



**Modelo para cálculo de personal, aplicado al departamento de mantenimiento de un puerto de descargue de graneles**

Jerimen Hermann Cardona  
Cesar Augusto Belalcázar Rodríguez

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Asesor  
Carlos Mario Tamayo Domínguez, MSC

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Especialización en Gerencia de Mantenimiento  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2022

<b>Cita</b>	Jerimen Hermann Carmona, Cesar Augusto Belalcázar Rodríguez [1]
<b>Referencia</b>	[1] J. Hermann Carmona y C.A Belalcázar Rodríguez, “Modelo para cálculo de personal, aplicado al departamento de mantenimiento de un puerto de descargue de graneles”, Trabajo de grado especialización, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
Estilo IEEE (2020)	



Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Cohorte XVII.



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Noé Alejandro Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Agradecimientos**

A Dios y mi familia por acompañarme en cada paso de mi vida y mi carrera profesional; y al alma mater por ser la mejor escuela de formación

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
III. JUSTIFICACIÓN.....	12
IV. OBJETIVOS .....	14
A. Objetivo general .....	14
B. Objetivos específicos .....	14
V. MARCO TEÓRICO .....	15
A. Proceso de cargue y descargue de graneles.....	15
B. Estudios relacionados .....	19
VI. METODOLOGÍA .....	21
A. Hora – hombre.....	21
B. Estudio de Tiempos .....	23
VII RESULTADOS .....	25
A. Listado de mantenimientos Preventivos.....	25
B. Toma de tiempos en campo de los mantenimientos preventivos .....	29
C. Sumatoria De Mantenimientos Preventivos Eléctricos Mecánicos y aire acondicionado.....	32
VIII. DISCUSIÓN.....	37
IX. CONCLUSIONES .....	39
X. RECOMENDACIONES .....	40
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS.....	43

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1</b> DÍAS EFECTIVAMENTE LABORADOS EN UN AÑO .....	22
<b>TABLA 2</b> MANTENIMIENTOS MECÁNICOS .....	26
<b>TABLA 3</b> MANTENIMIENTOS ELÉCTRICOS .....	28
<b>TABLA 4</b> MANTENIMIENTOS AIRE ACONDICIONADO .....	29
<b>TABLA 5</b> CÁLCULO DURACIÓN DE MANTENIMIENTOS MECÁNICOS DIARIOS .....	33
<b>TABLA 6</b> DURACIÓN DE MANTENIMIENTOS ELÉCTRICOS .....	34
<b>TABLA 7</b> DURACIÓN MANTENIMIENTOS AIRE ACONDICIONADO.....	35
<b>TABLA 8</b> RESUMEN ANUAL DE HORAS REQUERIDAS POR ÁREA DE MANTENIMIENTO .....	36
<b>TABLA 9</b> TÉCNICOS NECESARIOS EN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO .....	36
<b>TABLA 10</b> COMPARATIVO TEÓRICO Y PRÁCTICO CON PUERTO EJEMPLO .....	37

## LISTA DE FIGURAS

FIG. 1: PLATAFORMA VOLCADORA DE CAMIONES. ....	15
FIG. 2: PLATAFORMA VOLCADORA DE CAMIONES .....	16
FIG. 3: FEEDER, BANDA TRANSPORTADORA.....	16
FIG. 4: APILADOR.....	17
FIG. 5: LAVADERO ECOLÓGICO DE CAMIONES.....	17
FIG. 6: FLUJO DEL DESCARGUE EN PATIO .....	18
FIG. 7: RECLAMADOR DE PÓRTICO .....	18
FIG. 8: CARGADOR DE BARCOS. ....	18
FIG. 9: FLUJO DEL CARGUE DE BUQUE. ....	19
FIG. 10: ESQUEMA DE PROCESO CÁLCULO DE TIEMPOS.....	23
FIG. 11: MANTENIMIENTO MECÁNICO, LISTA DE CHEQUEO PV 04-ABRIL.....	30
FIG. 12: MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, MOTORES PV MARZO.....	31
FIG. 13: DURACIÓN DE MANTENIMIENTOS MECÁNICOS.....	32
FIG. 14: DURACIÓN DE MANTENIMIENTOS ELÉCTRICOS .....	34

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

**IEEE**  
**UdeA**

Institute of Electrical and Electronics Engineers  
Universidad de Antioquia

---

## RESUMEN

Esta monografía trata sobre el cálculo del personal de mantenimiento en un puerto de descarga de graneles. Se realiza una recopilación de todas las rutinas de mantenimiento del departamento, se contabilizan las horas hombre y se calcula la cantidad de personas necesarias para atender de manera eficaz y eficiente el mantenimiento de toda la empresa. Este cálculo se aplica a un puerto de descarga de granel. El objetivo del modelo es tener departamentos que no estén sobre-dimensionados ni sub-dimensionados, causando gastos innecesarios o incumplimiento en los planes de mantenimiento. El modelo desarrollado podría ser utilizado en cualquier departamento de mantenimiento, siempre y cuando, se utilice la metodología presentada.

***Palabras clave* — horas-hombre, graneles, puerto, modelo cálculo, plataforma volcadora, reclamador de pórtico, banda transportadora**



**ABSTRACT**

This monograph is about the calculation of the maintenance personnel in a bulk unloading port. A compilation of all the maintenance routines of the department is made, the man hours are counted and the number of people necessary to attend to the maintenance of the entire company effectively and efficiently is calculated. This calculation applies to a bulk discharge port; The objective of the model is to have departments that are neither oversized nor undersized, causing unnecessary expenses or noncompliance with maintenance plans. The developed model could be used in any maintenance department if the presented methodology is used.

***Keywords* — man-hours, bulk, port, calculation model, truck unloading platform, portal reclaimer, conveyor belt**

---

## I. INTRODUCCIÓN

En las organizaciones se tiene el interrogante de si se tiene la cantidad óptima de personal para atender las tareas de mantenimiento, ya que si se tienen pocos colaboradores el resultado puede ser que la calidad de los trabajos y la confiabilidad del mantenimiento no cumplan con los requisitos de la organización. Por el contrario, si se dispone de un número superior de personal al requerido, se pueden tener costos de personal superiores a los requeridos por el presupuesto de mantenimiento. A partir de este planteamiento se crea la necesidad de crear un modelo o metodología que determine la cantidad óptima de personal.

El presente estudio empieza con la revisión del proceso de descargue de graneles en un puerto, luego, se hace la revisión bibliográfica de cálculos de personal, a continuación, se hace el levantamiento de todas las rutinas de mantenimiento de los equipos de los que consta el sistema, a las rutinas de mantenimiento se les hace mediciones directas de duración para estandarizar sus tiempos; finalmente, se calcula el número de personas para realizar el mantenimiento del puerto de descargue de graneles.

A partir de la cantidad calculada se realizan las comparaciones con el número personal actual y se realizan las recomendaciones aplicables.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El puerto de descargue de graneles del presente estudio desconoce la duración de cada rutina de mantenimiento, ya que los tiempos de las actividad son variables en comparación con la disponibilidad de los técnico y en general del departamento. A partir de esta afirmación se crea la hipótesis de si se tiene la cantidad óptima de personal para atender las rutinas de mantenimiento para cumplir con la disponibilidad y calidad requeridos por la organización.

### *A. Antecedentes*

Los cálculos de métodos y tiempos se estudian desde hace varios años en la ingeniería industrial con el objetivo de aumentar la efectividad en el proceso productivo, tal como lo menciona [1] “La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos”

Los estudios se aplican siempre a procesos productivos, pero no se aplican sobre departamentos de mantenimiento lo cual es objeto de este estudio.

### III. JUSTIFICACIÓN

Un puerto de graneles es una terminal que tiene la capacidad de recibir materiales sólidos sin empacar; según Real Academia Española los graneles son: cosas menudas, como trigo, centeno, etc. Y dicho de un género: Sin envase, sin empaquetar [2] La etimología de granel viene de grano, lo que da una idea que los materiales que se manipulan en el puerto, pero puede completarse con otros materiales como el carbón o piedras de ciertas dimensiones. Estos se transportan en los equipos que necesiten ser mantenidos por todo un departamento y es allí donde se aplica el cálculo de personal.

A menudo tener la cantidad óptima de personal puede caer en una de las dos sucesos: el primero, si se dispone de mucho personal (técnicos, ingenieros, administrativos), el departamento puede convertirse en un costo elevado para la organización; en el segundo caso si el departamento no cuenta con el personal suficiente, se puede presentar que no se alcanza a atender los requerimientos del departamento y/o la confiabilidad deseados [1]

Se tiene la necesidad de una herramienta o modelo para justificar ante las organizaciones la necesidad de personal nuevo, cuando no se tiene técnicos suficientes para atender todas las actividades que los planes de mantenimiento demandan o alternativamente se puede utilizar para costear tercerización de las mismas. En el desarrollo de este modelo de cálculo de personal se optimiza la cantidad de colaboradores para atender de forma oportuna y la confiabilidad requerida.

Históricamente los cálculos del número de personal para las empresas a nivel industrial están enfocados al departamento de producción o cuando la literatura de mantenimiento habla del personal, se enfoca principalmente en las cualidades de los técnicos. Es evidente la importancia de escoger técnicos calificados o como dice Jean-Paul Souris: cuando la elección es posible, no hay que dudar en contratar o trasladar personal de calidad, ya que, en el campo de mantenimiento, la falla de conocimientos básicos, de capacidad para adquirir conocimientos y de espíritu de servicio no perdona [3]

El sistema o proceso para calcular el número óptimo de técnicos para un departamento de mantenimiento tiene grandes beneficios, especialmente para el responsable del presupuesto. Si el

modelo indica que se debe aumentar el personal, se puede lograr que dentro del departamento de mantenimiento se ejecuten los programas para garantizar el funcionamiento adecuado de las máquinas, por el contrario, si no se cuenta con el número indicado de personal, probablemente no será posible garantizar la disponibilidad y confiabilidad requeridos.

Los tiempos de mantenimiento no programado son conocidos solo al final de la inspección del equipo, por lo tanto, la incertidumbre puede originar problemas de capacidad, en la que los recursos son insuficientes o de otro modo excesivos para realizar el trabajo de mantenimiento real [4] de aquí la importancia de tener un modelo para la estimación de uno de los recursos más importantes:  
La mano de obra

#### IV. OBJETIVOS

##### *A. Objetivo general*

Desarrollo de un modelo para estimar la cantidad óptima de personal en un departamento de mantenimiento. Caso de estudio, un puerto de descargue de graneles.

##### *B. Objetivos específicos*

- Identificar el proceso de un puerto de graneles.
- Identificar bibliografía sobre cálculos de personal, metodologías para cálculo de tiempos, mano de obra en mantenimiento.
- Describir la metodología a utilizar en el cálculo de personal y las actividades del plan actual de mantenimiento.
- Asignar tiempos a las rutinas del plan actual de mantenimiento.
- Aplicar la metodología de cálculo de personal en un puerto de gráneles.
- Comparar la cantidad empírica de personal actual en el puerto con la cantidad óptima calculada.
- Valorar los resultados y recomendar.

## V. MARCO TEÓRICO

### A. Proceso de cargue y descargue de graneles

Los equipos utilizados en un puerto de graneles no son muy comunes para alguien que no está en el medio; como mencionar una caldera o un motor de combustión interna, equipos que es común haber visto una foto o un video, por esto se contextualiza explicando cuáles son los equipos y cuál es su función en la práctica; de esta manera, cuando se pase a los mantenimiento preventivos será más claro y familiar para que alguien que no sepa cómo funcionan, por lo menos, tenga una idea de su funcionamiento.

El puerto de graneles al que vamos a aplicar el caso de estudio, es un puerto que consta de los siguientes equipos críticos: 5 plataformas volcadora de camiones, 2 feeder, 2 reclamadores de pórtico, 1 lavadero ecológico, 1 cargador de barcos y 3 kilómetros de banda transportadora discriminados en 1 banda de descargue en patio y 3 bandas en serie con dirección reclamador-cargadora de barcos.

El proceso de trabajo es de la siguiente manera, primero los camiones llegan a las plataformas volcadora como se muestran en las fig. 1 y 2. Todas las figuras fueron tomadas de [5]



Fig. 1: Plataforma volcadora de camiones.

Nota: Fuente <https://www.puertodemamonal.com>.



Fig. 2: Plataforma volcadora de camiones

Nota: Fuente <https://www.puertodemamonal.com>.

Los graneles son transportados por un feeder, como se muestra en la fig. 3, que es una banda transportadora soportada en tablillas metálicas haladas por cadenas, impulsados por motores eléctricos o hidráulicos. El feeder transporta material entre las plataformas volcadora y la banda transportadora.



Fig. 3: Feeder, banda transportadora

Nota: Fuente <https://www.puertodemamonal.com>.



Posteriormente la banda transportadora entrega el material al Apilador, el cual es una banda transportadora que se mueve a lo largo de los patios para acumular material. En la fig. 4 se muestra el apilador



Fig. 4: Apilador

Nota: Fuente <https://www.puertodemamonal.com>.

Por último, se encuentra el lavadero ecológico de camiones que funciona de manera alterna después del primer paso. Los camiones, después de descargados, pasan por el lavadero para retirar el material y residuos para no contaminar las calles internas y externas al puerto.



Fig. 5: Lavadero ecológico de camiones

Nota: Fuente <https://www.puertodemamonal.com>.

En la Fig. 6 se muestra el flujo del proceso anteriormente expuesto

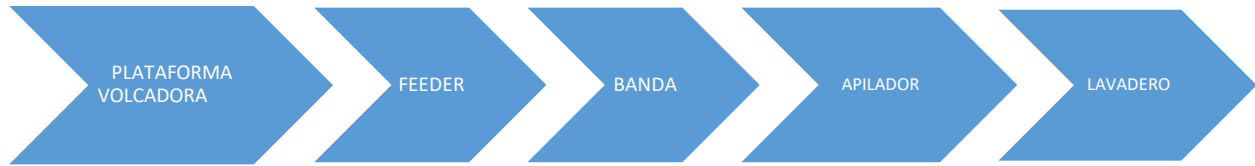


Fig. 6: Flujo del descargue en patio

El anterior proceso describe el proceso de descargue de graneles en patio, existe también un proceso que puede funcionar en paralelo y es el cargue de barcos mercantes.

Este proceso inicia en el Reclamador de pórtico, que consta de dos brazos con palas en los extremos que halan o reclaman los graneles a través de cadenas hacia una banda transportadora.



Fig. 7: Reclamador de pórtico

Nota: Fuente <https://www.puertodemamonal.com>.

Luego, la banda transportadora lleva los graneles hasta el Cargador de Barcos. Este equipo al igual que el Apilador, es una banda transportadora móvil de gran tamaño y con una combinación de diferentes grados de libertad.



Fig. 8: Cargador de barcos.

Nota: Fuente <https://www.puertodemamonal.com>.

En la Fig. 9 se muestra el esquema del Flujo del cargue de buque.

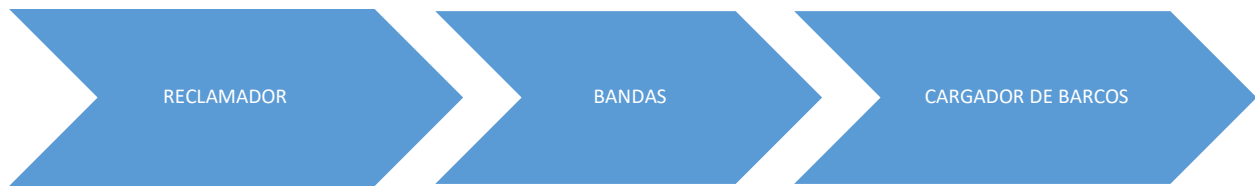


Fig. 9: Flujo del cargue de buque.

### *B. Estudios relacionados*

Completada la descripción del proceso de cargue de graneles en puerto, se citan algunos autores y estudios que muestran la importancia del presente estudio.

Los tiempos de mantenimiento no programado son conocidos sólo al final de la inspección del equipo, por lo tanto, la incertidumbre puede originar problemas de programación, en la que los recursos son insuficientes o de otro modo excesivos para realizar el trabajo de mantenimiento real [6] justificando así un modelo para la estimación de uno de los recursos más críticos en un departamento de mantenimiento que es el personal, debido a que el conocimiento de los técnicos es fundamental para las inspecciones, diagnósticos y posibles reparaciones de los equipos y sistemas.

Cuando la mano de obra disponible para atender es superior a la requerida por las tareas de mantenimiento se presenta una subutilización de los recursos y se produce ineficiencias financieras; por el contrario, si la capacidad disponible es inferior a la capacidad requerida, seguramente se presentarán retrasos con posibles sanciones financieras y daños a la reputación del departamento de mantenimiento. Se debe tener en cuenta que la capacidad disponible es conocida y aproximadamente constante, ya que son los recursos disponibles por el departamento de mantenimiento, mientras que la capacidad requerida es mayormente fluctuante debido a la naturaleza probabilística de las fallas y a los mantenimientos no programados [6]

Para maximizar la disponibilidad del personal de mantenimiento, tal como lo menciona [7]. “los programas que demuestren una mayor utilización del tiempo y menores costos de mantenimiento, contribuyen en la construcción de un modelo para cálculo más eficiente que aprovecha al máximo

---

la mano de obra disponible”. Por lo tanto, el cálculo de personal se debe complementar con un programa de mantenimiento, que contemple maximizar la mano de obra disponible.

Los modelos para realizar la programación de personal, proponen un modelos de optimización con consideraciones como: Actividades de mantenimiento preventivo, duración de tareas, costos, velocidad entre desplazamientos. La metodología planteada por [6]. denominada 3D-MDA, realiza: Análisis de datos de mantenimiento tridimensional que consiste en un sistema de coordenadas espacio-tiempo-habilidad en el que cada coordenada representa un elemento identificable, para la caracterización cualitativa y cuantitativa de los trabajos de mantenimiento. El espacio se refiere a la zona o lugar donde se realiza el mantenimiento, lo que permite la definición principalmente de mano de obra. El tiempo se refiere al instante en que se realizará el mantenimiento y la habilidad considera el tipo de técnicos necesarios para realizar la tarea.

Parte de la metodología consiste en realizar un estudio de tiempos el cual ayuda a determinar cuánto tiempo tarda un trabajador calificado promedio en ejecutar una tarea, con esta información se puede analizar, evaluar e implementar acciones de mejora que contribuyan a los objetivos de la organización, principalmente, con los presupuestos de personal. [8]

En el presente estudio se toma como punto de partida los trabajos mencionados con la diferencia, que el enfoque es el cálculo de la cantidad óptima de personal para atender las tareas de mantenimiento, que también se puede utilizar para costear la mano de obra realizada por terceros.

---

## VI. METODOLOGÍA

### A. Hora – hombre

La primera parte de la metodología consiste en realizar un levantamiento de los tiempos, lo cual es la base sólida y primordial para el control de la productividad (en nuestro caso el mantenimiento del puerto de descargue de graneles) y posteriormente poder administrar y controlar [9]. La columna vertebral de este escrito es medir el trabajo con relación al tiempo

La medición del trabajo se refiere a la estimación del tiempo estándar, es decir, el tiempo permitido para completar una parte del trabajo usando un método dado. Este es el tiempo que tarda un trabajador experimentado promedio en la tarea, con provisiones para demoras fuera del control de los trabajadores [10]. Según el diccionario Merriam- Webster [11]. la hora-persona es: la unidad de horas de trabajo de una persona y hora-hombre es: [12]. una unidad de una hora de trabajo de una persona que se utiliza especialmente como base para la contabilidad de costos y salarios

El término más conocido y familiarizado es hora hombre, pero realmente lo que se calculó fueron las horas-persona, porque se busca encontrar la cantidad de horas con propósitos de presupuestos contables. El modelo calcula la cantidad de horas de una persona de manera ininterrumpida, para realizar una labor, o en general cuántas horas de trabajo requiere todo el mantenimiento de un puerto de graneles, para realizar el total del mantenimiento preventivo y predictivo.

En las organizaciones se aplica el concepto de: lo que no se mide, no se controla. Lo que no se controla no se mejora y si no mejora empeora. A partir de ello se sugieren las mediciones de desempeño al personal que va directamente relacionado con la calidad, servicio al cliente, productividad [13]. En el alcance del presente estudio no tiene en cuenta la evaluación de desempeño ya que es una paso que la organización toma desde las áreas de talento humano y que se sugiere para una posibles mejora.

El planteamiento es el siguiente: Primero se hizo el listado del plan de mantenimiento del puerto, luego la definición de tiempos de cada rutina, después el cálculo de las horas hombre y finalmente la cantidad de personas.

Con la información obtenida es posible hacer planteamientos como, por ejemplo: encontrar si es suficiente con calcular la cantidad de horas al año sumando todos los mantenimientos, porque no se sabe si hay suficiente recursos para un día o, por el contrario, si se tienen muchos técnicos para un día. Entonces se debe de desglosar cuántas horas de trabajo se necesitan al día para calcular la cantidad mínima; cuando se vayan sumando los meses, bimestres, trimestres y demás frecuencias, se comenzará a saber si el personal que necesita la empresa es permanente o si las tareas se deben de subcontratar porque el trabajo es eventual.

Se debe tener en cuenta para el cálculo de personal que se cuentan los días efectivamente laborados por una persona en condiciones normales, para ello nos apoyamos en [14], donde se consideran los días de descanso, vacaciones, festivos. Se trabaja con las normas aplicables del territorio nacional (Colombia), en el cual se tiene descanso dominical por cada semana de trabajo [15], quince días hábiles de vacaciones por año laborado y un total de 18 días feriados al año [16]. La tabla 1 muestra un resumen de los días efectivamente laborados por un empleado.

**TABLA 1**  
*DÍAS EFECTIVAMENTE LABORADOS EN UN AÑO*

Concepto	Valor (días)
Días en el año	365
Vacaciones	(15)
Descansos	(52)
Festivos	(18)
<b>Total</b>	<b>280</b>

Adaptada de <https://bit.ly/3s6Deuq>

A partir de la tabla 1 se obtiene que un empleado labora el 76.71% de las horas calendario al año

### B. Estudio de Tiempos

En la fig. 8 se muestra el esquema de la metodología a utilizar para el calculo



Fig. 10: Esquema de proceso cálculo de tiempos

Adaptado de: <https://bit.ly/3FfKCZD>

Dado que, en el puerto de descargue de graneles ya existe un plan de mantenimiento establecido con rutinas claramente definidas, se realiza la división de las tareas y frecuencias en: mantenimiento mecánico, mantenimiento eléctrico y aire acondicionado. También se dispone de las frecuencias, Ver Tabla 2.

A partir de las frecuencias se realizan en campo las mediciones de los tiempos de cada rutina de mantenimiento; el tiempo registrado corresponde al cronometrado por un técnico de rendimiento promedio en condiciones normales, sin tener en cuenta tiempos muertos ajenos a la actividad.

Acorde a las recomendaciones dadas por López [17] la toma de tiempos de cada rutina se hace con un técnico especializado en la tarea, disponiendo de todas las herramientas requeridas para su ejecución, el operario fue avisado que estaba siendo evaluado, la actitud del trabajador y el analista fue tranquila y sin presiones. A pesar que el estudio de tiempos se utiliza con otros objetivos como mejorar la producción y reducción de tiempos, en el presente estudio se utiliza únicamente para determinar la cantidad optima de personal para atender las tareas de mantenimiento preventivo del puerto.

Previo al cálculo del número de personal se define  $TN$  como el tiempo normal, y hace referencia al tiempo promedio que requeriría un operario calificado para realizar el trabajo. Para su cálculo se efectúa el producto entre tiempo cronometrado y la calificación sobre 100%, este valor es el último necesario para determinar el  $TE$  (tiempo estándar) de la siguiente manera:

$$TE = TN * (1 + holgura)$$

El porcentaje de holgura recomendado por [18] para tareas manuales es del 15%, el cual se toma en el presente estudio. Las holguras toman en consideración las necesidades personales, fatiga básica o eventualidades durante el desarrollo de las actividades



---

## VII RESULTADOS

### *A. Listado de mantenimientos Preventivos*

El puerto se separa en dos áreas: Mecánica y eléctrica, las labores mecánicas se componen de mecánica básica, hidráulica y soldadura; las labores eléctricas se componen de automatización, electrónica, instrumentación, electricidad y aire acondicionado. Es importante anotar que si solo se analizan los mantenimientos rutinarios se está estudiando el nivel jerárquico más bajo y amplio de la pirámide del departamento, en este caso no se miden cuantos coordinadores o supervisores necesita la estructura jerárquica.

En la Tabla 2 se muestra el listado de mantenimientos mecánicos, en total son 138 rutinas de mantenimiento con frecuencias diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales, anuales y de intervalos especiales.

**TABLA 2**  
*MANTENIMIENTOS MECÁNICOS*

<b>RUTINAS COMPONENTE MECANICO</b>	
<b>EQUIPOS</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
Plataforma volcadora de tractomulas 1, Plataforma volcadora de tractomulas 4, Feeder 1, Feeder 2, Apilador, Mangueras PV1, Mangueras PV4,	Diario
Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC05, Banda transportadora BC06, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos, Feeder 1, Feeder 2, Lavadero de tractomulas, Plataforma volcadora de tractomulas 1, Plataforma volcadora de tractomulas 2, Plataforma volcadora de tractomulas 3, Plataforma volcadora de tractomulas 4, Plataforma volcadora de tractomulas 5, Transferencia SF02 a BC04, Banda de Finos, Tubería de Agua, Plantas eléctricas: Olympian GEP150 SA, Cummins Serial F13I203052, Cummins Serial H12I201194, Cummins Serial X18J441516	Semanal
Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC05, Banda transportadora BC06, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos, Feeder 1, Feeder 2, Lavadero de tractomulas, Rieles, Plantas eléctricas: Olympian GEP150 SA, Cummins Serial F13I203052, Cummins Serial H12I201194, Cummins Serial X18J441516, aspersores, Sistema festón	Mensual
Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos, Lavadero de tractomulas, riles, Lubricación: Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC05, Banda transportadora BC06, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos; Toma de muestra de aceite: Plataforma volcadora de tractomulas 1, feeder, Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos; Dureza de banda: Feeder 1, Feeder 2, Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos; Espesor de banda: Feeder 1, Feeder 2, Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos; Diámetro de guaya: Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos, Sistema Festón	Trimestral
	Semestral

Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC05, Banda transportadora BC06, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos, Feeder 1, Feeder 2, Lavadero de tractomulas, rieles, talanqueras, Vibración chumaceras, Desnivel del boom, Giro de corona ST, Giro de corona SL,	
Banda transportadora BC04, Banda transportadora BC05, Banda transportadora BC06, Banda transportadora BC07, Apilador, Reclamador 1 (Norte), Reclamador 2 (Sur), Cargador de barcos, Feeder 1, Feeder 2, rieles	Anual

La tabla 3 es el listado de mantenimientos eléctricos, son un total de 110 rutinas de mantenimiento con frecuencias: mensuales, trimestrales, semestrales, anuales y de intervalos especiales.

La tabla 4 muestra los mantenimientos de aire acondicionado los cuales hacen parte de los eléctricos y se separan dado el número de equipos e intervenciones requeridas

**TABLA 3**  
*MANTENIMIENTOS ELÉCTRICOS*

<b>EQUIPOS</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
Plantas eléctricas: olympian gep150 sa, cummins serial f13i203052, cummins serial h12i201194, caja eléctrica, cummins serial x18j441516; junction box: apilador, reclamador 1 (norte), reclamador 2 (sur), cargador de barcos, banda transportadora bc04, banda transportadora bc06, feeder 1, unidades hidráulicas, tablero cctv, calle sur, boyas, celda de carga plataforma volcadora de tractomulas 1, bascula bandas: banda transportadora bc04, banda transportadora bc07, tableros cabina volcadoras: plataforma volcadora de tractomulas 1, sistema festón	Mensual
luminarias: calle norte, calle perimetral, muro st01, muro st01.2, isor instrumentación: apilador, reclamador 1 (norte), reclamador 2 (sur), cargador de barcos, banda transportadora bc04, banda transportadora bc05, banda transportadora bc06, banda transportadora bc07, tablero tcc, celdas de carga bascula 1, bandeja porta-cable banda transportadora bc04, motor puertas de ingreso: puerta #1, puerta #2, puerta #3, medición de iluminación: calle sur, calle norte, calle perimetral, muro st01, muro st01.2, isor, registros eléctricos: calle norte, isor, vía alterna, vía alterna 1, patios de almacenamiento, calle sur, vía principal, sistema festón	Trimestral
subestaciones eléctricas: subestación 1, subestación 2, antigua subestación 2, antigua subestación 3, subestación 5, subestación 6, subestación 7, subestación 8, cargador de barcos, variador de velocidad sf2, caja de conexionado, fibra óptica, talanqueras, celdas de carga: banda transportadora bc04, cuarto de medida	Semestral
luminarias: calle norte, calle central, calle perimetral, calle adoquines, calle sur, muro st01, muro st01.2, transformador/interruptores de potencia tipo seco: subestación 1, subestación 2, subestación 5, subestación 6, subestación 7, subestación 8, cargador de barcos, apilador, reclamador 1 (norte), reclamador 2 (sur), sensores de humo: subestación 1, subestación 2, subestación 5, subestación 6, subestación 7, subestación 8, cargador de barcos, apilador, reclamador 1 (norte), reclamador 2 (sur), banco de baterías subestación 1	Anual
Rutinas Buque: Pre-cargue	Intervalo especial

**TABLA 4**  
*MANTENIMIENTOS AIRE ACONDICIONADO*

<b>RUTINAS AIRE ACONDICIONADO</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
Aires Acondicionados	Semanal

*B. Toma de tiempos en campo de los mantenimientos preventivos*

Durante la ejecución del mantenimiento en el puerto se agregó sobre los mismos formatos los tiempos que tomaba ejecutar la rutina de mantenimiento. El técnico o grupo asignado a la actividad realizaba la rutina en condiciones habituales y registraba el tiempo que le tomaba efectuarla. En las fig. 9 y 10 se muestran dos ejemplos correspondientes a una rutina mecánica y una eléctrica. En los anexos se adjunta parte de la toma de tiempo que se realizó para las 248 rutinas de mantenimientos mecánicos y eléctricos, mostrados en las tablas 2, 3 y 4

FORMATO LISTA DE CHEQUEO DIARIO PLATAFORMA VOLCADORA 1, 2, 3						
PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO						
EQUIPO	Realizado por:					MARQUE
P. VOLCADORA No.1	Fecha 04/04/2022				SEMANA No. 15	
P. VOLCADORA No.2	Horas de trabajo					
P. VOLCADORA No.3	PV1	PV2	PV3	HORA: 09:00		SI <input checked="" type="checkbox"/>
	6585	9574	9070			NO <input checked="" type="checkbox"/>

	PV1	PV2	PV3		PV1	PV2	PV3
Presion: Elevacion (Bar)	140	140	130	Presion filtro de retorno(Bar)	-	-	-
Otros cilindros (Bar)	100	100	100	Temperatura de aceite(°C)	45	45	45

	PV1	PV2	PV3		PV1	PV2	PV3
1 Filtro de retorno operativo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	21 En la electroválvula direccional piloto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Filtro de aire se encuentra operativo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	22 En la electroválvula direccional back-stop	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3 Nivel de aceite es el correcto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	23 En la electroválvula direccional tapa-tolva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Los Racores de los Sigüientes elementos están Correctamente ajustados :</b>				<b>Los sigüientes elementos se encuentran sin fugas:</b>			
4 En la válvula de ventage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	24 En la electroválvula cartucho de elevacion	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5 En el intercambiador de calor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25 En la válvula de retencion	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6 En el bloque de valvules	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	26 En el asiento del bloque de valvules.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7 En la válvula antichoque	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	27 En el asiento de filtro de retorno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8 En el filtro de retorno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	28 En el cilindro de elevacion derecho	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9 En los cilindro de back stop	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	29 En el cilindro de elevacion izquierdo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10 En los cilindros de tapa tolva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	30 En el cilindro de back-stop derecho	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11 En los cilindros principales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	31 En el cilindro de back-stop izquierdo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12 En la válvula contrabalance	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	32 En el cilindro de tapa-tolva derecho	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13 En la válvula divisora de tolva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	33 En el cilindro de tapa-tolva izquierdo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14 En la válvula de compesacion de cilindros principales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	34 En la válvula contrabalance de back-stop	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Verificar en Sistema de Humectación:</b>				<b>Los sigüientes elementos se encuentran en buen estado:</b>			
15 Cuarto de bombas sin fugas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	42 Los zanfonedos de los cilindros principales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16 Valvulas en las líneas de operación abiertas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Estado de los cauchos</b>			
17 Nivel de agua en tanque adecuado para operación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	43 Cauchos Back Stop	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18 Líneas de alimentación en tolvias y duchas sin fuga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	44 Cauchos Defectores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19 Boquillas en la tolva sin obstrucciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	45 Cauchos Tolva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20 Boquillas en las duchas sin obstrucciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Otros</b>			
<b>Estado de los cauchos</b>				46 Cauchos Triper car			
A Cauchos Back Stop	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	47 Cauchos en el Boom del apilador			
B Cauchos Defectores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado <input checked="" type="checkbox"/>			
C Cauchos Tolva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Otros</b>							
D Cauchos Triper car	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
E Cauchos en el Boom del apilador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

15 minutos

10 minutos

30 minutos

15 minutos

Fig. 11: Mantenimiento mecánico, lista de chequeo pv 04-abril


FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL					
NOMBRE DEL EQUIPO:		PROCESO MANTENIMIENTO ELECTRICO			
		MOTORES PLATAFORMAS VOLCADORAS			
FECHA		28/03/2022			
<b>CONVENCIONES:</b> A: Ajustar, C: Completar, D: Drenar, L: Limpiar, LB: Lubricar, R: Reemplazar, V: Verificar					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco de Seguridad				
	Botas de Seguridad				
	Gafas de Seguridad				
	Tapones auditivos				
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
Unidad Hidráulica 1	Corriente L1	V		✓	31.9A t=3m
	Corriente L2	V		✓	31.3A t=3m
	Corriente L3	V		✓	30.7A t=3m
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	70.1° t=1m
	Temperatura trasera.	V		✓	52.2° t=1m
Unidad Hidráulica 2	Corriente L1	V		✓	31.6A t=2m
	Corriente L2	V		✓	30.8A t=2m
	Corriente L3	V		✓	29.5A t=2m
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	81.2° t=1m
	Temperatura trasera.	V		✓	53.6° t=1m
Unidad Hidráulica 3	Corriente L1	V		✓	32.3A t=3m
	Corriente L2	V		✓	31.4A t=3m
	Corriente L3	V		✓	29.7A t=3m

Fig. 12: Mantenimiento eléctrico, motores pv marzo

### C. Sumatoria De Mantenimientos Preventivos Eléctricos Mecánicos y aire acondicionado

A partir de la toma en campo de los tiempos de cada mantenimiento realizado por un técnico de rendimiento promedio y tomando nota de la cantidad mínima necesaria de técnicos para realizar cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo/predictivo, obtenemos los resultados mostrados en la fig. 11, fig. 12 y tabla 5

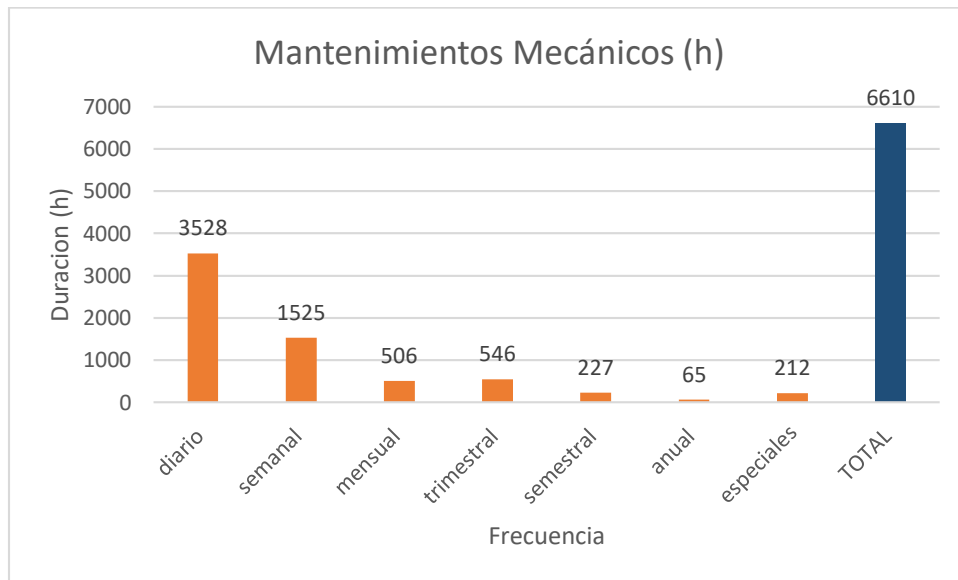


Fig. 13: Duración de Mantenimientos Mecánicos

En los anexos se muestra de forma detallada y completa cada uno de los tiempos de cada equipo, su frecuencia, duración, técnicos requeridos y duración total al año. La tabla 5 muestra una parte de la construcción la cual se hizo a partir del plan de mantenimiento del puerto de descargue de graneles. Primero se genera un listado de las actividades que el departamento de mantenimiento debe ejecutar a cada equipo según su frecuencia de intervenciones, a cada actividad se le asigna un tiempo según se explicó en la metodología, con el tiempo y la frecuencia se calcula el tiempo total al año, también se le asigna la cantidad de técnicos que requiere cada actividad para finalmente calcular el tiempo que representa al año.

En la fig. 13 y 14 se agrupo las rutinas de mantenimiento según su frecuencia y se cruzó con la sumatoria de la duración de las rutinas de todos los equipos. Por ejemplo, para encontrar la duración de las rutinas diarias, se sumó los tiempos que tardan las rutinas de las plataformas volcadoras, los feeder, y el apilador.



**TABLA 5**  
*CÁLCULO DURACIÓN DE MANTENIMIENTOS MECÁNICOS DIARIOS*

<b>MANTENIMIENTOS MECÁNICOS</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Duración [min]</b>	<b>Total al año [min]</b>	<b>Mínimo personas</b>	<b>Total [min]</b>
Plataforma volcadora de tractomulas 1	Diario	78	28470	1	28470
Plataforma volcadora de tractomulas 4	Diario	40	14600	1	14600
Samson Feeder 1	Diario	45	16425	1	16425
Samson Feeder 2	Diario	30	10950	1	10950
Apilador	Diario	87	31755	1	31755
Mangueras PV1	Diario	180	65700	1	65700
Mangueras PV4	Diario	120	43800	1	43800
<b>Total rutinas diarias</b>		<b>580</b>	<b>211700</b>		<b>211700</b>

En la fig. 14 se muestra la duración de los mantenimientos los cuales se hicieron siguiendo la misma metodología explicada para los mantenimientos mecánicos. También, se muestra una parte de la tabla con la cual se construyó la gráfica de la fig. 14 y en los anexos se puede ver el detalle completo de todas las actividades.

A partir de la Fig. 13, se observa que las rutinas diarias del mantenimiento mecánico representan el 53% del total del tiempo de todo el mantenimiento mecánico, lo que significa que la disponibilidad permanente de los técnicos de esta área es de vital importancia

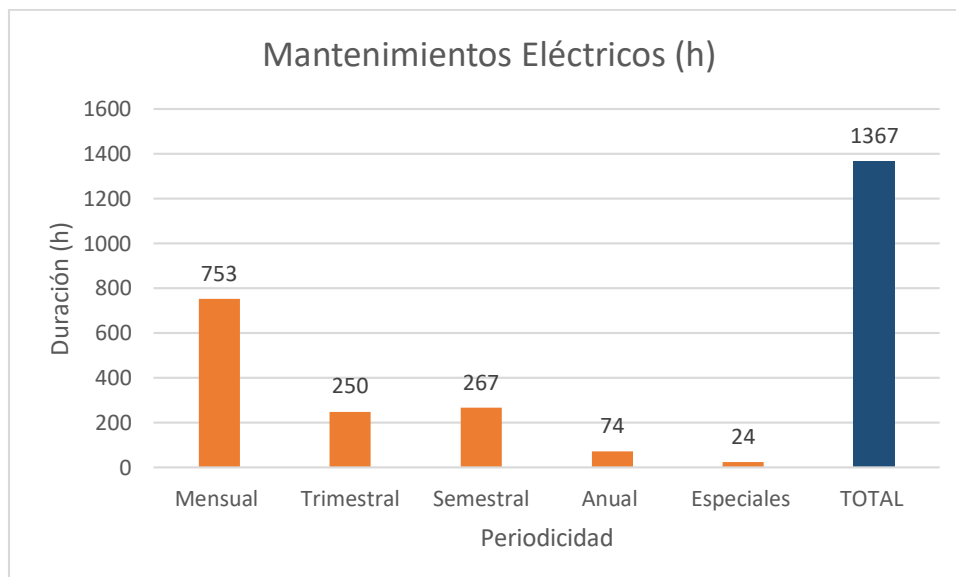


Fig. 14: Duración de Mantenimientos Eléctricos

A partir de la Fig. 14 se observa que los mantenimientos eléctricos mensuales representan el 55% del tiempo total, por lo tanto, no se puede descuidar esta área y los técnicos eléctricos deben ejecutar de forma permanente las rutinas establecidas.

**TABLA 6**  
DURACIÓN DE MANTENIMIENTOS ELÉCTRICOS

MANTENIMIENTOS ELÉCTRICOS						
	Equipo	Periodicidad	Duración (min.)	Total al año [min]	Mínimo personas	Total
<b>MOTORES</b>	Apilador	Mensual	120	1440	1	1440
	Plataforma volcadora de tracto mulas 1	Mensual	134	1608	1	1608
	Banda transportadora BC04	Mensual	60	720	1	720
	Reservorio	Mensual	120	1440	1	1440
	Cargador de barcos	Mensual	60	720	1	720
	Reclamador 2 (Sur)	Mensual	60	720	1	720

	Lavadero de tracto mulas	Mensual	60	720	1	720
<b>PLANTAS ELÉCTRICAS</b>	Olympian GEP150 SA	Mensual	30	360	1	360
	Cummins Serial F13I203052	Mensual	30	360	1	360
	Cummins Serial H12I201194	Mensual	30	360	1	360
	Caja eléctrica	Mensual	30	360	1	360
	Cummins Serial X18J441516	Mensual	30	360	1	360

Por último, en la tabla 7 se muestra la duración de los mantenimientos de los aires acondicionado la cual se construyó a partir de la sumatoria de los tiempos que se tarda en realizar las inspecciones y reparaciones menores de cada uno de los equipos

**TABLA 7**  
*DURACIÓN MANTENIMIENTOS AIRE ACONDICIONADO*

<b>Equipo</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Duración [h]</b>	<b>total al año [h]</b>	<b>Mínimo personas</b>	<b>Total [h]</b>
<b>Aires Acondicionados</b>	Semanal	26	1361	2	2722

En la Tabla 8 se muestra la sumatoria de todas las rutinas de mantenimiento preventivos que toma cada área al año para realizar la totalidad de las rutinas preventivas, a partir de los tiempos cronometrados (tiempo normal), se calcula el tiempo estándar es el tiempo normal más las holguras explicadas previamente en la metodología.

**TABLA 8**  
*RESUMEN ANUAL DE HORAS REQUERIDAS POR ÁREA DE MANTENIMIENTO*

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO NORMAL (h)</b>	<b>TIEMPO Estándar (h)</b>
Mecánico	6.610	7.602
Eléctrico	1.253	1.441
Aire Acondicionado	2.722	3.130
<b>Total Horas Mantenimiento Preventivo</b>	<b>10.585</b>	<b>12.173</b>

Por último, según la tabla 1, un empleado en Colombia labora 280 días y cada día tiene una jornada de 8 horas, entonces 1 técnico puede cubrir 2.240 horas al año.

**TABLA 9**  
*TÉCNICOS NECESARIOS EN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO*

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>CÁLCULO TÉCNICOS X ÁREA</b>	<b>APROXIMACIÓN TÉCNICOS X ÁREA</b>
MECÁNICO	7.602	3,39	<b>4</b>
ELÉCTRICO	1.441	0,64	<b>1</b>
REFRIGERACIÓN	3.130	1,40	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	12.173	5,43	<b>7</b>

Todas las tablas con los cálculos, la toma de tiempos de cada rutina de mantenimiento, la sumatoria por área y la comparación con la legislación colombiana, se representan en 7 técnicos para atender las rutinas de mantenimiento preventivo del puerto de cargue de graneles.

## VIII. DISCUSIÓN

A partir de los resultados mostrados en la tabla 9, se encuentra como primera observación que el mantenimiento de aires acondicionados supera a los mantenimientos eléctricos representando el 68.5% de la suma de los tiempos eléctrico más aire acondicionado; es inesperado porque son equipos menos críticos al representar en la mayoría de los casos solo confort.

En la tabla 10 se hace una comparación directa de la cantidad calculada de personal con el que trabaja actualmente en el puerto y a partir de ello se tienen los siguientes comentarios: El área mecánica produjo una necesidad de 4 técnicos; esto quiere decir que 4 de los técnicos del área, deben estar concentrados 100% del tiempo en labores preventivas y no tendrán disponibilidad para realizar mantenimientos correctivos, mejoras o inspecciones por fuera de la operación; el personal de mantenimiento mecánico del puerto tomado para este estudio, se encuentra conformado por 3 técnicos y 3 auxiliares, adicionalmente tiene 1 soldador y 1 auxiliar, para un total de 8 técnicos. Un requisito adicional que no toma en cuenta el estudio, es que el puerto debe ofrecer disponibilidad de 24 horas en 3 turnos, cubiertos por un técnico y un auxiliar cada uno y el soldador con el auxiliar se programan para las reparaciones y mejoras particulares.

**TABLA 10**  
*COMPARATIVO TEÓRICO Y PRÁCTICO CON PUERTO EJEMPLO*

<b>Especialidad</b>	<b>Número de técnicos del modelo</b>	<b>Número de técnicos que trabajan actualmente en el puerto</b>
Mecánico	4	8
Eléctrico	1	3
Aire Acondicionado	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>12</b>

El área eléctrica del puerto ejemplo está conformada por 3 técnicos, aunque este luzca muy diferente del único técnico que recomienda el estudio, se justifica para cubrir los 3 turnos requeridos por la operación

El área de aire acondicionado recomienda 2 técnicos. En el puerto ejemplo hay 1 sola persona, este técnico se encarga de hacer los mantenimientos preventivos y algunas reparaciones cortas. Reparaciones más complejas se sub contratan con terceros.

Para el caso de estudio una posible reestructuración es independizar los mantenimientos preventivos de los correctivos, ya que los 7 técnicos cubrirían 100% las actividades que aumentaría su eficiencia gracias a una programación más ordenada y controlable que obedecen a un plan de mantenimiento claramente definido y estructurado.

El modelo representa en todo momento un gran impacto sobre la parte financiera de la organización en la que se aplique, ya que cada técnico representa para la empresa un aproximado de 50 millones al año, el solo hecho de distribuir mejor el personal dentro de sus funciones tiene un impacto positivo a la luz del presupuesto del departamento. Por ejemplo, en el presente caso de estudio se podría pasar de manera intermitente a uno de los auxiliares electricistas para que asista al técnico en refrigeración, de esta manera no sería necesario contratar un auxiliar en refrigeración y así se aprovecha el tiempo de ocio que tendrá los 1.4 técnicos calculados en la tabla 9, así se aprovecharía el 0.6 % del tiempo de ese técnico. Esto fácilmente significa un ahorro aproximado de \$30.000.000 en un año.

---

## IX. CONCLUSIONES

- Todo lo escrito hasta el momento demuestra que este estudio se puede tomar como un diagnóstico para tomar decisiones que impacten positivamente el departamento de mantenimiento a nivel operativo y financiero.
- El modelo presentado brinda una base para el cálculo del número mínimo de personal necesario para iniciar un departamento de mantenimiento, este estudio no tiene en cuenta mantenimientos correctivos, mejoras o inspecciones por fuera del plan de mantenimiento documentado.
- Los resultados son contundentes al demostrar que el departamento de mantenimiento del puerto ejemplo no se encuentra sub-dimensionado, por este motivo, se deben evaluar los promedios de tiempo de los mantenimientos correctivos y así confirmar si el departamento está sobre-dimensionado, también se debe incluir la disponibilidad de técnicos en turnos nocturnos.
- La holgura del 15% debe ser evaluada de manera particular, ya que las variables de: desplazamientos, descansos y ocio pueden ser mayores en este tipo de organizaciones dado el tamaño de los equipos y la distancia entre sí.
- La planeación y seguimiento de un cronograma estricto de trabajo es definitivo para el éxito del modelo planteado, de lo contrario no se puede asegurar el cumplimiento de las actividades y podría ser requerido técnicos adicionales.

---

## X. RECOMENDACIONES

- El modelo presentado en este trabajo se recomienda a los departamentos de mantenimiento, para conocer el tiempo empleado en los mantenimientos preventivos y el personal mínimo para cubrirlo, es un modelo básico, sin cálculos complejos pero que sí requiere una clara definición de las rutinas preventivas.
- Se recomienda llevar un seguimiento estricto de las órdenes de trabajo correctivas, a fin de conocer estos tiempos y poder incluirlos en el cálculo de los técnicos necesarios en el departamento.
- Se recomienda que todos los trabajos preventivos sean realizados en grupos de dos personas (técnico y auxiliar), debido a que los equipos que se encuentran en el este tipo de puerto, son estructuras robustas de hasta 36 metros de altura y como tal representan riesgo que debe controlarse.
- En algunas compañías tales como los puertos de descargue, la atención a eventualidades y emergencias de mantenimiento representan altos tiempos muertos debidos a desplazamientos, lo que puede significar retrasos en los cumplimientos de las rutinas preventivas. Para ello se recomienda contar con personal dedicado a atender los preventivos y personal exclusivo para atender eventualidades, siempre y cuando se pueda justificar su costo/beneficio.
- El paso a seguir en este estudio es realizar la optimización del plan actual de mantenimiento para aprovechar mejor el personal disponible y disminuir los tiempos muertos.







## REFERENCIAS

- [1] R. Carro Paz y D. Gonzalez Gomez, «Productividad y Competitividad,» *Administracion de operaciones* , vol. 1, 2016.
- [2] Real Academia Espanola, «Real Academia Espanola,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3ymsAnh>. [Último acceso: 30 04 2022].
- [3] J. P. Souris, *El Mantenimiento, fuente de beneficios*, Diaz de Santos, 1992.
- [4] P. d. Mamonal, «Puerto de Mamonal,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3y0ugm6>. [Último acceso: 15 03 2022].
- [5] D. Duarte, A. Barbosa Póvoa y A. Palos Teixeira, «A supporting framework for maintenance capacity planning and scheduling: Development and application in the aircraft MRO industry,» *International Journal of Production Economics*, nº 218, pp. 1-15, 2019.
- [6] H. Allaham y D. Dalalah, «Optimization of maintenance tasks of spatially distributed assets with non-preemptive overtime,» *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 2022.
- [7] D. Hernandez Pacheco y M. Y. Saavedra Garcia, «Estudio de metodos y tiempos en el proceso de preparacion en Belleza Express S.A,» Cali, 2019.
- [8] J. A. Cruelles , *Productividad e incentivos: Como hacer que los tiempos de fabricacion se cumplan*, Barcelona : Marcombo S.A, Induser Organizacion Industrial , 2012.
- [9] Opexworks Solutions, «Opexworks,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3vxfO3n>. [Último acceso: 03 04 2022].
- [10] Merriam-webster, «Merriam-webster,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3y4o9wW>. [Último acceso: 02 04 2022].
- [11] Merriam-webster, «Merriam-webster,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3vYxJyK>. [Último acceso: 02 04 2022].
- [12] J. Morgan Asch , «La evaluacion del desempeno en las empresas y la resiliencia,» *Fidelitas*, vol. 5, pp. 4-14, 2015.
- [13] Blog de la Escuela ESAH , «Estudia hosteleria,» 04 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3s6Deuq>.

- 
- [14] B. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, Mexico : Mc Graw Hill , 2009.
- [15] Ministerio de trabajo , «Ley núm. 50 de 28 de diciembre de 1990,» de *Codigo sustantivo de trabajo* , 1991, pp. 1-3.
- [16] Municipio.com.co, «Municipios de Colombia,» 05 2022. [En línea]. Available: <https://www.municipio.com.co/dias-festivos-2022.html>. [Último acceso: Mayo 2022].
- [17] R. G. Criollo, *Estudio del Trabajo*, Mc Graw Hill, 2005.
- [18] A. P. a. U. Kumar, «Measurement of Maintenance Productivity .,» de *Handbook of Maintenance Management and Engineering*, London, Springer, 2009, p. 23.

ANEXOS

Registros de tiempos de mantenimientos mecánicos:

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS DIARIO			
		PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		APILADOR			
FECHA		23/04/2022			
Horómetro: <u>6959</u>					
CONVENCIONES: A: Ajustar, C: Completar, D: Drenar, L: Limpiar, LB: Lubricar, R: Reemplazar, V: Verificar					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco de Seguridad				
	Botas de Seguridad				
	Gafas de Seguridad				
	Guantes de nitrilo				
	Tapones auditivos				
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACION
A MITO GENERAL	Todos los componentes de la instalación	V	SI	NO	} 15 min
	Condiciones antena anticolisión	V	X	NO	
MECANISMO DE GIRO					
7 ENGRANAJE DEL MECANISMO DE GIRO ZHP 3.31 L-EX (2 UNIDADES)	Temperatura del aceite	V	SI	NO	} 30°C } 7 min
	Cambios de ruido en el engranaje	V	SI	NO	
	Hermeticidad del engranaje	V	SI	NO	
LINEA DE CINTAS					
11 UNIDAD DE ACCIONAMIENTO LINEA DE CINTAS ENGRANAJE X3KH108B (1 UNIDAD)	Temperatura de la carcasa máx. 100 °C	V	SI	NO	} 39°C
	Ruidos en el engranaje	V	SI	NO	
16 RODILLOS PORTANTES	Libertad de movimiento	V	SI	NO	} 15 min
	Ensuciamiento de la superficie de los rodillos	V-L	SI	NO	
	Rodillos portantes están dañados	V	SI	NO	
17 TAMBOR DE ACCIONAMIENTO TENSOR	Tambor de la cinta en cuanto a daños visibles, ruidos o vibraciones	V-L	SI	NO	} 15 min
	Caja de cojinetes en cuanto a altas temperaturas (formación de humo) o pérdida excesiva de grasa	V	SI	NO	
	Tambor de la cinta en cuanto a material u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
18 TAMBOR DE EXPULSIÓN	Tambor de la cinta en cuanto a daños visibles, ruidos o vibraciones	V-L	SI	NO	} 15 min
	Caja de cojinetes en cuanto a altas temperaturas (formación de humo) o pérdida excesiva de grasa	V	SI	NO	
	Tambor de la cinta en cuanto a material u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
19 CINTA TRANSPORTADO RA 1209 EP4002-5.2	Libertad de movimiento	V	SI	NO	} 15 min
	Marcha oblicua	V	SI	NO	

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS DIARIO			
		PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		APILADOR			
FECHA		23/04/2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACION
			SI	NO	
18 CINTA TRANSPORTADORA 1200 EP4003-2	Daños	V	SI	NO	
	Tensión de la cinta	V	SI	NO	
21 ESTACIÓN DE EXPULSIÓN	Aglomeraciones u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
22 PLACA DE CHOQUE (2 UNIDADES)	Aglomeraciones u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
TAMBORES DE CABLES					
24 TAMBOR DE LA LÍNEA DEL MOTOR D128 M 200M80 (1 UNIDAD)	Tambor de la línea del motor y las tuberías. Diariamente antes de la puesta en marcha; consultar el capítulo 10.1	V-L	SI	NO	} 10 min
	Tambor de la cinta en cuanto a material u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
MECANISMO ELEVADOR HIDRÁULICO					
OBRAS DE MTO	Componentes del sistema	V	SI	NO	
CARRO TERMINAL DE LA CINTA					
LINEA DE CINTAS					
32 RESBALADERA DE TRANSFERENCIA	Aglomeraciones u obstrucciones	V-L	SI	NO	} 15 min
33 PLACA DE CHOQUE (1 UNIDAD)	Aglomeraciones u obstrucciones	V-L	SI	NO	
36 RODILLOS PORTANTES	Libertad de movimiento	V-L	SI	NO	
	Ensuciamiento de la superficie de los rodillos	V-L	SI	NO	
	Rodillos portantes están dañados	V-R	SI	NO	
37 TAMBOR DE EXPULSIÓN GTG 830X1200-1800-250-S-SD 3104 TS (1 UNIDAD)	Tambor de la cinta en cuanto a daños visibles, ruidos o vibraciones	V-L	SI	NO	
	Caja de cojinetes en cuanto a altas temperaturas (formación de humo) o pérdida excesiva de grasa	V	SI	NO	
	Tambor de la cinta en cuanto a material u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
38 TAMBOR DE DESVIACIÓN GTG 500X1200-1800-200-S-F-SN 530 TS (2 UNIDADES)	Tambor de la cinta en cuanto a daños visibles, ruidos o vibraciones	V-L	SI	NO	
	Caja de cojinetes en cuanto a altas temperaturas (formación de humo) o pérdida excesiva de grasa	V	SI	NO	
	Tambor de la cinta en cuanto a material u obstrucciones.	V-L	SI	NO	






FORMATO REPORTE DE TRABAJOS DIARIO					
PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO					
NOMBRE DEL EQUIPO:		APILADOR			
FECHA		23/04/2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACION
			SI	NO	
RIEL/ES	Libre de obstrucciones y elementos que puedan interferir o impedir su traslado.	V	SI	NO	40 min
<b>BANDA TRANSPORTADORA BC04</b>					
Estación de Retorno					
1 Tambor de cinta Pulley véase Manual 7 Registro 6	Tambor de la cinta en cuanto a daños visibles, ruidos o vibraciones	V-L	SI	NO	} 15 min
	Caja de cojinetes en cuanto a altas temperaturas (formación de humo) o pérdida excesiva de grasa	V	SI	NO	
	Tambor de la cinta en cuanto a material u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
10 Tambor de cinta motor (1 unidades) véase Manual 7 Registro 6	Tambor de la cinta en cuanto a daños visibles, ruidos o vibraciones	V-L	SI	NO	
	Caja de cojinetes en cuanto a altas temperaturas (formación de humo) o pérdida excesiva de grasa	V	SI	NO	
	Tambor de la cinta en cuanto a material u obstrucciones.	V-L	SI	NO	
<b>Observaciones Generales:</b>					
Duración de la Rutina 1,27 horas					

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS TRIMESTRAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		FESTOON SYSTEMS FOR I-BEAMS			
FECHA		23/03/2022			
<b>CONVENCIONES:</b> A: Ajustar, C: Completar, D: Drenar, L: Limpiar, LB: Lubricar, R: Reemplazar, V: Verificar, M: Muestra					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco de Seguridad				
	Botas de Seguridad				
	Gafas de Seguridad				
	Guantes de nitrilo				
	Tapones auditivos				
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA SI NO		OBSERVACIONES
<b>INSPECCION CON EL SISTEMA ACTIVADO</b>					
RODILLOS	Se encuentra en buenas condiciones	V-R			Duración de inspección 10 min
	Correcto funcionamiento.	V			
	Movilidad adecuada.	V			
	Tomillos de fijación, se encuentran apretados	V-R			
	Presenta Deformaciones.	V-R			
	Presenta Desgastes y/o deterioro	V-R			
	Estan operativos	V			
	Estan limpios	V-L			
AMORTIGUADORES	Se encuentra en buenas condiciones	V			5 min Inspección
	Correcto funcionamiento.	V			
	Movilidad adecuada.	V			
	Tomillos de fijación, se encuentran apretados	V-R			
	Presenta Deformaciones.	V-R			
	Presenta Desgastes y/o deterioro	V-R			
	Estan operativos	V			
	Estan limpios	V-L			
SOPORTES PARA CABLES	Se encuentra en buenas condiciones	V			10 min Duración inspección
	Correcto funcionamiento.	V			
	Movilidad adecuada.	V			
	Tomillos de fijación, se encuentran apretados	V-R			
	Presenta Deformaciones.	V-R			
	Presenta Desgastes y/o deterioro	V-R			
	Estan operativos	V			
	Estan limpios	V-L			
SUJETADORES	Se encuentra en buenas condiciones	V			10 min Duración inspección 3e Ajustaron 2-
	Correcto funcionamiento.	V			
	Movilidad adecuada.	V			
	Tomillos de fijación, se encuentran apretados	V-R			
	Presenta Deformaciones.	V-R			
	Presenta Desgastes y/o deterioro	V-R			
	Estan operativos	V			
	Estan limpios	V-L			
	Presenta Corrosión.	V			

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS TRIMESTRAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		FESTOON SYSTEMS FOR I-BEAMS			
FECHA		23/03/2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
PARADAS FINALES	Se encuentra en buenas condiciones	V		✓	
	Correcto funcionamiento.	V		✓	
	Movilidad adecuada.	V		✓	
	Tomillos de fijación, se encuentran apretados	V-R		✓	
	Presenta Deformaciones.	V-R		✓	
	Presenta Desgastes y/o deterioro	V-R		✓	
	Estan operativos	V		✓	
	Estan limpios	V-L		✓	
	Presenta Corrosión.	V		✓	
VIGAS DE SEGUIMIENTO	Se encuentra en buenas condiciones	V		✓	
	Correcto funcionamiento.	V		✓	
	Movilidad adecuada.	V		✓	
	Tomillos de fijación, se encuentran apretados	V-R		✓	no aplica viga fija.
	Presenta Deformaciones.	V-R		✓	5mm
	Presenta Desgastes y/o deterioro	V-R		✓	
	Estan operativos	V		✓	
	Estan limpios	V-L		✓	
Presenta Corrosión.	V		✓		
<b>INSPECCION CON EL SISTEMA ACTIVADO</b>					
RODILLOS	Funcionamiento facil y sin obstaculos de los rodillos en las vigas.	V		✓	10mm en movimiento
CARROS PORTACABLES	Correcta entrada y salida de los carros portacables en el área de almacenamiento.	V		✓	10mm en inspección
DISPOSITIVO DE REMOLQUE	Funcionamiento fiable de los dispositivos de arrastre en función de los movimientos de equilibrio horizontales y verticales requeridos.	V		✓	10mm en inspección
CUERDAS DE REMOLQUE/ DISPOSITIVO DE AMORTIGUACION	Funcionalidad de los cables de remolque y los dispositivos de amortiguación, especialmente cuando el sistema esta completamente extendido.	V		✓	10mm inspección
VIGAS Y SISTEMA DE SEGUIMIENTO	En busca de suciedad y corrosión de las vigas de todo el sistema.	V		✓	5mm en inspección

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS TRIMESTRAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		FESTOON SYSTEMS FOR I-BEAMS			
FECHA		23/03/2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
SERVICIO REALIZADO					
MONTAJE DE RODILLOS	Apriete todos los sujetadores.	V-A ✓		✓	15mm en inspección
DISPOSITIVO DE AMORTIGUACIÓN	Cordones de choque, si es necesario.	V-R ✓		✓	5mm
PROTECCION CONTRA LA CORROSION DE LA SUPERFICIE/ RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO	Repintar las superficies galvanizadas por inmersión en caliente con revestimiento de zinc.	V-C ✓		✓	10mm, en conservación no es necesario todavía
	Repintar las superficies lacadas.	V-C ✓		✓	no es necesario todavía.
Nota: Los cojinetes de los rodillos del carro no requieren servicio.					
Observaciones Generales:					
Duración de la Pintura: 120min					
Realizado por:			Aprobado por:		



FORMATO REPORTE DE TRABAJOS ANUAL					
NOMBRE DEL EQUIPO:		PROCESO MANTENIMIENTO			
FECHA		LUMINARIAS CALLE SUR			
		DEL 20 AL 26 DE DICIEMBRE 2021			
<b>CONVENCIONES:</b> A: Ajustar, C: Completar, D: Drenar, L: Limpiar, LB: Lubricar, R: Reemplazar, V: Verificar					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco de Seguridad 				
	Botas de Seguridad 				
	Gafas de Seguridad 				
	Guantes de nitrilo 				
	Tapones auditivos 				
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
TALS.1	Operatividad. Tensión (220VAC-480VAC).	V		✓	} t = 15m - Orificios de corazos abiertos
	Bornes.	A		✓	
	Gabinete.	L		✓	
	Bombilla, balastro y capacitor.	V-R		✓	
TALS.2	Operatividad. Tensión (220VAC-480VAC).	V		✓	} t = 20m - Falta la UPS
	Bornes.	A		✓	
	Gabinete.	L		✓	
	Bombilla, balastro y capacitor.	V-R		✓	
TALS.3	Operatividad. Tensión (220VAC-480VAC).	V		✓	} t = 20m - Falta planes - Se debe reparar Pasador
	Bornes.	A		✓	
	Gabinete.	L		✓	
	Bombilla, balastro y capacitor.	V-R		✓	
TALS.4	Operatividad. Tensión (220VAC-480VAC).	V		✓	} t = 15m - Falta UPS - Manchado por Resante de cinta
	Bornes.	A		✓	
	Gabinete.	L		✓	
	Bombilla, balastro y capacitor.	V-R		✓	

FORMATO REPORTE DE TRABAJOS ANUAL					
PROCESO MANTENIMIENTO					
NOMBRE DEL EQUIPO:		LUMINARIAS CALLE SUR			
FECHA		DEL 20 AL 26 DE DICIEMBRE 2021			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
TALS.5	Operatividad. Tensión (220VAC-480VAC).	V	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	} t = 25 m  - Falta Pasador de arriba - manchado
	Bornes.	A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Gabinete.	L	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Bombilla, balastro y capacitor.	V-R	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Observaciones Generales:					
→ t = 95 min					

**Registro de tiempos de mantenimientos eléctricos**


		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO ELECTRICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		MOTORES PLATAFORMAS VOLCADORAS			
FECHA		28/03/2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Unidad Hidráulica 3	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	63.7° t = 1m
	Temperatura trasera.	V		✓	44.5° t = 1m
Motor Humectación 1	Corriente L1	V		✓	12.5A t = 3m
	Corriente L2	V		✓	12.4A t = 3m
	Corriente L3	V		✓	12.2A t = 3m
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	40.1° t = 1m
	Temperatura trasera.	V		✓	42.3 t = 1m
Motor Humectación 2	Corriente L1	V	✓		- Contactador dañado
	Corriente L2	V	✓		''
	Corriente L3	V	✓		''
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	29.8° t = 1m
	Temperatura trasera.	V		✓	29.6° t = 1m
Motor Humectación 3	Corriente L1	V	✓		En reparación
	Corriente L2	V	✓		''
	Corriente L3	V	✓		''

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO ELECTRICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		MOTORES PLATAFORMAS VOLCADORAS			
FECHA		27/03/2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Motor Humectación 3	Rodamiento delantero y trasero.	V	✓	NO	En reparación
	Temperatura delantera.	V	✓	NO	11
	Temperatura trasera.	V	✓	NO	11
Motor Humectación 4	Corriente L1	V	✓	NO	- No tiene contactor
	Corriente L2	V	✓	NO	- No tiene contactor.
	Corriente L3	V	✓	NO	- No tiene contactor
	Rodamiento delantero y trasero.	V	✓	NO	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	30.1° t = 1m
	Temperatura trasera.	V		✓	30.4A t = 1m
Unidad Hidráulica 4	Corriente L1	V		✓	30.1 A t = 3m
	Corriente L2	V		✓	31.3 A t = 3m
	Corriente L3	V		✓	31.6 A t = 3m
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta dispositivo de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	39.1 t = 2m
	Temperatura trasera.	V		✓	32.4 t = 2m
Unidad Hidráulica 5	Corriente L1	V		✓	31.9 A t = 3m
	Corriente L2	V		✓	30.6 A t = 3m
	Corriente L3	V		✓	29.4 A t = 3m

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL				
		PROCESO MANTENIMIENTO ELECTRICO				
NOMBRE DEL EQUIPO:		MOTORES PLATAFORMAS VOLCADORAS				
FECHA		28/03/2022				
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES	
			SI	NO		
Unidad Hidráulica 5	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de Medición	
	Temperatura delantera.	V		✓	36.5° t=2m	
	Temperatura trasera.	V		✓	31.3° t=2m	
Motor Hum SOA	Corriente L1	V		✓	10.9A t=4m	
	Corriente L2	V		✓	11.2 t=4m	
	Corriente L3	V		✓	11.3 t=4m	
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Se percibe ruido, Hace falta Instrumento de Medición t=2m	
	Temperatura delantera.	V		✓	55.4° t=1m	
	Temperatura trasera.	V		✓	50.2° t=1m	
Motor Hidrofllo SOA	Corriente L1	V		✓	2.5A t=3m	
	Corriente L2	V		✓	2.3 A t=3m	
	Corriente L3	V		✓	2.41A t=3m	
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición	
	Temperatura delantera.	V		✓	31.6° t=1m	
	Temperatura trasera.	V		✓	31.1° t=1m	
SAMSON FEEDER 01	Corriente L1	V		✓	80.8A t=2m	
	Corriente L2	V		✓	77.6A t=2m	
	Corriente L3	V		✓	78.2A t=2m	


		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO ELECTRICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		MOTORES PLATAFORMAS VOLCADORAS			
FECHA		28/03/2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
SAMSON FEEDER 01	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	40.2° t = 2m
	Temperatura trasera.	V		✓	37.5° t = 2m
SAMSON FEEDER 02	Corriente L1	V		✓	20.5A t = 3m
	Corriente L2	V		✓	22.4 A t = 3m
	Corriente L3	V		✓	21.7A t = 3m
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	29.5° t = 2m
	Temperatura trasera.	V		✓	28.7° t = 2m
TRANSFER	Corriente L1	V		✓	11.7A t = 3m
	Corriente L2	V		✓	12.4 A t = 3m
	Corriente L3	V		✓	12.6A t = 3m
	Rodamiento delantero y trasero.	V		✓	- Hace falta Instrumento de medición
	Temperatura delantera.	V		✓	28.6° t = 2m
	Temperatura trasera.	V		✓	28.9° t = 2m

FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL		
PROCESO MANTENIMIENTO ELECTRICO		
NOMBRE DEL EQUIPO:	MOTORES PLATAFORMAS VOLCADORAS	
FECHA	28/03/2022	
Observaciones Generales:		
Total. 134. min = 2.14 hora.		

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		PLANTA ELÉCTRICA CUMMINS			
FECHA		28 DE MARZO AL 03 DE ABRIL 2022			
Horómetro: <u>2123</u>					
CONVENCIONES:					
A: Ajustar, C: Completar, D: Drenar, L: Limpiar, LB: Lubricar, R: Reemplazar, V: Verificar, M: Muestra					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco de Seguridad				
	Botas de Seguridad				
	Gafas de Seguridad				
	Guantes de nitrilo				
	Tapones auditivos				
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
30 min MECÁNICO	Aceite motor.	V-C-R-M	✓	✓	OK.
	Filtro aceite motor.	R	✓	✓	OK.
	Filtro aire primario.	R	✓	✓	OK.
	Mangueras sistema de enfriamiento.	V-R	✓	✓	OK.
	Filtro combustible primario.	R	✓	✓	OK.
	Filtro combustible secundario.	R	✓	✓	
	Respiradero del carter.	V-L	✓	✓	
	Tapa y colador tanq.comb.	V-L	✓	✓	
	Turbocargador.	V	✓	✓	OK.
	Bomba de agua.	V	✓	✓	OK.
	Verificar postenfriador.	V	✓	✓	
	Refrigerante.	V-R	✓	✓	OK.
	Cambio del separador de agua.	V-L-R	✓	✓	OK.
	Núcleo del radiador.	L	✓	✓	



		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS MENSUAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		PLANTA ELÉCTRICA CUMMINS DE LOS ANDES SIZE UCI224G1 SERIAL: X18J441516 P-80 MOTOR PERKINS			CÓDIGO: PMSA46
FECHA		28 DE MARZO AL 03 DE ABRIL 2022			
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
25 min MECÁNICO	Calibración de valvulas.	✓		✓	
	Tension correas.	✓	SI	✓	OK.
	Inyectores de combustible.	✓	SI	✓	
	Limpieza de radiador.	✓		✓	OK.
Observaciones Generales:					Duración del mantenimiento <u>55 min</u>
Realizado por:		Aprobado por:			

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS ANUAL			
		PROCESO MANTENIMIENTO ELECTRICO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		RECONECTADOR			
FECHA		DEL 20 AL 26 DE DICIEMBRE 2021			
<p><b>CONVENCIONES:</b>  <b>A: Ajustar, C: Completar, D: Drenar, L: Limpiar, LB: Lubricar, R: Reemplazar, V: Verificar</b></p>					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco de Seguridad				
	Botas de Seguridad				
	Gafas de Seguridad				
	Guantes de nitrilo				
	Tapones auditivos				
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Tablero de Control	Parte externa e interna. 10 min	V-L	SI	✓	- un poco manchado, Baterias en mal estado
	Borneras, equipos y portacables. 10 min	V-A	SI	✓	
DPS Alta	Parte externa. 10 min	V-L	SI	✓	
	Borneras, equipos y portacables. 10 min	V-A	SI	✓	
DPS Baja	Parte externa. 10 min	V-L	SI	✓	
	Borneras, equipos y portacables. 10 min	V-A	SI	✓	
Fusibles de Potencia (Veillas)	Parte externa.	V-L	SI	NO	N/A
	Borneras, equipos y portacables.	V-A	SI	NO	N/A
<p><b>Observaciones Generales:</b></p> <p>- tiempo 60 minutos</p>					

		FORMATO REPORTE DE TRABAJOS SEMANAL				
		PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO				
NOMBRE DEL EQUIPO:		SAMSON FEEDER (SF01)				
FECHA		11 AL 17 DE ABRIL 2022	SEMANA	15		
Horómetro: <u>7104</u>						
CONVENCIONES: A: Ajustar, C: Completar, D: Drenar, L: Limpiar, LB: Lubricar, R: Reemplazar, V: Verificar						
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco de Seguridad					
	Botas de Seguridad					
	Gafas de Seguridad					
	Guantes de nitrilo					
	Tapones auditivos					
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE LABOR	ANOMALIA SI NO		OBSERVACIONES	
Caja de Engranajes (GEARBOX)	Temperatura del aceite, ruido en la unidad de engranajes y estanqueidad.	V	SI	NO	400°	
Para mayores detalles, vea el Manual de la caja de engranajes.						
6. Cadena	Daños en la cadena.	V	SI	NO		
7. Cinta	Daños.	V	SI	NO		
	La alineación sea correcta.	V	SI	NO		
	La seguridad de los listones.	V	SI	NO		
6. Unión y gomas de sellado	Desgaste y daños.	V	SI	NO	Se recomienda cambiar cauchos en todo Derecho.	
10. Protectores	Puntos de fijación.	V	SI	NO		
11. Sistema hidráulico	Nivel de aceite.	V	SI	NO	lleno. 3/4	
12. Mangueras y conexiones	Fugas y daños en caños y puntos de fijación.	V	SI	NO	Desgaste en Encauketado.	
14. Filtro de presión	El indicador debe estar en color verde. Si está en rojo, cambie el filtro de inmediato.	V-R	SI	NO	Operativo.	

100%  
 200%  
 200%  
 15min.

	<b>FORMATO REPORTE DE TRABAJOS SEMANAL</b>		
	PROCESO MANTENIMIENTO MECANICO		
NOMBRE DEL EQUIPO:	SAMSON FEEDER (SF01)		
FECHA	11 AL 17 DE ABRIL 2022	SEMANA	15
<b>Observaciones Generales:</b>			

*Duración de la Rutina 1hr. 5min.*

**Mantenimientos mecánicos con tiempos, técnicos y duración anual**

<b>MANTENIMIENTOS MECÁNICOS</b>					
<b>EQUIPO</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>DURACION [min]</b>	<b>TOTAL AL AÑO [min]</b>	<b>MINIMO PERSONAS</b>	<b>Duración Año * Personas</b>
Plataforma volcadora de tractomulas 1	Diario	78	28470	1	28470
Plataforma volcadora de tractomulas 4	Diario	40	14600	1	14600
Samson Feeder 1	Diario	45	16425	1	16425
Samson Feeder 2	Diario	30	10950	1	10950
Apilador	Diario	87	31755	1	31755
Mangueras PV1	Diario	180	65700	1	65700
Mangueras PV4	Diario	120	43800	1	43800
<b>Total rutinas diarias</b>		<b>580</b>	<b>211700</b>		
Banda transportadora BC04	Semanal	90	4680	1	4680
Banda transportadora BC05	Semanal	60	3120	1	3120
Banda transportadora BC06	Semanal	40	2080	1	2080
Banda transportadora BC07	Semanal	180	9360	1	9360
Apilador	Semanal	180	9360	1	9360
Reclamador 1 (Norte)	Semanal	120	6240	1	6240
Reclamador 2 (Sur)	Semanal	120	6240	1	6240
Cargador de barcos	Semanal	225	11700	1	11700
Samson Feeder 1	Semanal	65	3380	1	3380
Samson Feeder 2	Semanal	30	1560	1	1560
Lavadero de tractomulas	Semanal	60	3120	1	3120

Plataforma volcadora de tractomulas 1	Semanal	30	1560	1	1560
Plataforma volcadora de tractomulas 2	Semanal	30	1560	1	1560
Plataforma volcadora de tractomulas 3	Semanal	30	1560	1	1560
Plataforma volcadora de tractomulas 4	Semanal	30	1560	1	1560
Plataforma volcadora de tractomulas 5	Semanal	30	1560	1	1560
Transferencia SF02 a BC04	Semanal	35	1820	1	1820
Banda de Finos	Semanal	25	1300	1	1300
Tubería de Agua	Semanal	20	1040	1	1040
Olympian GEP150 SA	Semanal	90	4680	1	4680
Cummins Serial F13I203052	Semanal	90	4680	1	4680
Cummins Serial H12I201194	Semanal	90	4680	1	4680
Cummins Serial X18J441516	Semanal	90	4680	1	4680
<b>Total rutinas semanales</b>		<b>1760</b>	<b>91520</b>		
Banda transportadora BC04	Mensual	210	2520	1	2520
Banda transportadora BC05	Mensual	180	2160	1	2160
Banda transportadora BC06	Mensual	150	1800	1	1800
Banda transportadora BC07	Mensual	210	2520	1	2520
Apilador	Mensual	180	2160	1	2160
Reclamador 1 (Norte)	Mensual	210	2520	1	2520

	Reclamador 2 (Sur)	Mensual	210	2520	1	2520
	Cargador de barcos	Mensual	240	2880	1	2880
	Samson Feeder 1	Mensual	180	2160	1	2160
	Samson Feeder 2	Mensual	60	720	1	720
	Lavadero de tractomulas	Mensual	90	1080	1	1080
	Rieles	Mensual	90	1080	1	1080
	Olympian GEP150 SA	Mensual	55	660	1	660
	Cummins Serial F13I203052	Mensual	55	660	1	660
	Cummins Serial H12I201194	Mensual	55	660	1	660
	Cummins Serial X18J441516	Mensual	55	660	1	660
	Aspersores	Mensual	180	2160	1	2160
	Sistema Festón	Mensual	120	1440	1	1440
	<b>Total rutinas mensuales</b>		<b>2530</b>	<b>30360</b>		
	Banda transportadora BC04	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC07	Trimestral	180	720	1	720
	Reclamador 1 (Norte)	Trimestral	120	480	1	480
	Reclamador 2 (Sur)	Trimestral	120	480	1	480
	Cargador de barcos	Trimestral	270	1080	1	1080
	Lavadero de tractomulas	Trimestral	150	600	2	1200
	Rieles	Trimestral	180	720	1	720
<b>LUBRICACIÓ</b>	Banda transportadora BC04	Trimestral	150	600	2	1200
	Banda transportadora BC05	Trimestral	180	720	2	1440

	Banda transportadora BC06	Trimestral	180	720	2	1440
	Banda transportadora BC07	Trimestral	300	1200	2	2400
	Apilador	Trimestral	240	960	2	1920
	Reclamador 1 (Norte)	Trimestral	180	720	2	1440
	Reclamador 2 (Sur)	Trimestral	180	720	2	1440
	Cargador de barcos	Trimestral	270	1080	2	2160
<b>TOMA MUESTRA ACEITE</b>	Plataforma volcadora de tractomulas 1	Trimestral	60	240	1	240
	Samson Feeder 1	Trimestral	60	240	1	240
	Banda transportadora BC04	Trimestral	60	240	1	240
	Banda transportadora BC05	Trimestral	60	240	1	240
	Banda transportadora BC06	Trimestral	60	240	1	240
	Banda transportadora BC07	Trimestral	60	240	1	240
	Apilador	Trimestral	60	240	1	240
	Reclamador 1 (Norte)	Trimestral	60	240	1	240
	Reclamador 2 (Sur)	Trimestral	60	240	1	240
	Cargador de barcos	Trimestral	120	480	1	480
<b>DUREZA DE BANDA</b>	Samson Feeder 1	Trimestral	120	480	1	480
	Samson Feeder 2	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC04	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC05	Trimestral	120	480	1	480



	Banda transportadora BC06	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC07	Trimestral	120	480	1	480
	Apilador	Trimestral	120	480	1	480
	Cargador de barcos	Trimestral	120	480	1	480
<b>ESPEJOR DE BANDA</b>	Samson Feeder 1	Trimestral	120	480	1	480
	Samson Feeder 2	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC04	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC05	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC06	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC07	Trimestral	120	480	1	480
	Apilador	Trimestral	120	480	1	480
	Cargador de barcos	Trimestral	120	480	1	480
<b>DIAMETRO GUAYA</b>	Banda transportadora BC04	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC05	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC06	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC07	Trimestral	120	480	1	480
	Reclamador 1 (Norte)	Trimestral	120	480	1	480
	Reclamador 2 (Sur)	Trimestral	120	480	1	480
	Cargador de barcos	Trimestral	120	480	1	480
	Sistema Festón	Trimestral	120	480	1	480

<b>Total rutinas trimestrales</b>		<b>6360</b>	<b>25440</b>		
Banda transportadora BC04	Semestral	270	540	1	540
Banda transportadora BC05	Semestral	300	600	1	600
Banda transportadora BC06	Semestral	270	540	1	540
Banda transportadora BC07	Semestral	360	720	1	720
Apilador	Semestral	360	720	1	720
Reclamador 1 (Norte)	Semestral	390	780	1	780
Reclamador 2 (Sur)	Semestral	390	780	1	780
Cargador de barcos	Semestral	360	720	1	720
Samson Feeder 1	Semestral	240	480	1	480
Samson Feeder 2	Semestral	180	360	1	360
Lavadero de tractomulas	Semestral	210	420	1	420
Rieles	Semestral	240	480	1	480
Talanqueras	Semestral	360	720	2	1440
Vibración chumaceras	Semestral	960	1920	1	1920
Desnivel del boom	Semestral	120	240	2	480
Giro de corona ST	Semestral	480	960	2	1920
Giro de corona SL	Semestral	180	360	2	720
<b>Total rutinas semestrales</b>		<b>5670</b>	<b>11340</b>		
Banda transportadora BC04	Anual	300	300	1	300
Banda transportadora BC05	Anual	330	330	1	330
Banda transportadora BC06	Anual	300	300	1	300

Banda transportadora BC07	Anual	390	390	1	390
Apilador	Anual	360	360	1	360
Reclamador 1 (Norte)	Anual	390	390	1	390
Reclamador 2 (Sur)	Anual	390	390	1	390
Cargador de barcos	Anual	480	480	1	480
Samson Feeder 1	Anual	300	300	1	300
Samson Feeder 2	Anual	300	300	1	300
Rieles	Anual	360	360	1	360
<b>Total rutinas anuales</b>		<b>3900</b>	<b>3900</b>		
<b>RUTINAS BUQUE</b>					
Pre-cargue	Intervalo especial	150	3600	2	7200
Banda transportadora BC05	Intervalo especial	60	1440	1	1440
Reclamador 2 (Sur)	Intervalo especial	30	720	1	720
Cargador de barcos	Intervalo especial	30	720	1	720
Banda transportadora BC05	Intervalo especial	180	720	1	720
Banda transportadora BC06	Intervalo especial	180	720	1	720
Apilador	Intervalo especial	300	1200	1	1200
<b>Total rutinas especiales</b>		<b>930</b>	<b>9120</b>		

**Mantenimientos eléctricos con tiempos, técnicos y duración anual**

<b>MANTENIMIENTOS ELÉCTRICOS</b>						
	<b>EQUIPO</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>DURACION (min.)</b>	<b>TOTAL AL AÑO [min]</b>	<b>MINIMO PERSONAS</b>	<b>Duración Año * Personas</b>
<b>MOTORES</b>	Apilador	Mensual	120	1440	1	1440
	Plataforma volcadora de tractomulas 1	Mensual	134	1608	1	1608
	Banda transportadora BC04	Mensual	60	720	1	720
	Reservorio	Mensual	120	1440	1	1440
	Cargador de barcos	Mensual	60	720	1	720
	Reclamador 2 (Sur)	Mensual	60	720	1	720
	Lavadero de tractomulas	Mensual	60	720	1	720
<b>PLANTAS ELÉCTRICAS</b>	Olympian GEP150 SA	Mensual	30	360	1	360
	Cummins Serial F13I203052	Mensual	30	360	1	360
	Cummins Serial H12I201194	Mensual	30	360	1	360
	Caja eléctrica	Mensual	30	360	1	360
	Cummins Serial X18J441516	Mensual	30	360	1	360
<b>JUNCTION BOX</b>	Apilador	Mensual	120	1440	1	1440
	Reclamador 1 (Norte)	Mensual	60	720	1	720
	Reclamador 2 (Sur)	Mensual	60	720	1	720
	Cargador de barcos	Mensual	120	1440	1	1440
	Banda transportadora BC04	Mensual	120	1440	1	1440

	Banda transportadora BC06	Mensual	120	1440	1	1440
	Samson Feeder 1	Mensual	60	720	1	720
	Unidades Hidráulicas	Mensual	60	720	1	720
	Tablero CCTV	Mensual	300	3600	1	3600
			1020	12240		12240
	Calle Sur	Mensual	60	720	1	720
<b>BASCULA BANDAS</b>	Banda transportadora BC04	Mensual	30	360	1	360
	Banda transportadora BC07	Mensual	30	360	1	360
<b>OTROS</b>	TABLEROS CABINA VOLCADORAS: Plataforma volcadora de tractomulas 1	Mensual	120	1440	1	1440
	BOYAS	Mensual	480	5760	1	5760
	celda de carga: plataforma volcadora de tractomulas 1	Mensual	120	1440	1	1440
	Unidades Hidráulicas	Mensual	60	720	1	720
	Sistema Festón	Mensual	60	720	1	720
<b>Total rutinas mensuales</b>			<b>3764</b>	<b>45168</b>		
<b>LUMINARIAS</b>	Calle Norte	Trimestral	60	240	1	240
	Calle Perimetral	Trimestral	90	360	1	360
	Muro ST01	Trimestral	60	240	1	240
	Muro ST01.2	Trimestral	60	240	1	240
	ISOR	Trimestral	40	160	1	160
<b>INST</b>	Apilador	Trimestral	150	600	1	600

	Reclamador 1 (Norte)	Trimestral	180	720	1	720
	Reclamador 2 (Sur)	Trimestral	180	720	1	720
	Cargador de barcos	Trimestral	180	720	1	720
	Banda transportadora BC04	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC05	Trimestral	120	480	1	480
	Banda transportadora BC06	Trimestral	30	120	1	120
	Banda transportadora BC07	Trimestral	180	720	1	720
<b>MOTOR PUERTAS</b>	Puerta #1	Trimestral	60	240	1	240
	Puerta #2	Trimestral	60	240	1	240
	Puerta #3	Trimestral	60	240	1	240
<b>MEDICION DE ILUMINACION</b>	Calle Sur	Trimestral	60	240	1	240
	Calle Norte	Trimestral	60	240	1	240
	Calle Perimetral	Trimestral	90	360	1	360
	Muro ST01	Trimestral	60	240	1	240
	Muro ST01.2	Trimestral	60	240	1	240
	ISOR	Trimestral	60	240	1	240
<b>REGISTROS ELECTRICOS</b>	Calle Norte	Trimestral	120	480	1	480
	ISOR	Trimestral	90	360	1	360
	Vía alterna	Trimestral	90	360	1	360
	Vía alterna 1	Trimestral	45	180	1	180
	Patios de almacenamiento	Trimestral	45	180	1	180
	Calle Sur	Trimestral	45	180	1	180
	Vía Principal	Trimestral	60	240	1	240
<b>OTROS</b>	tableros tcc	Trimestral	240	960	1	960
	motores lavadero de tractomulas	Trimestral	60	240	1	240

	celdas de carga bascula 1	Trimestral	90	360	1	360
	bandeja portacable Banda transportadora BC04	Trimestral	720	2880	1	2880
	Sistema Festón	Trimestral	120	480	1	480
	<b>Total rutinas trimestrales</b>		<b>3745</b>	<b>14980</b>		
<b>SUBESTACIONES ELÉCTRICAS</b>	Subestación 1	Semestral	960	1920	1	1920
	Subestación 2	Semestral	1140	2280	1	2280
	Antigua Subestación 2	Semestral	360	720	1	720
	Antigua Subestación 3	Semestral	360	720	1	720
	Subestación 5	Semestral	1140	2280	1	2280
	Subestación 6	Semestral	900	1800	1	1800
	Subestación 7	Semestral	960	1920	1	1920
	Subestación 8	Semestral	180	360	1	360
	Cargador de barcos	Semestral	480	960	1	960
	Variador de Velocidad SF2	Semestral	180	360	1	360
	Caja de Conexionado	Semestral	360	720	1	720
	Fibra Óptica	Semestral	360	720	1	720
<b>OTROS</b>	Talanqueras	Semestral	360	720	1	720
	CELDAS DE CARGA Banda transportadora BC04	Semestral	90	180	1	180
	Cuarto de Medida	Semestral	180	360	1	5760
	<b>Total rutinas semestrales</b>		<b>8010</b>	<b>16020</b>		
<b>LUMINARIAS</b>	Calle Norte	Anual	360	360	1	360
	Calle Central	Anual	240	240	1	240
	Calle Perimetral	Anual	120	120	1	120
	Calle Adoquines	Anual	120	120	1	120
	Calle Sur	Anual	95	95	1	95
	Muro ST01	Anual	120	120	1	120
	Muro ST01.2	Anual	120	120	1	120
<b>Tran</b>	Subestación 1	Anual	300	300	1	300

	Subestación 2	Anual	300	300	1	300
	Subestación 5	Anual	300	300	1	300
	Subestación 6	Anual	300	300	1	300
	Subestación 7	Anual	300	300	1	300
	Subestación 8	Anual	300	300	1	300
	Cargador de barcos	Anual	180	180	1	180
	Apilador	Anual	180	180	1	180
	Reclamador 1 (Norte)	Anual	180	180	1	180
	Reclamador 2 (Sur)	Anual	180	180	1	180
	Reconectador	Anual	60	60	1	60
<b>Sensores de humo</b>	Subestación 1	Anual	60	60	1	60
	Subestación 2	Anual	60	60	1	60
	Subestación 5	Anual	60	60	1	60
	Subestación 6	Anual	60	60	1	60
	Subestación 7	Anual	60	60	1	60
	Cargador de barcos	Anual	60	60	1	60
	Apilador	Anual	60	60	1	60
	Reclamador 1 (Norte)	Anual	60	60	1	60
	Reclamador 2 (Sur)	Anual	60	60	1	60
	Banco de Baterías Subestación 1	Anual	120	120	1	120
<b>Total rutinas anuales</b>			<b>4415</b>	<b>4415</b>		
RUTINAS BUQUE Pre-cargue	Intervalo especial	60	1440	1	1440	
<b>Total rutinas especiales</b>			<b>60</b>	<b>1440</b>		



---

**Mantenimientos aire acondicionado con tiempos, técnicos y duración anual**

<b>EQUIPO</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>DURACION [min]</b>	<b>TOTAL AL AÑO [min]</b>	<b>MINIMO PERSONAS</b>	<b>Duración Año * Personas</b>
<b>REFRIGERACIÓN</b>					
<b>Aires Acondicionados</b>	Semanal	1570	81648	2	163296
<b>Total rutinas semanales</b>		<b>1570</b>	<b>81648</b>		<b>163296</b>