFICADO

La convención es el documento que presenta los acuerdos existentes entre los dirigentes sindicalista y la compañía, uno de estos hace referencia al número de horas anuales a los que tiene derecho un trabajador para asistir a reuniones y demás eventos del grupo sindicalista; es normal encontrar días en los cuales haya poco personal laborando, esto se presenta debido a que no existe una adecuada coordinación entre el número de órdenes a programar en la semana y el número de personas.

Esta conclusión fue obtenida a partir de un análisis realizado del comportamiento de ausentismo, en el cual se pudo observar que los permisos semanales llegan hasta un 48%, tal como se puede observar en la siguiente tabla 16:

Tabla 16. Porcentaje de ausencia del trabajo

Mes	Semana	Nº de personas ausentes	Horas de Permisos	% Ausentismo
ABRIL	3	14	672	35%
	4	5	240	13%
MAYO	1	4	192	10%
	2	9	432	23%
	3	19	912	48%
	4	6	288	15%
JUNIO	1	10	480	25%
	2	4	192	10%
	3	8	384	20%
	4	15	720	38%

PROPUESTA REALIZADA

Para la presente situación se propone que el número de personas ausentes semanalmente sea fijo para permisos sindicales, de tal forma que el programador conozca el número de operarios disponibles y de esta manera pueda equilibrarse día a día las ordenes programas, consiguiendo así un mayor rendimiento de la operación.

OBJETIVO GENERAL

Distribuir proporcionalmente los permisos de trabajo, mediante la programación y asignación de órdenes de trabajo a los oficiales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Aumentar el número de ordenes ejecutadas y cerradas semanalmente, mediante la adecuada distribución de los permisos
- Reducir el número de ordenes reprogramadas
- Generar acuerdos entre los que aprueban el permiso y los oficiales, para que este sea realizado con una semana de anticipación.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Con el objetivo de llevar a cabo esta propuesta hasta la implementación adecuada, primero es necesario definir ciertos parámetros que permitan llegar a una gestión adecuada con la que se logre la aceptación del sindicato; y que la propuesta sea desarrollada como se describe a continuación:

Para iniciar debemos hablar de la programación de trabajos que se realiza semanalmente, donde se tiene en cuenta el número de ordenes en espera del sistema y su prioridad.

Tabla 17. Prioridad de las Ordenes de Trabajo

Código	Descripción
0	Sin manejo de prioridad
1	Emergencia
2	Urgencia - Hasta 7 días
3	Rutina
4	Paro programado
5	Automática por programa

Fuente: Peoplesoft

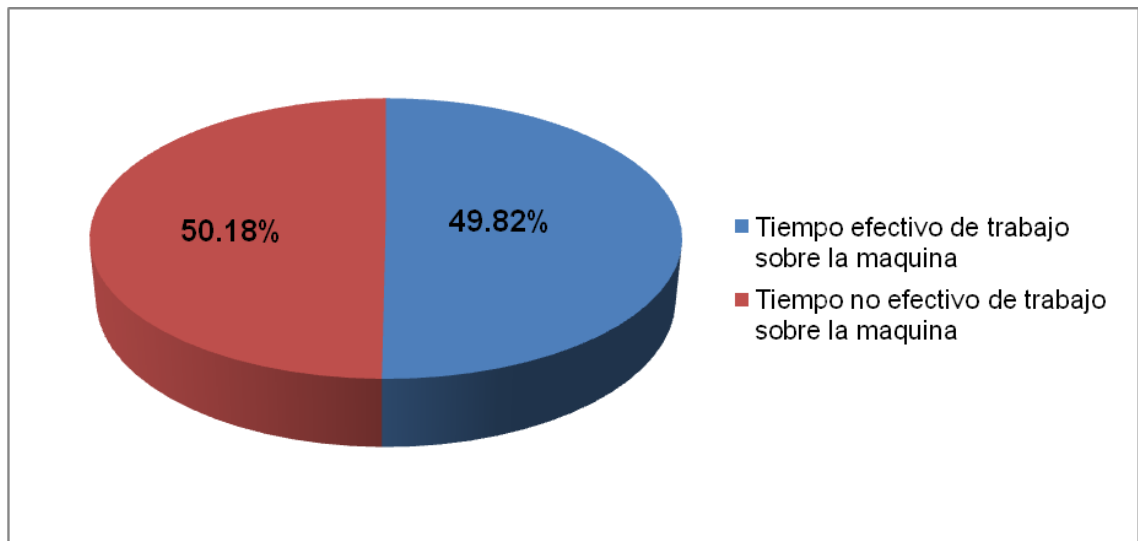
El programador filtra las ordenes del sistema de acuerdo al nivel de prioridad, de esto resulta un promedio de 75 ordenes por semana o aproximadamente 13 diarias lo cual indica que el número mínimo de oficiales por jornada es de 36, teniendo esos datos establecidos la aprobación de los permisos debe ser verificada de tal manera que no se afecte el nivel de productividad de mantenimiento.

Luego se desarrolló una reunión entre las partes interesadas, en la cual se les informó de las nuevas reglas para otorgar permisos a cada uno de los trabajadores, inmediatamente saltaron una gran cantidad de desacuerdos por parte del sindicato que para mediar sus inconformidades se opto por leer cada una de sus funciones dentro de la organización entre las cuales decía lo siguiente “Contribuir en el mejoramiento de los macroprocesos de apoyo, para aumentar la productividad de los mismos”, de esta manera se centraba el objetivo de la propuesta que finalmente fue aceptado por todos.

6.8 SEGUIMIENTO A LAS LABORES CRÍTICAS CON PROPUESTA IMPLEMENTADAS

Por último con la implementación de cada una de las propuestas y generándose una nueva cultura de aprovechamiento del tiempo, se procedió a realizar una última muestra, con la misma metodología aplicada para el primer estudio (anexo L), por medio de la cual se conoció el nuevo porcentaje de productividad para mantenimiento, donde se espera se haya aumentado significativamente y por ende el tiempo dedicado a las actividades excluyente del trabajo haya disminuido.

Figura 16. Tiempo efectivo de trabajo de oficiales con propuestas



Fuente: el autor

Los resultados obtenidos indican que se logró un incremento de productividad del 10.39%, es decir se pasó de realizar un trabajo efectivo promedio de 39.79% a 50.18%.

Es claro que cuando se introducen cambios a procedimientos de trabajo se tiene grandes logros en cuanto al rendimiento laboral; pero no se puede asegurar que los métodos propuestos se mantengan, por eso Niebel plantea que el seguimiento continuo es la única manera de asegurar que el nuevo método se mantiene durante el tiempo para que todos aquellos asociados se familiaricen por completo de las rutinas²⁶.

²⁶ NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos.1996

7. OPORTUNIDADES DE MEJORA

7.1 MANUAL DE LABORES CRÍTICAS

Entre los objetivos específicos que comprende el presente proyecto, se encuentra la elaboración de un manual en el cual se describe paso a paso el desarrollo de las labores críticas, con su respectivo tiempo de ejecución.

Con este fin, la elaboración del manual anteriormente mencionado se elaboró de la siguiente manera:

1. El acompañamiento a los oficiales de mantenimiento quienes se encargan de la ejecución de las labores, hace posible detallar los pasos que se requieren para llevar a cabo una orden de trabajo de gran importancia.
En esta etapa de elaboración del manual, se procede también en la toma los tiempos de las actividades de una jornada de trabajo.
2. La recopilación de toda la información se facilitó, gracias a la colaboración de estudiantes del SENA quienes realizan sus prácticas empresariales y a los técnicos de mantenimiento quienes complementaban los registros con conceptos técnicos.
3. Luego de obtener un amplio conocimiento gracias al acompañamiento hecho a los oficiales en las diferentes especialidades y reunir suficiente información se procede a definir, organizar y dar inicio a la documentación las labores críticas.

4. Finalmente, con la descripción y tiempos de las actividades de ejecución, la empresa se compromete a crear planes estándar de trabajo con los cuales se facilite aun más la asignación y programación de las órdenes de trabajo, este proyecto sólo diseña una muestra como base para su futura implementación (véase anexo N), pues se requiere de un amplio conocimiento técnico de los equipos y planos de las maquinas, para este ejemplo se necesitó apoyo por parte de los ingenieros.

Como resultado, es posible observar el documento presentado en el anexo O, el cual se denomina: **MANUAL DE LABORES CRÍTICAS DE MANTENIMIENTO PLANTA CPR**

7.2 INDICADORES

Enmarcado en el sistema de gestión integral de procesos, el macroproceso de mantenimiento juega un papel definitivo en el aseguramiento de la confiabilidad operacional de los activos de la planta. Por medio del compromiso y el trabajo en equipo al interior de mantenimiento y en equipo con los demás procesos, se hace posible garantizar la operación de planta bajo estándares de competitividad cada vez más exigentes.

Los indicadores de mantenimiento, que se tenían en el momento de iniciar el proyecto estaban relacionados directamente con la productividad laboral, en otras palabras vinculados todos los gastos y costos que devenga el área.

A partir de este proyecto se generan indicadores relacionados con la calidad del trabajo y referentes a la gestión, siendo esto una necesidad para la

empresa pues este sistema permite a sus directivos controlar, verificar y conocer las actividades de productivas de mantenimiento.

7.2.1 Implementación de los Indicadores de Gestión





Se ha demostrado que se obtienen ventajas cuando se desarrolla el montaje de los indicadores, pues estos muestran un panorama de la situación actual, lo que conlleva a buscar oportunidades de mejora y al logro de metas por parte de todos los involucrados en el macroproceso de mantenimiento. De esta manera se establecieron una serie de indicadores que miden y evalúan el nivel desempeño de esta área.

7.2.2 Tabla de Indicadores

En la siguiente tabla se aprecia una serie de indicadores propuestos para mantenimiento, con los cuales se busca apoyar e identificar las condiciones en las que se encuentra la gestión del área.

El manejo e interpretación de los mismos se aprecia en la tabla 18

Tabla 18. Hoja de vida para indicadores de mantenimiento

HOJA DE VIDA INDICADORES DE MANTENIMIENTO											
No	INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	UNIDAD	FREC.	TIPO	FORMULA	DESCRIPCIÓN MEDICIÓN	META	CONSULTA	RESP.	OBSERVACIONES
1	OT calidad	Medir la efectividad de la Planeación en cuando a las ordenes de trabajo	%	Diaria		OT calidad - materiales completos - herramienta especializada. establecida - nº de hr programadas igual a las reales	Se hace un seguimiento a la gestión del proceso de Planeación. Los factores involucrados en la medición tendrán un porcentaje equivalente, es decir 33.33% cada uno	100%	1. Diario de mantenimiento 2. OT	Técnicos	1. Compromiso de los oficiales, para reportar diariamente los factores del indicador 2. Los técnicos quienes se encargan de documentar las órdenes de trabajo desarrolladas en el día, deberán anexar la información al formato del indicador.
2	Tiempo de Permisos	Semanalmente son otorgados a los oficiales permisos de diferente indole	Horas Hombre	Semanal		$(\text{Horas de Permisos} / \text{Horas semanales Totales}) * 100\%$	incidencia en el tiempo efectivo de trabajo causado por permisos	92%	Registro de Permisos	Planeación Programación	1. Se toma el número de horas por semana en que los oficiales de mantenimiento se ausentan 2. Para el profesional de programación se facilita el manejo, ya que debe conocer dicha información al momento de programar las ordenes de trabajo
3	Cumplimiento de la programación-OT	Se mide la acertividad en el numero de OT programadas VS las ejecutadas	OT	Mensual		$(\text{Total OT ejecutadas} / \text{Total OT programadas}) * 100\%$	Se verifica la variación con relación a la disponibilidad de horas hombre para la ejecución de mantenimiento	80%	PEOPLESOFT	Ejecución	En el sistema de información se encuentran cargadas las órdenes de trabajo, para conocer dichos datos: 1, se filtra el estado de las órdenes programadas MC y cerradas MS 2, se filtra el mes
4	Entrega oportuna contratación	Mide el cumplimiento de los contratistas en la entrega de recursos involucrados en OT desarrollada por personal interno	Horas Hombre	Bimensual		$(\text{Recursos entregados a tiempo} / \text{recursos totales contratados}) * 100\%$	Incidencia de tiempo ocioso causado por externos	70%	PEOPLESOFT	Profesional Planeación	En el sistema de información de las órdenes de trabajo, en el link de compras se establece la fecha para la cual se requieren, y su entrega también requiere de la fecha para realizar el pago.

Observaciones

Los indicadores que se manejan en la organización, deben estar programados en el Sistema de Información para que no exista ningún tipo de manipulación con los resultados, por esto esta propuesta solo fue planteada al personal y donde se señalaron que existen cuatro hipervínculos, en la siguiente se figura se resaltan los cuales son Cat 01, Cat 02, Cat 03 y Cat 04, no tiene ningún tipo de configuración por lo tanto serian adecuados para el manejo de nuevos indicadores.

Figura 17. Imagen del Peoplesoft para establecer hipervínculos de indicadores

The screenshot shows the Peoplesoft interface for setting up indicator hyperlinks. At the top, there is a navigation bar with options: 'Buscar (I)', 'Cancelar', 'Pantalla (E)', 'Anterior', 'Sig', and 'Herramientas'. Below this is a search area with 'Fch/batch' and a value of '12656', and 'Importe total/h'. The main section is titled 'Códigos de categoría' and has three tabs: 'Códigos de categoría', 'Organización', and 'L/M auxiliar'. Under 'Códigos de categoría', there are four input fields: 'Cat 01', 'Cat 02', 'Cat 03', and 'Cat 04', each circled in red. Below this is a table titled 'Registros 1 - 3' with columns: 'Número dirección', 'Nbre alfab', 'Pago', and 'Descripción de pago'. The table contains two rows of data, both with a red 'X' in the first column.

Registros 1 - 3					
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Número dirección	Nbre alfab	Pago	Descripción de pago
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	210051	MECANICO CRC		1 MECANICO
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	210051	MECANICO CRC		1 MECANICO

8. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

Nº	OBJETIVO ESPECÍFICO	LOGRO OBTENIDO
1	Realizar un diagnóstico que permita observar la situación actual del proceso de mantenimiento en cuanto al análisis de despilfarros.	Capitulo 4
2	Identificar las labores críticas de mantenimiento en activos, evaluando la frecuencia, el tiempo de ejecución, mano de obra utilizada y la criticidad del activo en la operación.	Capitulo 5
3	Realizar un estudio de tiempos que permita la comprensión, análisis y desarrollo de propuestas de mejoras para las labores críticas.	Capítulo 6
4	Proponer mejoras al proceso y a las actividades que requieran de personal, herramientas y equipos, de tal manera que se logre un aumento en la eficiencia y desempeño de la operación.	Capítulo 6. División 6.8
5	Analizar las actividades críticas con el fin de identificar las oportunidades de mejoras.	Capítulo 6. División 6.6
6	Elaborar un manual que defina las actividades críticas, en el cual se descomponga el paso a paso y se establezca el tiempo que conlleva la realización de estas.	Capitulo 7. División 7.1
7	Realizar el montaje de un sistema de indicadores que les permita analizar y evaluar la gestión y el aprovechamiento de la mano de obra en el proceso de mantenimiento.	Capitulo 7. División 7.2

9. CONCLUSIONES

Cómo punto de partida del presente proyecto de grado se realizó un diagnóstico de la situación de mantenimiento donde se detallaron cada uno de los procesos, en planeación se evidenció que existen dificultades con la programación de las órdenes de trabajo, un punto de partida importante es el manual con las labores críticas pues encuentran establecidas el número de personas y el tiempo que tardan en realizar el trabajo.

Un factor crucial en el mejoramiento de procesos que se lleva a cabo en una organización, es el compromiso presentado por los entes administrativos, aunque la cementera muestra un constante interés por mejorar y optimizar las actividades, la falta de compromiso, iniciativa y visión, observada en los oficiales no ha permitido conseguir mejoras considerables en el desarrollo de las labores críticas, pues a la mayoría de iniciativas presentadas se opusieron un poco, pero como la implementación es un compromiso de los jefes se adaptaron a ellas.

El presente proyecto, permitió a mantenimiento identificar diferentes aspectos críticos de su operación:

- ✓ La importancia de conocer y medir las órdenes de trabajo realizadas por los oficiales, para adjuntarla al sistema.
- ✓ La necesidad latente de organizar la hora de salida de los oficiales, pues generalmente se retiran minutos antes de terminar la jornada.
- ✓ La incidencia que presenta en el trabajo una inadecuada utilización del tiempo

Del proceso de ejecución surge la necesidad de realizar el estudio de tiempos donde fueron identificados algunos recursos restrictivos de la operación y además se obtiene las siguientes conclusiones:

- ✓ El tiempo promedio efectivo de trabajo se incrementó en 51.53 minutos con respecto a los tiempos obtenidos inicialmente realizado, lo que equivale a 230,7 minutos efectivo de trabajo diario.
- ✓ Se presentaron varios puntos positivos, inicialmente las actividades de apertura que fueron reducidas a una sola presentando una disminución del 15%, además se evidenció que el almuerzo se está tomando con algunos minutos menos a lo establecido en la convención, y finalmente la movilización para la búsqueda de insumos se redujo, y de esta manera se obtuvo el aumento de la productividad.
- ✓ Al iniciar la practica en el macroproceso de mantenimiento se reparaban semanalmente en promedio 10 equipos y luego de establecer el control de permisos de trabajo se aumentó el número de ordenes de trabajo desarrolladas por semana a 13, con esto se demuestra que se consiguió un incremento en la productividad.

Otro obstáculo que jefes y técnicos de la planta deben enfrentar, es la cultura de los oficiales, donde es común el desinterés por la empresa a la que le sirven y por la evidencia de sólo cumplir con labores elementales, es decir el oficial encargado de ejecutar labores críticas expresa la intención de solo cumplir con esa labor. Dicha actitud representa un gran problema para el mejoramiento y también evita obtener, de parte de las personas que conocen a profundidad la operación, ideas de mejora que pueden llegar a generar cambios importantes.

El manual de labores críticas desarrollado en el seguimiento a los oficiales fue evaluado y aprobado en su totalidad por el proceso de confiabilidad con el objetivo quedara registrada dicha información como lo muestra el anexo y además físicamente, para ser entregado a los oficiales junto con las ordenes de trabajo, es decir, que este a su disposición.

RECOMENDACIONES

Realizar periódicamente seguimientos a la jornada de trabajo para asegurar que se mantienen los métodos propuestos e implementados en el macroproceso, conocer el promedio actual de productividad; y además verificar que el método está siendo apoyado por los oficiales, jefes y sindicato.

Teniendo en cuenta el constante tiempo ocioso que se presenta luego de finalizar el trabajo, es necesario implementar la propuesta de las tarjetas rojas, con la que se busca contrarrestar el problema y además atacar otro inconveniente, como es el orden y aseo del taller de mantenimiento y los frentes de trabajo, además es necesario que la empresa desarrolle este tipo de metodologías de tal forma que consiga un clima laboral favorable y contribuya al cumplimiento de las iniciativas de las organización.

Revisar el manual de labores críticas para la planeación de las órdenes de trabajo y además entregar a los oficiales encargados de desarrollarlas el procedimiento establecido, para facilitar su ejecución y disminuir la cantidad de actividades innecesarias o que no encuentren familiarizadas con el trabajo.

En el diagnóstico se evidenció que existe una serie de dificultades con respecto al manejo del PeopleSoft, pues ingenieros y técnicos quienes recibieron capacitación inmediatamente se implemento, pero con el tiempo este ha tenido modificaciones que en su mayoría no conocen su funcionalidad, por lo tanto se requiere contratar el proveedor del software buscando realizar una capacitación teórico practica que les permita conseguir un mayor aprovechamiento de estos recursos.

Es importante para el macroproceso de mantenimiento, teniendo en cuenta el desinterés presentado por los oficiales, de los cuales depende la fluidez de las operaciones, la necesidad de desarrollar un programa de reconocimiento personal y concientización del mismo, que permita recuperar el compromiso necesario para conseguir una operación en constante búsqueda de mejoramiento. Este programa planteado debe considerar, reconocimientos a oficiales que alcancen resultados óptimos o que aporten propuestas de mejoramiento.

Hace algunos años existían en el taller de mantenimiento carritos para el desplazamiento de materiales y herramientas pesadas, estos perdieron su vida útil, se convirtieron en chatarra y no fueron reemplazados. Como lo que busca mantenimiento es aumentar la productividad, establecer nuevamente este tipo de recurso a los oficiales, facilitará el transporte de insumos al frente de trabajo con el fin de conseguir un rápido inicio de la labor.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Richard. AQUILANO, Nicholas. JACOBS, Robert. Administración de producción y operaciones. 8ª edición. Bogotá Colombia: Mc Graw-Hill, 2000.

NIEBEL, Benjamín. FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. 10ª edición, Ciudad de México DF México: Alfaomega grupo editor, 2001. 728 p. Andris Freivalds, Editorial Alfaomega

ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga Colombia. Publicaciones UIS. 1999.

GARCÍA, Alberto. Administración de salarios. Conferencias compiladas. Universidad industrial de Santander. 1955.

MORALES ARRIETA, Néstor Fernando. VELANDIA HERRERA, Juan Antonio. Salarios, estrategia y sistema salarial o de compensaciones. Editorial Mc Graw-Hill 2001

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. 1ª edición, Medellín Colombia. Editorial Coldi,

www.argos.com.co

Método Argos. Edición 2008-2009