



**UNEXPO**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE ENTRENAMIENTO INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL LIVIANO PARA LOS  
DEPARTAMENTOS OPERACIONES Y MANTENIMIENTO  
ALTO VOLTAJE DE LA GERENCIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
CVG VENALUM**

**CARLOS J. SUÁREZ M.**

**PUERTO ORDAZ, FEBRERO 2005**

**ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL LIVIANO PARA LOS  
DEPARTAMENTOS OPERACIONES Y MANTENIMIENTO  
ALTO VOLTAJE DE LA GERENCIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
CVG VENALUM**



**U N E X P O**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE ENTRENAMIENTO INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL LIVIANO PARA LOS  
DEPARTAMENTOS OPERACIONES Y MANTENIMIENTO  
ALTO VOLTAJE DE LA GERENCIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
CVG VENALUM**

---

Ing. Raquel Chacón  
Tutora Industrial

---

Ing. Andrés Eloy Blanco  
Tutor Académico

Carlos Javier Suárez Magallanes

Análisis de Requerimiento de Equipo Móvil Liviano para los Departamentos Operaciones Y Mantenimiento Alto Voltaje de la Gerencia Mantenimiento Industrial CVG VENALUM 2005.

141 Pág.

Informe de Práctica Profesional de Grado. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial. Departamento de Entrenamiento Industrial.

Tutor Académico: Ing. Andrés Eloy Blanco.  
Tutora Industrial: Ing. Raquel Chacón.

Bibliografía página 106  
Anexos página 107

1. Equipo Móvil. 2. VENALUM. 3. Alto Voltaje. 4. Requerimiento de Equipos

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todopoderoso, sean para él todo el honor y toda la gloria.

A mis padres Maura y Edilberto por brindarme a lo largo de mi vida, su cariño, constancia y dedicación.

A mis hermanas, primos y tíos por brindarme la ayuda para seguir adelante en mi formación profesional.

A la UNEXPO por completar mis conocimientos técnicos y teóricos en el marco de la Ingeniería Industrial.

A la empresa CVG VENALUM por darme la oportunidad de cumplir en sus instalaciones con el requisito de la práctica profesional de grado.

A la Coordinadora de Pasantías Gabriela Valecillos por el apoyo y la colaboración prestada para realizar mis pasantías.

Al Ing. Wolfgang Márquez por su ayuda durante mi estadía en CVG VENALUM.

A mi tutora industrial Ing. Raquel Chacón y a mi tutor académico Ing. Andrés Eloy Blanco por todo el apoyo técnico, teórico, ético y moral brindado a lo largo de la realización de mi práctica profesional y sin las cuales no hubiese sido posible su culminación.

A mis amigos, compañeros de estudio y pasantías, por compartir conmigo sus experiencias, conocimientos y por la colaboración prestada.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
EL PROBLEMA.....	3
1.1 OBJETIVOS.....	5
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>7</b>
LA EMPRESA .....	7
2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	7
2.1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	7
2.1.2 ESPACIO FÍSICO .....	10
2.1.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	10
2.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	13
2.1.5 SECTOR PRODUCTIVO .....	13
2.1.7 MISIÓN DE LA EMPRESA .....	13
2.1.8 VISIÓN DE LA EMPRESA .....	14
2.1.9 PROCESO PRODUCTIVO .....	14
2.2 GENERALIDADES DE LA GERENCIA INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	16
2.2.1 DESCRIPCIÓN .....	16
2.2.2 OBJETIVO GENERAL .....	17
2.2.3 NATURALEZA.....	17
2.2.4 MISIÓN.....	17
2.2.5 FUNCIONES .....	17
2.2.6 DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS .....	19
2.2.7 DIVISIÓN INGENIERÍA ECONÓMICA .....	21
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>23</b>
MARCO TEÓRICO .....	23
3.1 DÍA JUSTO DE TRABAJO.....	23
3.2 ESTUDIO DE TIEMPO .....	23
3.2.1 PREPARACIÓN PARA UN ESTUDIO DE TIEMPO .....	25
3.2.2 EQUIPO UTILIZADO EN UN ESTUDIO DE TIEMPO .....	26
3.2.3 RESPONSABILIDADES DEL ANALISTA DE TIEMPOS.....	27
3.2.4 ETAPAS DEL ESTUDIO DE TIEMPO .....	28
3.2.5 ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	29
3.2.6 NORMAS DE TIEMPO PARA EL TRABAJO CON MÁQUINAS .....	48
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>51</b>
MARCO METODOLÓGICO .....	51
4.1 TIPO DE ESTUDIO.....	51
4.1.1 SEGÚN EL NIVEL DE PROFUNDIDAD: DESCRIPTIVA .....	51
4.1.2 SEGÚN EL NIVEL DE CONOCIMIENTO: DE CAMPO.....	51
4.1.3 SEGÚN LA EVALUACIÓN DEL OBJETO QUE ESTUDIA: VALORACIÓN DE NECESIDADES.....	52

4.1.4 SEGÚN LA FUENTE DE DATOS QUE SE UTILIZÓ: MIXTAS .....	52
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	52
4.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	53
4.3.1 OBSERVACIÓN DIRECTA .....	53
4.3.2 ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS .....	53
4.4 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS .....	53
4.4.1 RECURSOS FÍSICOS.....	53
4.4.2 RECURSO HUMANO .....	54
4.4.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL .....	54
4.5 PROCEDIMIENTO .....	54
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>56</b>
SITUACIÓN ACTUAL .....	56
5.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES CRÍTICAS .....	56
5.1.1 CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE FLUJO DE CORRIENTE .....	56
5.1.2 CAMBIO DE LAS BARRAS SECCIONADORAS DC.....	58
5.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	60
5.3 FACTOR SERVICIO .....	65
5.4 ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS VEHÍCULOS MÓVILES.....	67
5.4.1 ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL CAMIÓN CESTA V-194 PERTENECIENTE AL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE.....	67
5.4.2 ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA CAMIONETA DOBLE CABINA V-488 PERTENECIENTE AL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE .....	68
5.4.3 ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA CAMIONETA V-429 PERTENECIENTE AL DEPARTAMENTO OPERACIONES ALTO VOLTAJE .....	75
5.5 DEMORAS INEVITABLES OBSERVADAS EN LOS EQUIPOS .....	77
5.5.1 DEMORAS INEVITABLES DE LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE.....	77
5.5.1 DEMORAS INEVITABLES DE LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO OPERACIONES ALTO VOLTAJE .....	79
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>81</b>
RESULTADOS.....	81
6.1 EXPOSICIÓN DE LOS RESULTADOS .....	81
6.1.1 RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE.....	81
6.1.2 RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO OPERACIONES ALTO VOLTAJE .....	83
6.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	83
6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS .....	84
6.3.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	84
6.3.2 ANÁLISIS DE LA CAMIONETA DOBLE CABINA V-488.....	87
6.3.3 ANÁLISIS DEL CAMIÓN CESTA V-194 .....	94
6.3.4 ANÁLISIS DE LA CAMIONETA V-429.....	98
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1 - Divisiones de la Empresa.....	10
Tabla N° 5.1 - Herramientas y equipos para calibrar medidor de flujo .....	57
Tabla N° 5.2 - Herramientas para el cambio de barras seccionadoras. DC ..	59
Tabla N° 5.3 - Vehículos asignados a los Departamento en estudio.....	60
Tabla N° 5.4 - Demoras inevitables de la camioneta doble cabina V-488. ....	78
Tabla N° 5.5 - Demoras inevitables del camión cesta V-194.....	78
Tabla N° 5.6 - Demoras inevitables de la camioneta V-429. ....	79
Tabla N° 6.1 - Resultados del camión cesta V-194. ....	81
Tabla N° 6.2 - Resultados de la camioneta doble cabina V-488.....	82
Tabla N° 6.3 - Resultados de la camioneta V-429. ....	83
Tabla N° 6.4 - Tamaño de muestra para la camioneta doble cabina V-488 ..	85
Tabla N° 6.5 - Tamaño de la muestra para el camión cesta V-194. ....	86
Tabla N° 6.6 - Tamaño de la muestra para la camioneta V-429.....	87
Tabla N° 6.7 - Tiempo total de trabajo y atención del vehículo V-488. ....	91
Tabla N° 6.8 - Distribución de tiempos del vehículo V-488.....	93
Tabla N° 6.9 - Tiempo total de trabajo y atención del vehículo V-194. ....	96
Tabla N° 6.10 - Distribución de tiempos del vehículo V-194.....	98
Tabla N° 6.11 - Tiempo total de trabajo y atención del vehículo V-429. ....	100
Tabla N° 6.12 - Distribución de tiempos del vehículo V-429.....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 - Ubicación Geográfica de la Empresa. ....	12
Figura N° 2.2 - Estructura Organizativa de CVG VENALUM .....	15
Figura N° 2.3 - Proceso Productivo de CVG VENALUM .....	16
Figura N° 2.4 - Estructura Organizativa Gcia. Ing. Industrial .....	19
Figura N° 3.1 - Diagrama Explicativo del Tiempo de Máquina .....	50
Figura N° 5.1 - Factor Servicio de Camiones de la Gcia. Mantto. Industrial ..	66
Figura N° 6.1 - Distribución de Tiempos de la Camioneta V-488 .....	93
Figura N° 6.2 - Distribución de Tiempos del Camión V-194 .....	97
Figura N° 6.3 - Distribución de Tiempos de la Camioneta V-429 .....	102

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ.  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO DE EQUIPO MÓVIL LIVIANO PARA LOS  
DEPARTAMENTOS OPERACIONES Y MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE  
DE LA GERENCIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL CVG VENALUM.

Autor: Carlos Javier Suárez Magallanes

Tutor Académico: Ing. Andrés Eloy Blanco

Tutora Industrial: Ing. Raquel Chacón

## **RESUMEN**

La investigación realizada en “CVG VENALUM” en la Gerencia Ingeniería Industrial específicamente en la División Ingeniería de Métodos está orientada a la determinación del requerimiento de los equipos móviles livianos para realizar las labores rutinarias de operación y mantenimiento de la planta en los Departamentos de Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje. Para esto aplicamos el método General Electric para obtener el tamaño de la muestra y el análisis de estudios de tiempos a todas las actividades que realizan los equipos móviles para determinar la carga de trabajo y el requerimiento estándar. La metodología que se utilizó para desarrollar la investigación es un diseño no experimental de tipo descriptivo, de campo, de valoración de necesidades y utilizando fuente de datos mixta. Finalmente se logró estandarizar el requerimiento de equipos móviles livianos para estos Departamentos obteniendo como resultado que la cantidad de vehículos asignados es la necesaria para mantener al día sus labores de operación y mantenimiento.

PALABRAS CLAVES: Equipo Móvil, VENALUM, Alto Voltaje, Requerimiento de Equipos.

## INTRODUCCIÓN

La industria venezolana de Aluminio CVG VENALUM ubicada en la zona industrial Matanzas en Ciudad Guayana, es una empresa dedicada a la producción de aluminio primario, el cual es comercializado en el mercado Nacional e Internacional, ofreciendo permanentemente a sus clientes productos que satisfagan sus expectativas en cuanto a calidad, costo, cantidad y oportunidad.

CVG VENALUM se encuentra conformada por diferentes Gerencias que controlan áreas determinadas de la empresa. La Gerencia Ingeniería Industrial ha iniciado un estudio para la estandarización de los equipos móviles en los Departamento Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje según sea su requerimiento, con el objeto de responder a las necesidades de éstos. Dicho estudio fue emprendido porque se presume que la cantidad existente es insuficiente para mantener la continuidad del proceso productivo.

La presente investigación se orienta en la determinación del requerimiento de los equipos móviles livianos (camionetas y camión) para realizar las labores rutinarias de producción y mantenimiento de la planta. Para la elaboración del estudio se realizó seguimiento a las actividades de los equipos con el fin de determinar el tiempo promedio y la frecuencia de ejecución de las mismas y efectuar el correspondiente cálculo del requerimiento, carga de trabajo y porcentaje de utilización de los mismos.

La metodología que se utilizó para desarrollar esta investigación es un diseño no experimental de tipo exploratorio-descriptivo, basada fundamentalmente en la revisión de referencias bibliográficas, recolección de datos a través de observaciones directas durante visitas realizadas al área

de estudio, entrevistas de campo a personas relacionadas con el estudio y análisis de la situación actual de los equipos móviles, con la finalidad de estandarizar estos equipos en dicha área.

Este informe está constituido por seis (6) Capítulos: Capítulo I.- El Problema; Capítulo II.- Generalidades de la Empresa, Capítulo III.- Marco Teórico, Capítulo IV.- Marco Metodológico, Capítulo V.- Situación Actual y Capítulo VI.- Resultados. Finalmente se presentan las Conclusiones, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y Anexos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

En la empresa CVG VENALUM se ha observado que uno de los factores que incurre en el cumplimiento de las metas de producción es la disponibilidad de los equipos móviles industriales en las diferentes áreas de la empresa. Por esto se le presta total atención a las peticiones que realizan los diferentes Departamentos a los cuales están asignados estos equipos en lo referente a la cantidad óptima de vehículos móviles industriales que deben tener para cumplir dichas metas.

Para CVG VENALUM la disponibilidad de los equipos móviles es de suma importancia en el proceso productivo de la organización, esto es motivado a que los mismos forman parte de las actividades rutinarias de operación y mantenimiento que deben realizarse para poder alcanzar los niveles de producción estimados. Estos equipos deben cumplir con las operaciones de trabajo asignadas con el fin de garantizar el desarrollo eficaz de la producción.

En la Gerencia Mantenimiento Industrial específicamente en los Departamento Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje se presume que los equipos móviles industriales existentes en esta área de trabajo han presentado baja disponibilidad y debido a esto una alta carga de trabajo por lo que ha originado retraso en las labores de rutinas de estos Departamentos. Por este motivo solicitaron a la Gerencia de Ingeniería

Industrial un estudio que demuestre la necesidad de un vehículo móvil liviano (CUSMAN) para realizar las actividades de mantenimiento; en particular, la calibración del medidor de flujo de corriente y el cambio de las barras seccionadoras DC. La prórroga de estos mantenimientos puede afectar el rendimiento de las operaciones en las áreas de producción siendo necesario realizar una estandarización de la carga de trabajo de los equipos móviles asignados a estos Departamentos para conocer con certeza los requerimientos reales.

La empresa CVG VENALUM en su empeño por obtener una mejor utilización de los recursos requiere de esta investigación, para determinar con exactitud la carga de trabajo, disponibilidad y el requerimiento que presentan los equipos móviles asignados a los Departamentos, teniendo en cuenta que al estar estos equipos fuera de servicio en un momento determinado puede generar retrasos en las labores asignadas y a su vez pérdidas de tiempo y dinero.

En la realización del presente estudio se presentaron las siguientes limitaciones:

- El estudio de campo no abarca los tres turnos de trabajo, sólo se limitará al turno correspondiente entre las siete de la mañana y cuatro de la tarde (7:00am – 4:00pm) de Lunes a Viernes. Por ser esto una normativa para los pasantes en la empresa.
- Existen actividades que no se observaron durante el seguimiento, por lo que se utilizó el plan anual de mantenimiento rutinario.
- El número de observaciones de algunas actividades de acuerdo con el método General Electric no fueron suficientes debido al corto plazo del

seguimiento. Por esta razón se tomó el tiempo promedio observado durante el seguimiento.

- Falta de control de tiempo que dura el mantenimiento de rutina realizado por el Departamento Taller Automotriz y también por parte del Departamento Servicios Generales con respecto a los vehículos que se les hace mantenimiento fuera de la empresa

La investigación está enfocada en la observación de los equipos móviles asignados a los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje pertenecientes a la Superintendencia Servicios Industriales de la Gerencia de Mantenimiento Industrial CVG VENALUM.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Estandarizar el requerimiento de equipos móviles livianos en los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje, Superintendencia Servicios Industriales, Gerencia Mantenimiento Industrial.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estandarizar las actividades de cada uno de los equipos móviles.
2. Calcular el tiempo estándar de cada una de las actividades que realizan los equipos móviles.
3. Determinación de frecuencia de cada una de las actividades que realizan los equipos móviles.

4. Calcular la carga de trabajo de los equipos móviles.
5. Calcular el requerimiento de equipos móviles.

## **CAPÍTULO II**

### **LA EMPRESA**

#### **2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

##### **2.1.1 RESEÑA HISTÓRICA**

Con la finalidad de producir aluminio primario en diversas formas para fines de exportación, el 29 de agosto de 1973, se creó la empresa Industria Venezolana de Aluminio, C.A. (CVG VENALUM). Ubicada sobre el margen norte del Río Orinoco, actualmente, es una empresa de capital mixto, con 80 por ciento de capital venezolano, representado por la Corporación Venezolana de Guayana, y un 20 por ciento de capital extranjero, suscrito por el consorcio japonés integrado por Showa Denko K.K, Kobe Steel Ltd., Sumitomo Chemical Company Ltd., Mitsubishi Aluminum Company Ltd., y Marubeni Corporation.

CVG VENALUM, fue inaugurada oficialmente, el 10 de junio de 1978, constituye la mayor Planta Reductora de Aluminio Primario en Latinoamérica, debido a que su capacidad instalada es de 430 mil toneladas al año. Cuenta con cinco líneas de producción y sus principales productos son los lingotes de 680, 22 y 10 kilogramos, cilindros para extrusión y aluminio líquido, que suministra a varias transformadoras de la zona.

Desde su inauguración oficial, VENALUM se ha convertido, paulatinamente en uno de los pilares fundamentales de la economía venezolana, siendo a su vez en su tipo, la planta más grande de Latinoamérica, con una fuerza laboral de 3.200 trabajadores aproximadamente y una de las instalaciones más modernas del mundo; produciendo anualmente 440.000TM de aluminio primario por año. Parte de este producto se integra al mercado nacional, mientras un mayor porcentaje es destinado a la exportación, ósea el 75% de la producción está destinado a los mercados de los Estados Unidos, Europa y Japón, colocándose el 25% restante en el mercado nacional.

Esta planta se caracteriza por su alto porcentaje de calidad, pues sus productos alcanzan un 98.8 por ciento de pureza. Las principales áreas en operación son carbón, reducción y colada.

Uno de los grandes logros de CVG VENALUM se traduce en el proyecto "Desarrollo de la Celda V-350", concebido por ingenieros venezolanos de la empresa, quienes basándose en las tecnologías existentes y desarrollando los modelos: electromagnético, térmico, mecánico estructural, así como los sistemas automatizados, lograron diseñar una celda que supera todos los índices de productividad conocidos. Esta celda de alto amperaje implica mayor capacidad de producción, menor inversión por tonelada métrica de aluminio producido y, en consecuencia, mayor rentabilidad al reducirse los costos de producción.

En el año 2002, la empresa conmemoró el acumulado de los 8 millones de toneladas producidas desde el año 1978. Aumentó su producción un 5,8 por ciento sobre la producción del 2001 y una operatividad al 101,1 por ciento de la capacidad instalada de la planta.

En materia de costos, VENALUM, mantuvo una posición altamente competitiva en el ámbito mundial, se concluyeron satisfactoriamente las negociaciones de venta con los socios Japoneses, mejorando las condiciones de pago y primas adicionales, asegurando así su participación en este importante mercado.

A través del compromiso adquirido por todos los trabajadores, en la búsqueda de la excelencia y del mejoramiento continuo, VENALUM marcó la pauta en el 2002 alcanzando importantes logros, tales como:

- Disminución del consumo de ánodos extra (3.000 vs. 6.000 unidades).
- Reducción significativa del costo debido a la gestión de las áreas de apoyo en los procesos continuos de la producción de esta industria reductora de aluminio primario.

Sin embargo, el mayor logro alcanzado por CVG VENALUM en el 2002 fue la cifra récord de producción obtenida de 436.558 toneladas, hecho que la consolida como empresa líder en la producción de aluminio primario para Venezuela y el mundo.

En CVG VENALUM el control de calidad se lleva a cabo en las diversas etapas del proceso desde las materias primas, hasta el producto final, mediante ensayos e inspecciones continuas, a fin de garantizar la calidad del producto final. Los productos están certificados de acuerdo con la norma NORVEN. Trabajando a su vez para la adecuación de su sistema de calidad de acuerdo con la norma ISO 9002.

En la actualidad CVG VENALUM gracias al alto nivel de compromiso y sensibilización de sus trabajadores ha logrado la adecuación de su sistema

de gestión de calidad a la Norma ISO 9001-2000. Ingresando así como miembro de un selecto grupo de empresas que cuentan con esta importante certificación.

### **2.1.2 ESPACIO FÍSICO**

La empresa cuenta con un área suficiente para su infraestructura actual y para desarrollar aun más su capacidad en el futuro.(ver Tabla N°2.1).

Tabla N° 2.1 - Divisiones de la Empresa

AREA TOTAL	1.455.634,78 m <sup>2</sup>
Área Techada	233.000 m <sup>2</sup> (Edificio Industrial)
Área Construida	14.808 m <sup>2</sup> (Edificio Administrativo)
Áreas Verdes	40 Hectáreas
Carreteras	10 Km.

Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM

### **2.1.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

CVG VENALUM está ubicada en la zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana, urbe creada por decreto presidencial el 2 de Julio de 1961 mediante fusión de Puerto Ordaz y San Félix. Durante los últimos 19 años, Ciudad Guayana se ha constituido en la zona industrial más importante y prometedora de Venezuela, con una población con más de 500.000 habitantes. (ver Figura N°2.1).

Ciudad Guayana es propicia para una planta de aluminio como VENALUM, gracias al inmenso potencial hidroeléctrico procedente de la Presa Raúl Leoni en Guri, situada apenas a 100 Km de VENALUM. Esta cercanía de Guri, asegura el suministro de energía a bajo costo, recurso básico para el proceso de reducción hidroeléctrica.

La escogencia de la zona de Guayana, como sede de la gran industria del aluminio, no obedece a razones fortuitas:

- Integrada por los Estados Bolívar, Delta Amacuro y Amazonas, esta zona geográfica ubicada al sur del Río Orinoco y cuya porción de 448.000 Km<sup>2</sup> ocupa exactamente la mitad de Venezuela, reúne innumerables recursos naturales.
- El agua constituye el recurso básico por excelencia en la región guayanesa, regada por los ríos más caudalosos del país, como el Orinoco, Caroní, Paraguas y Cuyuní, entre otros.
- La presa “Raúl Leoni” en Guri, con una capacidad generadora de 10 millones de kW, es una de las plantas hidroeléctricas de mayor potencia instalada en el mundo, y su energía es requerida por las empresas de Guayana, para la producción de acero, alúmina, aluminio, mineral de hierro y ferro silicio.
- La navegación a través del Río Orinoco en barcos de gran calado en una distancia aproximada de 184 millas náuticas (314 Km.) hasta el Mar Caribe.
- Otro factor de importancia es la situación geográfica de VENALUM, es que limita con el río Orinoco, el río más grande de Venezuela, y el noveno del mundo, con un caudal de 34.000 m<sup>3</sup>/seg.
- La proximidad de explotación de aproximadamente 500.000.000 TM de bauxita de alto tenor en los Pijiguaos, a 600 Km. al Sur de Ciudad

Guayana, y 35 Km. del río Orinoco, garantiza el suministro de la materia prima por parte de la operadora de Alúmina.

- La Empresa Bauxilum, cuyos terrenos son contiguos a los de VENALUM. Asegura el abastecimiento de alúmina a las empresas productoras de aluminio Alcasa y VENALUM las cuales tienen un requerimiento proyectado de 1.180.800 toneladas/año.
- Todos estos privilegios y virtudes habidos en la región de Guayana, determinan su notable independencia en materia de insumos y un alto grado de integración vertical en el proceso de producción de aluminio.

Figura N° 2.1 - Ubicación Geográfica de la Empresa.



Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM.

#### **2.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa CVG VENALUM se encarga de la producción del aluminio, utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, litio y magnesio). Este proceso de producir aluminio se realiza en celdas electrolíticas.

Dentro del proceso de producción de la planta industrial, existen mecanismos de alimentación que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la misma, los cuales son: la Planta de Carbón, Planta de Colada, Planta de Reducción e instalaciones auxiliares. (ver Figura N° 2.2).

#### **2.1.5 SECTOR PRODUCTIVO**

La industria del aluminio CVG VENALUM, es una empresa de sector productivo secundario, pues esta se encarga de transformar la alúmina (materia prima) en aluminio, el cual es procesado en diferentes formas: cilindros, pailas, lingotes, etc., de acuerdo a los pedidos realizados por sus clientes.

#### **2.1.7 MISIÓN DE LA EMPRESA**

CVG VENALUM tiene por misión producir, comercializar productos y servicios de la industria del aluminio y promover el desarrollo y el fortalecimiento aguas abajo de la industria nacional del aluminio, maximizando los beneficios para los trabajadores, accionistas, la región y el país.

Esta empresa está dedicada por excelencia a producir los costos más bajos posibles de la industria, ofreciendo mayor crecimiento y utilidad

consolidándose con su aporte y experiencia en una de las alternativas económicas no petroleras para Venezuela, con ventajas comparativas que sustentan un presente sólido y aseguran un futuro promisorio para la industria del noble metal.

### **2.1.8 VISIÓN DE LA EMPRESA**

CVG VENALUM se posicionará como líder en calidad, productividad y competitividad en la industria del aluminio a nivel mundial y contribuirá en la diversificación de la economía nacional, impulsando el desarrollo de la cadena de transformación doméstica apoyando sus procesos y generando así empleo y riqueza para la nación.

### **2.1.9 PROCESO PRODUCTIVO**

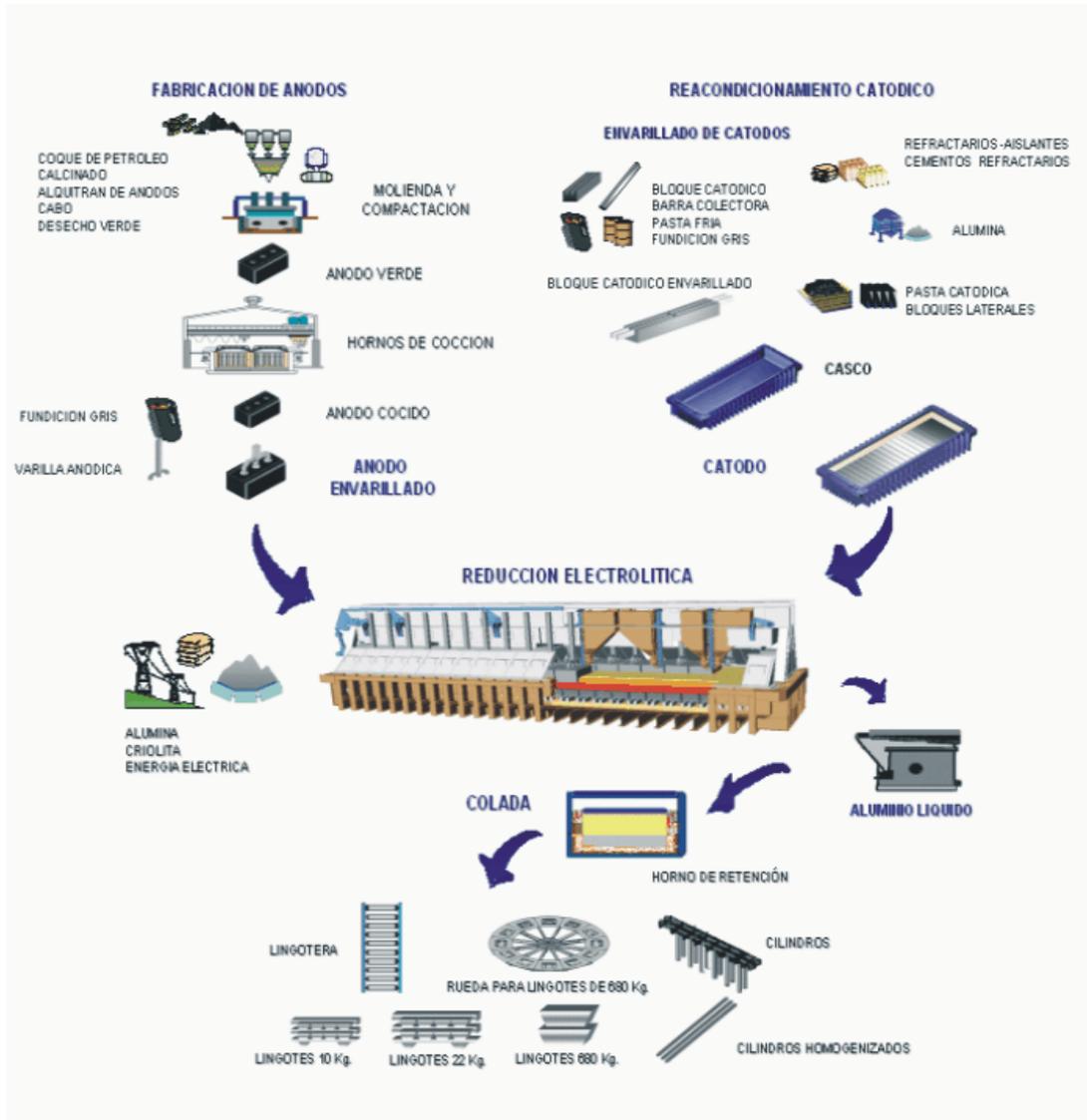
El proceso de Reducción del Aluminio en CVG VENALUM, consiste en separar el Oxígeno de la Alúmina para producir aluminio en estado líquido, estando inmerso en un baño electrolítico bajo los efectos de una corriente eléctrica directa suministrada por una fuente externa, la cual circula desde un ánodo o polo positivo hacia un cátodo o polo negativo. El oxígeno se combina con el carbono contenido en el ánodo y forma gas carbónico el cual se libera, mientras que el aluminio se precipita y se deposita en el cátodo en estado líquido.

En conclusión se tiene entonces que mediante un consumo controlado de alúmina, Carbón, corriente y aditivos químicos se obtienen como resultado aluminio en estado líquido. (ver Figura N° 2.3).

Figura N° 2.2 - Estructura Organizativa de CVG VENALUM



Figura N° 2.3 - Proceso Productivo de CVG VENALUM



Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM

## 2.2 GENERALIDADES DE LA GERENCIA INGENIERÍA INDUSTRIAL

### 2.2.1 DESCRIPCIÓN

Es una unidad staff adscrita a la Presidencia. Tiene como misión suministrar

servicios de asesoría y asistencia técnica en materia de Ingeniería de Métodos e Ingeniería Económica que garanticen la calidad y conlleven a la optimización en el uso de los recursos de la empresa así como la mejora continua de sus procesos. Se encuentra conformado por la División Ingeniería Económica y la División Ingeniería de Métodos, esta última es la unidad donde el autor realizó la Pasantía. (ver Figura N°2.4).

### **2.2.2 OBJETIVO GENERAL**

La Gerencia Ingeniería Industrial, tiene como objetivo suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica en materia de Ingeniería Económica y Métodos, que garanticen la calidad y que conlleva a la optimización en el uso de los recursos de la empresa, así como la mejora continua de los procesos.

### **2.2.3 NATURALEZA**

Es una unidad funcional de staff adscrita directamente a la Presidencia.

### **2.2.4 MISIÓN**

Suministrar servicios de asistencia técnica en materia de Ingeniería de Métodos e Ingeniería Económica que conlleven a la racionalización y/o optimización en el uso de los recursos.

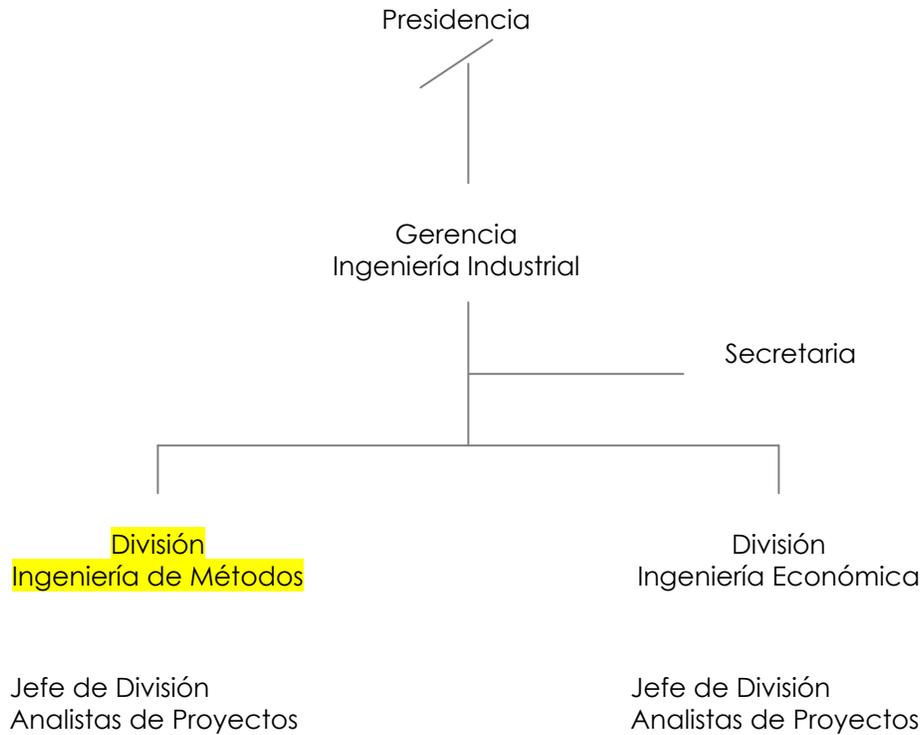
### **2.2.5 FUNCIONES**

- Asegurar la asistencia técnica requerida para diseño e implementación de métodos de trabajo, prácticas operativas y prácticas de mantenimiento

dirigidas al funcionamiento constante y sostenido de la productividad; así como la eliminación de esfuerzos.

- Asegurar la asistencia técnica para la determinación de las alternativas de inversión rentables cónsonas con la naturaleza y misión de la empresa y adecuada capacidad técnica y administrativa.
- Determinar la fuerza laboral óptima de las diferentes áreas de producción y servicios a fin de estandarizar, racionalizar y optimizar el uso de los mismos.
- Proponer el desarrollo de proyectos de mejoras que permitan la evaluación de áreas de oportunidad que ameriten atención especializada de las áreas bajo su dependencia.
- Realizar estudios y análisis de factibilidad que permita determinar la realidad técnica y económica de los proyectos planteados, incluyendo objetivos, alcances, antecedentes, beneficios que se esperan y costos estimados de inversión.
- Evaluar los métodos de trabajo implantados a los fines de verificar efectividad y eficiencia y corregir las desviaciones a que hubiere lugar.
- Determinar los estándares básicos de producción, mano de obra y gastos, para llevar un mejor control sobre la función y utilización de los mismos y facilitar la gestión gerencial.
- Asistir a la Presidencia de CVG VENALUM, en la revisión de precios unitarios de las solicitudes de pago de servicio, mediante el análisis de Costo – Beneficio a través de la aplicación de los modelos matemáticos, a fin de garantizar su consistencia y facilitar la toma de decisiones.

Figura N° 2.4 - Estructura Organizativa Gcia. Ing. Industrial



## 2.2.6 DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

### 2.2.6.1 Naturaleza

La División Ingeniería de Métodos es una unidad staff al servicio de la empresa, adscrita a la Gerencia de Ingeniería Industrial.

### 2.2.6.2 Misión

Asegurar asistencia técnica en el diseño e implantación de métodos de trabajo, prácticas de mantenimiento y prácticas operativas que promueven la

eliminación del esfuerzo y tiempo improductivo y el mejor aprovechamiento de los recursos asignados a cada proceso y su crecimiento armónico.

#### 2.2.6.3 Funciones

- Efectuar estudios de racionalización u optimización de los recursos determinando el volumen de demanda, dimensión de la mano de obra requerida y necesidad de equipos y materiales.
- Diseñar, evaluar e implementar las prácticas operativas que contribuyen a elevar los niveles de eficiencia y productividad de la empresa.
- Diseñar metodología y establecer alcance y técnicas de análisis de los diferentes proyectos, a fin de que los mismos estén orientados a satisfacer con calidad y oportunidad a los usuarios de la Empresa.
- Evaluar métodos de trabajo existentes a los fines de proponer mejoras que incrementen la productividad y rentabilidad.
- Diseñar, evaluar e implementar cuando así lo ameriten las prácticas de mantenimiento que contribuyan a elevar los niveles de eficiencia y efectividad con la ejecución del mantenimiento.
- Evaluar los métodos de trabajo implantados a los fines de verificar su efectividad y eficiencia y corregir las desviaciones a que hubiere lugar.
- Realizar estudios de fuerza laboral que permita establecer los requerimientos y estandarizar la misma de las distintas áreas de la empresa.
- Elaborar el presupuesto anual de contrataciones por concepto de horas hombre y servicios requeridos por las diferentes áreas de la empresa, a objeto de mantener la continuidad operativa y administrativa de las mismas.

## **2.2.7 DIVISIÓN INGENIERÍA ECONÓMICA**

### **2.2.7.1 Naturaleza**

La División Ingeniería Económica adscrita directamente a la Gerencia Ingeniería Industrial es una unidad de staff al servicio de todas las unidades organizativas de la empresa.

### **2.2.7.2 Misión**

Generar alternativas de inversiones rentables, cónsonas con la naturaleza y misión de la empresa y adecuada a su capacidad técnica y administrativa.

### **2.2.7.3 Funciones**

- Determinar los estándares básicos de producción, mano de obra y gastos, para llevar un mejor control sobre la función y utilización de los mismos y facilitar la Gestión General.
- Determinar los volúmenes normales de producción y/o servicio a fin de racionalizar y optimizar los recursos de la organización.
- Mantener la data actualizada de información técnica para la elaboración de estudios de factibilidad de anteproyectos y/o proyectos de inversión.
- Realizar estudios de mercado y demanda requerida, que sirvan de base para la planificación de los proyectos de inversión.
- Realizar estudios y análisis de factibilidad que permitan determinar la realidad técnica y económica de los proyectos planteados, incluyendo objetivos, alcance, antecedentes, beneficios que esperan y costos estimados de inversión.

- Realizar estudios de factibilidad económica para la adquisición de bienes y equipos para sustitución de los mismos.
- Desarrollar estudios de factibilidad de anteproyectos a fin de establecer las características de una obra, equipo material técnico administrativo, determinando límites razonables, costos y beneficios alcanzables.
- Elaborar y mantener actualizada la base de datos tarifas de compras y venta de servicios, alquileres de equipos, que permitan la evaluación económica de los mismos bajo contrataciones externas y/o prestadas a otras empresas del Sector Aluminio.
- Asistir a la Presidencia en la revisión de precios unitarios de las solicitudes de pago de servicios, mediante los precios unitarios de las solicitudes de pagos de servicios, mediante el Análisis de Costo-Beneficio a través de la aplicación de los modelos matemáticos a fin de garantizar su consistencia y facilitar la toma de decisiones.
- Desarrollar estudios económicos para el avalúo de activos fijos, equipos y materiales desincorporados, a fin de establecer precios referenciales de ventas a terceros.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 DÍA JUSTO DE TRABAJO.**

La definición que se da a un día justo de trabajo es "la cantidad de trabajo que puede producir un trabajador competente laborando a un ritmo normal y utilizando efectivamente su tiempo, en tanto las limitaciones del proceso no restrinjan el trabajo".

El trabajador competente es "un individuo representativo en promedio de los trabajadores bien entrenados y capaces de ejecutar satisfactoriamente todas y cada una de las fases que constituyen un trabajo, de acuerdo con las exigencias del trabajo en cuestión".

Se define el ritmo norma como "la rapidez efectiva de actuación de un trabajador concienzudo, autodisciplinado y competente cuando no trabaja ni despacio ni aprisa, y da la debida atención a las exigencias físicas, mentales o visuales de un trabajo o tarea específica".

#### **3.2 ESTUDIO DE TIEMPO**

El uso del cronómetro para la toma de tiempos, ha constituido la forma más corriente de determinar el contenido de trabajo de una actividad,

los detalles técnicos de ese cronometraje permitirán conducir exitosamente la medición de trabajo que se está realizando.

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

1. Estudio del tiempo
2. Datos predeterminados del tiempo.
3. Datos estándar.
4. Datos históricos.
5. Muestreo de trabajo.

De acuerdo con algunos estudios realizados, se dice que se utilizan diferentes métodos para estudiar la mano de obra directa e indirecta. Mientras que la mano de obra directa se estudia primordialmente mediante los tres primeros métodos, la mano de obra indirecta se estudia con las últimas dos.

En la práctica, los estudios de tiempos se aplican a sistemas completamente manuales o sistemas hombre-máquina, que involucran el manejo de herramientas o la operación de máquinas, ó ambos. En los sistemas completamente manuales, la actividad del trabajador es la que genera el producto sin el uso de maquinaria; sin embargo, el trabajador puede utilizar herramientas eléctricas o manuales.

El enfoque del estudio de tiempos para la medición del trabajo utiliza un cronómetro o algún otro dispositivo de tiempo, para determinar el tiempo requerido para finalizar tareas determinadas. Suponiendo que se establece un estándar, el trabajador debe ser capacitado y debe utilizar el método prescrito mientras el estudio se está llevando a cabo.

Para realizar un estudio de tiempo se debe:

1. Descomponer el trabajo en elementos.
2. Desarrollar un método para cada elemento.
3. Seleccionar y capacitar al trabajador.
4. Muestrear el trabajo.
5. Establecer el estándar.

### **3.2.1 PREPARACIÓN PARA UN ESTUDIO DE TIEMPO**

1. Selección de la Operación:

Para la selección de la operación, se consideran los siguientes criterios:

- a. El orden de las operaciones según se presenten en el proceso.
- b. La posibilidad de ahorro que se espera en la operación, en relación con el costo anual de la operación.

2. Selección del Operario:

Para la selección del operario, se consideran los siguientes criterios:

- a. Habilidad.
- b. Deseo de cooperar.
- c. Temperamento.
- d. Experiencia.

### 3.2.2 EQUIPO UTILIZADO EN UN ESTUDIO DE TIEMPO

El estudio de tiempos exige cierto equipo y material a utilizar, estos son:

- Un cronómetro o tabla de tiempos.
- Hoja de observaciones.
- Formularios de estudio de tiempos.
- Tabla electrónica de tiempos.

**Cronómetro:** Generalmente se usan dos tipos de cronómetros para el estudio de tiempos: cronómetro ordinario y el cronómetro vuelta a cero.

**Tabla de Tiempos:** Consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos.

**Hoja de Observaciones:** Es en la cual se anotará datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, meta por día, nombre del observador. Para efectos de este estudio, el formato de la hoja de observaciones que fue utilizada se puede observar en el Anexo A.

**Tabla Electrónica de Tiempos:** Es una hoja hecha en Excel donde se insertará el tiempo observado y automáticamente ella calculará tiempo estándar, producción por turno y cantidad de operarios necesarios.

### **3.2.3 RESPONSABILIDADES DEL ANALISTA DE TIEMPOS**

Todo trabajo entraña diversos grados de habilidad y esfuerzos físicos y mentales para ser ejecutado satisfactoriamente. Las responsabilidades del analista de tiempos suelen ser las siguientes:

1. Poner a prueba, cuestionar y examinar el método actual, para asegurarse de que es correcto en todos aspectos antes de establecer el estándar.
2. Analizar con el supervisor, el equipo, el método y la destreza del operario antes de estudiar la operación.
3. Contestar las preguntas relacionadas con la técnica del estudio de tiempos o acerca de algún estudio específico de tiempos que pudieran hacerle el representante sindical, el operario o el supervisor.
4. Colaborar siempre con el representante del sindicato y con el trabajador para obtener la máxima ayuda de ellos.
5. Abstenerse de toda discusión con el operario que interviene en el estudio o con otros operarios, y de los que pudiera interpretarse como crítica o censura de la persona
6. Mostrar información completa y exacta en cada estudio de tiempos realizado para que se identifique específicamente el método que se estudia.
7. Anotar cuidadosamente las medidas de tiempos correspondientes a los elementos de la operación que se estudia.
8. Evaluar con toda honradez y justicia la actuación del operario
9. Observar siempre una conducta irreprochable con todos y dondequiera, a fin de atraer y conservar el respeto y la confianza de los representantes laborales y de la empresa.

Los requisitos personales siguientes son esenciales para que todo buen analista de tiempos pueda obtener y conservar relaciones humanas exitosas:

1. Honradez
2. Tacto y comprensión
3. Gran caudal de recursos
4. Confianza en sí mismo
5. Buen juicio y habilidad analítica
6. Personalidad agradable y persuasiva, complementada con un sano optimismo
7. Paciencia y autodominio
8. Energía en cantidades generosas
9. Presentación y atuendo personales impecables
10. Entusiasmo por su trabajo.

### **3.2.4 ETAPAS DEL ESTUDIO DE TIEMPO**

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar el estudio de tiempos suele constar de las siguientes etapas:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea del operario y las condiciones que pueden influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos. (Elemento es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje).
3. Examinar su desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos y determinar el tamaño de la muestra.

4. Medir el tiempo con un instrumento adecuado (generalmente se usa un cronómetro), y registrar el tiempo invertido por el operador en llevar a cabo cada elemento de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad del trabajo efectivo del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo de trabajo.
6. Convertir los tiempos observados en tiempos "Básicos".

### **3.2.5 ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Estos elementos comprenden la selección del operario, el análisis del trabajo y la descomposición del mismo en sus elementos, el registro de los valores elementales transcurridos, la calificación de la actuación del operario, la asignación de márgenes apropiados y la ejecución del estudio.

#### **3.2.5.1 Selección del operario**

El primer paso para iniciar el estudio de tiempos se hace a través del supervisor. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el supervisor como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. El operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista.

### 3.2.5.2 Trato con el operario

El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará el respeto y la buena voluntad, lo que le ayudarán no sólo a establecer el estándar justo, sino que hará más agradable los trabajos.

### 3.2.5.3 Análisis de materiales y métodos

Tal vez el error más común que suele cometer el analista de tiempos es el de no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia. La forma impresa para el estudio de tiempos es una herramienta de ayuda, pues el mismo representa el espacio ó área de trabajo. Si se hace un esquema, este deberá ser dibujado a escala y mostrar todos los detalles que afecten al método; de este modo las distancias a que el operario debe moverse o caminar aparecerán claramente. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deben estar indicadas también, ilustrando así el patrón de movimientos utilizando en la ejecución de elementos sucesivos.

El valor de identificar plenamente el método en estudio es inapreciable, un estándar por el tiempo que el método estudiado este vigente, es necesario que tal método sea conocido perfectamente. Cambios mayores de los métodos se hacen frecuentemente sin dar aviso al Departamento de estudios de tiempos, por lo que la investigación revelará que un cambio en el método habrá sido la causa de un estándar no equitativo. Si no es posible recabar esta información y la tasa es muy holgada, el único recurso de que dispone el analista es dejar la tasa tal como está mientras dure este trabajo, o bien, cambiar el método de nuevo y estudiar luego inmediatamente el trabajo. Por otro lado deberá registrarse información acerca del tipo de material que ha

venido usándose, así como del material que se emplea en las herramientas de corte. Se ha dicho también que hay que mejorar los métodos continuamente con objeto de progresar; es necesario hacer y registrar un análisis completo de los materiales y los métodos existentes, antes de comenzar a tomar las lecturas cronométricas.

#### 3.2.5.4 Registro de información significativa

Debe anotarse toda la información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos estándares; también será útil para mejoras de métodos, evaluación de operaciones y de las herramientas y comportamiento de las máquinas. Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo; estas son: Las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como índice de calor, tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

#### 3.2.5.5 Colocación o emplazamiento del observador

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. En el curso de estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el

operario, pues esto tendería a trastornar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

#### 3.2.5.6 División de la operación en elementos

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de tareas, conocidos por elementos. A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimiento distintivo.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos:

1. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se afectan.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los de la ejecución manual.
3. No combinar constantes variables
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico
5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud

#### 3.2.5.7 Toma de tiempos

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio; estos son:

Método continuo: En esta técnica, se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio; el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento. Esta técnica es muy utilizada, para registrar valores elementales de tiempo por varios motivos, siendo la razón más significativa de todas, el hecho de que este tipo de estudio presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes.

En esta técnica, el trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta.

Método Regreso a Cero: En esta técnica, el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero inmediatamente, por lo que al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro debe partirse de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y el mismo se devuelve a cero otra vez. Esta técnica tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Una de las objeciones al método de regreso a cero que ha percibido considerable atención, particularmente de organismos laborales, es el tiempo que se pierde en poner en cero el cronómetro. En resumen, la técnica de regreso a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo en regresar a cero el cronómetro; por lo tanto se introduce a un error acumulativo en el estudio.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos
3. No siempre se obtiene registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

#### 3.2.5.8 Calificación de la actuación del operario

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de un concepto de un operario normal que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se le expresa en forma decimal o en por ciento y se le 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 promedio, el principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio para cada elemento aceptable efectuado durante el estudio.

#### 3.2.5.9 Aplicación de márgenes o tolerancias

Para llegar a un estándar justo para un operario normal que labore con un esfuerzo del tipo medio, debe incorporarse cierto margen o tolerancia al tiempo nivelado o tiempo base, pues el estudio de tiempos se lleva a cabo en un periodo relativamente corto y hay que eliminar los elementos extraños al determinar el tiempo normal.

#### 3.2.5.10 Márgenes o tolerancias

Consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo. Se debe asignar un margen o tolerancia al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente mantenible por la actuación del trabajador medio a un ritmo normal continuo; las

tolerancias se aplican para cubrir tres amplias áreas, que son las demoras personales, la fatiga y los retrasos inevitables.

Las tolerancias se aplican a tres categorías del estudio que son:

1. Tolerancias aplicables al tiempo total de ciclo
2. Tolerancias aplicables solo al tiempo de empleo de la máquina
3. Tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancia estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que un observador estudie dos o quizá tres operaciones durante un largo periodo. La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante estudios de muestreo de trabajo.

#### 3.2.5.11 Retrasos personales

Las condiciones generales en que se trabaja y la clase de trabajo que se desempeña, influirá en el tiempo correspondiente a retrasos personales. El tiempo por retrasos personales dependerá naturalmente de la clase de persona y de la clase de trabajo. Estos retrasos, incluyen interrupciones en el trabajo necesarias para el trabajador como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño. Las condiciones generales del trabajo y la clase de trabajo, influirán sobre el tiempo necesario para cubrir necesidades personales. Así como el trabajo pesado a altas temperaturas requerirá de mayores tolerancias que el realizado a temperaturas moderadas.

#### 3.2.5.12 Fatiga

Estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, está el margen

por fatiga. En las tolerancias por fatiga no está en condiciones de calificarlas con base en teorías racionales y sólidas, y probablemente nunca se podrá lograr lo anterior.

La fatiga no es homogénea; va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica e incluye una combinación de ambas.

Los factores más importantes que afectan la fatiga son bien conocidos y se han establecido claramente. Algunos de ellos son:

1. Condiciones de trabajo

- a. Luz
- b. Humedad
- c. Temperatura
- d. Frescura del aire
- e. Color de local y de sus alrededores
- f. Ruido

2. Repetitividad del trabajo

- a. Concentración necesaria para ejecutar la tarea
- b. Monotonía de movimientos corporales semejantes
- c. La posición que debe asumir el trabajador para ejecutar algo.
- d. Cansancio muscular debido a la distensión de músculos.

3. Estado general de salud del trabajador, físico y mental

- a. Estaturas
- b. Dietas
- c. Descanso
- d. Estabilidad emotiva
- e. Condiciones domésticas

### 3.2.5.13 Método Sistemático para la Asignación y Determinación de las Concesiones por Fatiga

El método sistemático para determinar las concesiones por fatiga, se basa en los siguientes puntos:

1. Condiciones de trabajo (Temperatura, condiciones ambientales, humedad, nivel de ruido e iluminación).
2. Repetitividad y esfuerzo aplicado (Duración del trabajo, repetición del ciclo, esfuerzo físico, mental y visual).
3. Posición de trabajo (Parado, sentado, moviéndose y altura de trabajo).

Cada uno de los factores específicos antes mencionados, contienen grados definidos operacionalmente. Una vez hecho el estudio de las concesiones de tiempo por fatiga, debe completarse incluyendo las concesiones por necesidades personales, por demoras inevitables y otras, que así designe la empresa; tal registro quedara impreso en la Hoja de Concesiones de Tiempo

### 3.2.5.14 Retrasos inevitables

Es un suceso completamente ajeno a la voluntad y control del trabajador, que le impide realizar su trabajo de manera productiva; entre las que se pueden mencionar: la hora de almuerzo de los operarios, necesidades personales, instrucciones de jefe, etc. Las demoras inevitables incluyen interrupciones hechas por el supervisor, analista de tiempos y otros, irregularidades en los materiales, dificultad de mantener tolerancias e interferencias debidas a la asignación de varias máquinas a un operario. Cada operario tendrá numerosas interrupciones en el curso del día de trabajo.

#### 3.2.5.15 Retrasos evitables

Estas demoras pueden ser tomadas en cuenta por el operario a costa de su rendimiento o productividad, pero no se proporciona ninguna tolerancia por estas interrupciones del trabajo en la elaboración del estándar. Es cualquier tiempo asignado a una tarea, que está bajo el control del trabajador y que ha sido gastado inactivamente, o para ejecutar operaciones innecesarias para la realización del trabajo. Entre las que se pueden mencionar: mala operación, ocio, falta de equipo, etc. En la determinación del tiempo estándar no se consideran las demoras evitables causadas intencionalmente por el obrero.

#### 3.2.5.16 Aplicación de las tolerancias o márgenes

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permite al operario de tipo medio cumplir con el estándar cuando trabaja a ritmo normal. La tolerancia se basa en el tiempo de producción normal, puesto que es este valor al que se aplicará el porcentaje en estudios subsecuentes.

#### 3.2.5.17 Calificación de la actuación

La calificación de la actuación es probablemente el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo. Ciertamente es el paso más sujeto a crítica, puesto que se basa enteramente en la experiencia, adiestramiento y buen juicio del analista de medición del trabajo. La calificación de la actuación es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

### 3.2.5.18 Calificación de la estación de trabajo

A medida que el operario avance de un elemento al siguiente, el analista evaluará la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación, la efectividad, y todos los demás factores que influyen en el rendimiento, por el método prescrito. Es en este tiempo cuando la actuación del operario resulta evidente para el observador en comparación con la actuación normal. Entre los métodos para realizar la calificación de la estación de trabajo se tienen los siguientes:

#### Sistema Westinghouse

En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son:

- Habilidad.
- Esfuerzo o empeño.
- Condiciones del trabajo.
- Consistencia.

La habilidad se define como: pericia en seguir un método dado y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen 6 grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: Deficiente, Aceptable, Regular, Buena, Excelente y Extrema. El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías, que va desde +15% hasta -22%.

Según el sistema el esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser en alto grado por el operario. Pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al excesivo se le asigna valor de +13% hasta -17%.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación.

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. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones que van desde más 6% hasta menos 7% estas condiciones de estado general se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

El último de los cuatro factores es la consistencia del operario. La consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican consistencia perfecta; hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable, y deficiente, asignando el valor más 4% a la consistencia perfecta y de menos 4% a la deficiente.

#### Calificación por velocidad

Se considera la rapidez de realización (por unidad de tiempo). El observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a cabo el mismo trabajo, y luego asigna un

porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal.

### 3.2.5.19 Número de ciclos a estudiar

Uno de los temas que ha ocasionado considerables discusiones entre los analistas de tiempos y representantes sindicales, es el número de ciclos que hay que estudiar para llevar un estándar equitativo. Puesto que la actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo, influyen directamente en el número de ciclos (muestras) que deben estudiarse desde el punto de vista económico, no es posible apoyarse totalmente en la práctica estadística que requiere un cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas de elementos individuales.

Un ciclo de trabajo es la secuencia de elementos que constituyen el trabajo o serie de tareas en observaciones. El número de ciclos en el trabajo que debe cronometrarse depende del grado de exactitud deseado y de la variabilidad de los tiempos observados en el estudio preliminar.

Es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados como objeto de asegurar la existencia de una muestra confiable, y tal valor, moderado aplicando un buen criterio, dará al analista una útil guía para poder decidir la duración de la observación.

El número de ciclos que debe observarse para tener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de las siguientes normas:

1. El número de ciclos varía en función de las variaciones de los tiempos de los elementos de la tarea.
2. El número de ciclos dependerá del grado de exactitud que se desee.

3. En un trabajo que dure varios años y en el que intervengan varios operarios, es conveniente obtener tiempos exactos.
4. Si el trabajo se efectúa sólo esporádicamente con la intervención de un (1) sólo operario, no será necesario una exactitud muy rigurosa.
5. El estudio debe hacerse por un número de ciclos que permita observar varias veces los elementos pocos presentes.
6. Cuando trabaje más de un (1) operario en la misma tarea será mejor hacer un estudio breve (algunos 10 ciclos) de varios operarios separadamente.

Siempre que sea posible, los estudios de tiempos deben efectuarse con trabajadores que representen velocidad o habilidad media del taller o Departamento y no con operarios muy rápidos o muy lentos.

El trabajador representativo es aquel que posee inteligencia y facultades físicas necesarias y la formación y experiencia suficientes para ejecutar la tarea con arreglo a normas aceptables, y cuya habilidad y rendimiento son el promedio dentro del grupo considerado.

El registro de tiempo de cada elemento se hace de acuerdo al método que mejor le convenga al analista de tiempo (continuo o vuelta a cero).

En términos prácticos, en la medida en que se estabilizan los tiempos de todos los elementos, en todos los ciclos observados, en esa medida se necesitan menos observaciones del trabajo o actividad. Por lo general, ciclos cortos requieren mayor número de observaciones a realizar para obtener una muestra representativa en el cálculo del Tiempo Estándar. Entre los métodos estadísticos para calcular el número de ciclos a observar, están:

- Método estadístico Distribución T- Student.
- Método General Electric.

### 3.2.5.20 Método General Electric (Se utilizara en esta investigación)

Es un método que establece el número de ciclos a estudiar en función de la duración de los mismos y es el más recomendado cuando los tiempos de ejecución son largos. (ver Anexo B).

### 3.2.5.21 Tiempo estándar

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tiempo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignando a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos.

#### Cálculo del tiempo estándar

Luego que concluye el estudio de tiempos se procede a determinar el tiempo estándar. Primeramente se procede a calcular el Tiempo Promedio Seleccionado, el cual viene dado por:

$$TPS = \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n} \text{ (Ec. 3.1)}$$

Donde;

- TPS: Tiempo Promedio Seleccionado.
- n: Número de observaciones tomadas.
- $x_i$ : Cada una de las lecturas de tiempo tomadas.

Una vez obtenido el Tiempo Promedio Seleccionado, se procede a calcular el tiempo normal mediante la ecuación que sigue.

$$TN = TPS * CV \text{ (Ec. 3.2)}$$

Donde;

- TN: Tiempo Normal.
- TPS: Tiempo Promedio Seleccionado.
- CV: Calificación de Velocidad.

Luego de obtener el Tiempo Normal, se calcula el tiempo estándar, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$TE = TN + \sum TOL \text{ (Ec. 3.3)}$$

Donde;

- TE: Tiempo Estándar.
- $\Sigma TOL$ : Sumatoria de Tolerancias.

Para obtener la Sumatoria de Tolerancias se debe calcular la Jornada Efectiva de Trabajo, aplicando la siguiente ecuación:

$$JET = JT - \left( \sum \text{Tolerancias Fijas} \right) \text{ (Ec. 3.4)}$$

Donde;

- JET: Jornada Efectiva de Trabajo.
- JT: Jornada de Trabajo.
- $\Sigma$ Tolerancias Fijas: Almuerzo más Tiempo de organización del puesto de trabajo antes y después de la jornada.

Seguidamente se determina las tolerancias por concepto de Concesiones Asignadas y Necesidades Personales (NP) las cuales se deducen del Tiempo Normal.

JET – (Conces. por Fatiga + NP) → (Conces. por Fatiga + NP)

TN → X

Donde;  $X = \Sigma TOL.$

### 3.2.5.22 Requerimiento de Mano de Obra

Uno de los objetivos que persiguen los Estudios de Tiempos es establecer la cantidad de personal necesario para realizar las operaciones, seguir los tiempos totales de producción, el rendimiento del operador y las cantidades a producir con relación a las cargas de trabajo de los operadores. En otras palabras, es la cantidad de equipos y/o personas necesarias y suficientes para realizar eficientemente las labores inherentes a sus funciones en el área de trabajo.

El requerimiento se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Req = \frac{T.T.T.A.}{T.T.T. - T.T.I.} \text{ (Ec.3.5)}$$

Donde;

- T.T.T.A.: Tiempo Total de Trabajo y Atención.
- T.T.T.: Tiempo Total de Turno.
- T.T.I.: Tiempo Total Inactivo.
- Req: Requerimiento de Mano de Obra.

Para obtener el Tiempo Total de Trabajo y Atención se procede aplicando la siguiente ecuación:

$$T.T.T.A. = TE * FE \text{ (Ec. 3.6)}$$

Donde;

- T.T.T.A.: Tiempo Total de Trabajo y Atención.
- TE: Tiempo Estándar.
- FE: Frecuencia Estándar.

### 3.2.5.23 Frecuencia Estándar

Indica el número de veces que se puede realizar una determinada actividad para cumplir con los planes de producción establecidos, metas de trabajo, entre otras. Para el cálculo de la frecuencia se utiliza la siguiente formula:

$$frecuencia = \frac{N^{\circ} \text{ dia}}{\text{año}} \times N^{\circ} \text{ equipo} \times 4 \frac{\text{viajes}}{\text{dia} \cdot \text{equipo}} \text{ (Ec. 3.7)}$$

### 3.2.5.24 Carga de Trabajo

Es el tiempo total en que un equipo o persona se encuentra operativa, durante una jornada continua de trabajo. La carga de trabajo está dada por la siguiente ecuación:

$$CT = \left( \frac{T.T.T.A.}{T.T.T.} \times 100\% \right) + \%DI \text{ (Ec. 3.8)}$$

Donde;

- T.T.T.A.: Tiempo Total de Trabajo y Atención.

- T.T.T.: Tiempo Total de Turno.
- %DI: Porcentaje de Demoras Inevitables.
- CT: Carga de Trabajo.

Para obtener el Porcentaje de Demoras Inevitables se procede aplicando la siguiente ecuación:

$$\%DI = \frac{\sum DI}{T.T.T.} \times 100\% \text{ (Ec. 3.9)}$$

Donde;

- %DI: Porcentaje de Demoras Inevitables.
- T.T.T.: Tiempo Total de Turno.
- $\Sigma DI$ : Sumatoria de Demoras Inevitables.

\*Nota: el %DI puede ser sustituido por el Factor de Concesiones.

$$FC = \frac{\text{Concesiones} * \text{Días Hábiles} / \text{Semana}}{\text{Minutos Disponibles} / \text{Semana}} \times 100\% \text{ (Ec. 3.10)}$$

Donde;

- FC: Factor de concesiones.

### 3.2.5.25 Porcentaje de Utilización

Se puede definir como la cantidad de tiempo en términos porcentuales en que una máquina u operador ejecutan una actividad en una jornada determinada de trabajo, la cual no incluye las tolerancias por demora. El porcentaje de utilización se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$\%U = \frac{NOP}{NO} \times 100\% \text{ (Ec. 3.11)}$$

Donde;

- %U: Porcentaje de Utilización.
- NOP: Número de observaciones en que el equipo u operario está operando.
- NO: Número de observaciones totales en un tiempo (t) determinado.

### **3.2.6 NORMAS DE TIEMPO PARA EL TRABAJO CON MÁQUINAS**

#### **3.2.6.1 Control de instalaciones y máquinas**

Se entiende por control de instalaciones y máquinas los procedimientos y medios para planificar y verificar el buen funcionamiento y utilización de las diversas partes de la fábrica y de su maquinaria.

En muchas empresas, una proporción considerable del capital invertido corresponde, globalmente, a los edificios, las máquinas y herramientas, y es muy posible entonces que los gastos por servicio del capital, mantenimiento de las máquinas y amortización de los equipos sea en total superior a cualquier otro gasto de la fábrica. Muy a menudo los costos por concepto de maquinaria son mucho mayores que el total de los salarios pagados, de modo que es de primordial importancia aprovechar todas las instalaciones.

### 3.2.6.2 Términos y conceptos empleados cuando se estudia la utilización de máquinas

- Tiempo máximo de máquina: es el máximo teórico durante el cual podría funcionar una máquina o grupo de máquinas en un periodo dado.
- Tiempo utilizable: es aquel donde la máquina tiene quien la atiende.
- Tiempo inactivo: es aquel donde la máquina podría utilizarse para producir o con otros fines, pero no se aprovecha por falta de trabajo, de materiales o de obreros, comprendido el tiempo cuando falla la organización de la empresa.
- Tiempo accesorio: es aquel donde la máquina deja momentáneamente de funcionar con fines de producción, mientras la adaptan, la ajustan o la limpian.
- Tiempo muerto: es aquel donde la máquina no puede funcionar con fines de producción ni fines accesorios por avería, operaciones de mantenimiento u otras razones análogas.
- Tiempo de marcha: es aquel donde la máquina efectivamente funciona.
- Tiempo de marcha de norma: es aquel que debería tardar la máquina en producir determinada cantidad funcionando en condiciones óptimas. (ver Figura N°3.1).

### 3.2.6.3 Índice de utilización de la máquina

Este índice nos da la proporción de la jornada total en que se hizo funcionar la máquina.

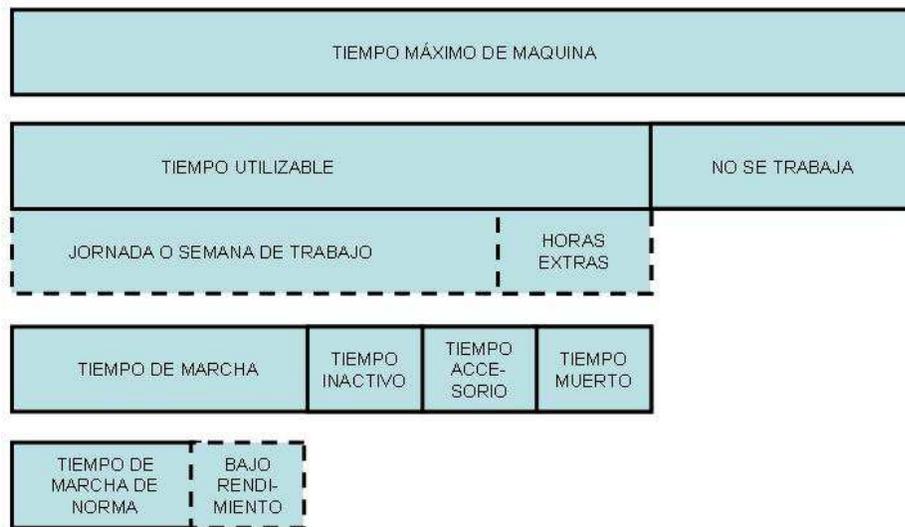
Viene dado por: 
$$\frac{\text{Tiempo de marcha}}{\text{Tiempo utilizable}} \text{ (Ec. 3.12)}$$

### 3.2.6.4 Índice de eficiencia de la máquina

Este índice nos indica hasta que punto la máquina rinde los mejores resultados de que es capaz

Viene dado por: 
$$\frac{\text{Tiempo de marcha de norma}}{\text{Tiempo de marcha}} \text{ (Ec. 3.13)}$$

Figura N° 3.1 - Diagrama Explicativo del Tiempo de Máquina



Fuente: Estudio del Trabajo de la OIT.

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1 TIPO DE ESTUDIO.**

El desarrollo de este estudio requiere la aplicación de un diseño no experimental de tipo exploratorio – descriptivo basándose en el conjunto de actividades que se llevan a cabo en los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje, siendo estas técnicas metodológicas las más adecuadas para alcanzar los objetivos propuestos así como para realizar el proceso de recolección de datos e información. La elección de la metodología anteriormente mencionada se debe a las razones siguientes:

##### **4.1.1 SEGÚN EL NIVEL DE PROFUNDIDAD: DESCRIPTIVA**

El nivel de profundidad y amplitud de las variables estudiadas es descriptiva, pues se basa en la descripción, registro y análisis e interpretación de la naturaleza actual de la composición de los procesos de los fenómenos, para presentar una interpretación correcta.

##### **4.1.2 SEGÚN EL NIVEL DE CONOCIMIENTO: DE CAMPO**

Porque este tipo de investigación comprende el método para recopilar información directamente de la realidad, pues los datos recopilados para

realizar dicho análisis serán tomados directamente en la áreas involucradas, esto es con el objetivo de obtener un mayor conocimiento de los elementos relacionados, esenciales para el soporte que justifique el estudio y garantice la información.

#### **4.1.3 SEGÚN LA EVALUACIÓN DEL OBJETO QUE ESTUDIA: VALORACIÓN DE NECESIDADES**

Porque los resultados generados por la investigación proporcionaran a quien toma las decisiones información para emprender acciones.

#### **4.1.4 SEGÚN LA FUENTE DE DATOS QUE SE UTILIZÓ: MIXTAS**

Se utilizaron fuentes primarias; es decir, la información fue recogida por el investigador; fuentes secundarias; es decir, se utilizaron datos o hechos recogidos por personas distintas al investigador y para otros fines e investigaciones diferentes. Por esto se dice que es mixta porque se aplican simultáneamente los dos tipos de fuentes de recolección de datos

#### **4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para determinar el requerimiento de equipos móviles industriales de los Departamentos Mantenimiento Alto voltaje y Operaciones Alto Voltaje la población esta dada por todas las actividades realizadas es estos departamentos y la muestra está integrada por el conjunto de actividades realizadas en el turno normal (7:00am-4:00pm) por los equipos asignados a dichos Departamentos

### **4.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la obtención y medición de los datos así como de la información relacionada con el estudio se utilizarán las siguientes técnicas de recolección de datos basadas en métodos científicos.

#### **4.3.1 OBSERVACIÓN DIRECTA**

Mediante la observación directa a través de visitas efectuadas a las áreas donde se encuentran los equipos móviles se podrá identificar, recabar y anotar toda la información para el desarrollo del estudio.

#### **4.3.2 ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS**

Este tipo de instrumento se utilizará principalmente para obtener la información precisa y detallada de las actividades que realizan los equipos móviles industriales. Será aplicado a las personas ligadas directamente con el estudio.

### **4.4 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS**

#### **4.4.1 RECURSOS FÍSICOS**

- Tablero de madera.
- Cronómetro digital.
- Lapiceros y lápices.
- Hojas tamaño carta.
- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora.

#### **4.4.2 RECURSO HUMANO**

- Personal bibliotecario.
- Analistas de la Gerencia de Ingeniería Industrial.
- Personal de la Superintendencia de Servicios Industriales.
- Personal de los Departamentos Operaciones Alto Voltaje y Mantenimiento Alto Voltaje
- Operadores de los equipos.
- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.

#### **4.4.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- Botas de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Protector respiratorio.
- Camisa manga larga.
- Chaqueta (tela jean).
- Pantalón largo (tela jean).

#### **4.5 PROCEDIMIENTO**

- Consultas en el Centro de Información Tecnológica con el fin de obtener información teórica necesaria para la realización del estudio.
- Visita al área, con el objetivo de familiarizarse con el proceso productivo del Departamento a estudiar.

- Entrevista con jefes de Departamento, supervisores de turno y operadores de los equipos móviles para conocer con exactitud cada una de las actividades que realizan dichos equipos.
- Determinación y descripción detallada de las actividades realizadas por los equipos móviles del área estudiada
- Recopilación de la duración de las actividades mediante estudio de tiempos y seguimiento de 5 días a la semana durante dos semanas continuas (a cada uno de los equipos móviles), aplicando la técnica de cronometraje continuo.
- Cálculo de tiempo promedio de duración de las actividades.
- Determinación de la frecuencia estándar de realización de las actividades. (obviar actividades esporádicas o no comunes).
- Calcular demoras inevitables y evitables.
- Determinar la carga de trabajo con los siguientes datos:
  - Tiempo Total de Trabajo y Atención (T.T.T.A).
  - Frecuencia de realización de las actividades (F).
  - Porcentaje de Demoras Inevitables (%DI).
  - Tiempo Total de Trabajo (T.T.T).
- Determinar el Requerimiento Estándar de equipos móviles con los siguientes datos:
  - Tiempo Disponible de trabajo (TD).
  - Tiempo Total de Trabajo y Atención (T.T.T.A).

## **CAPÍTULO V**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

#### **5.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES CRÍTICAS**

Dentro de las actividades realizadas de manera conjunta por los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje tenemos las denominadas por el investigador como actividades críticas; es decir, las actividades por las cuales los encargados de ejecutarlas solicitan el vehículo móvil liviano (CUSHMAN).

Estas actividades son las siguientes:

- Calibración del medidor de flujo de corriente
- Cambio de las barras seccionadoras DC

##### **5.1.1 CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE FLUJO DE CORRIENTE**

En esta actividad se trasladan un ingeniero perteneciente al Departamento Operaciones Alto Voltaje y dos electricistas pertenecientes al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje desde el taller de reparación de transformadores hasta donde están ubicados los transforectificadores de los complejos I y II; es decir, a una distancia que puede variar entre 100 y 300 m, dependiendo

del transformador al cual se le va a realizar el mantenimiento.

Además, estos trabajadores deben acarrear con las herramientas necesarias para realizar la calibración, lo cual se hace con dos carros que son empujados hasta el sitio. A continuación se tabulan los objetos que son acarreados por los electricistas dentro de dichos carros (ver Tabla. N° 5.1)

Tabla N° 5.1 - Herramientas y equipos para calibrar medidor de flujo

Herramienta ó Equipo	Peso (Kg)
Cabezal patrón	70
Señorita 3t	30
Uillaje	20
Caja de Herramientas	15
Aislantes	5
Equipos de Medición	30
Carro de Carga Metálico	50
Carro de carga Plástico	25
Total	245

Fuente: Supervisor del área.

También, cabe destacar que el sitio donde se realiza la operación de calibrado no se tiene acceso para la camioneta, por lo cual es necesario trasladar las herramientas y equipos de manera manual o con un vehículo móvil liviano (CUSHMAM) facilitado por otro departamento.

Por otra parte, la actividad no se pudo observar con regularidad porque durante el estudio las condiciones climáticas estuvieron caracterizadas por

alta nubosidad y lluvias, es por esto que la frecuencia de las actividades fue obtenida de parte del ingeniero encargado de realizar la operación; dicha frecuencia es de una calibración anual a cada transforectificador y se cuenta en la actualidad con 24 equipos por lo que la frecuencia estándar es de 24 calibraciones al año.

### **5.1.2 CAMBIO DE LAS BARRAS SECCIONADORAS DC**

En esta actividad se trasladan un ingeniero perteneciente al Departamento Operaciones Alto Voltaje y tres electricistas pertenecientes al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje desde el taller de reparación de transformadores hasta donde están ubicadas las barras seccionadoras DC, siendo esto en los transforectificadores de los complejos I y II o dentro del sótano de los complejos I y II dependiendo de cual barra sea (la del polo positivo o la del polo negativo); es decir, a una distancia que puede variar entre 100 y 350 m dependiendo del transforectificador al cual se le va a realizar el mantenimiento.

Por otro lado, estos trabajadores deben subir las barras con la grúa puente del taller de reparación de transformadores en el vehículo para trasladarlas a los complejos o sótanos de los complejos para luego bajarlas y montarlas en otro carro manual más pequeño para desplazarlas 25 m hasta donde van a ser montadas; esto porque la camioneta no tiene acceso debido a sus dimensiones. Para hacer el cambio son necesarias algunas herramientas que igualmente deben ser trasladadas al sitio. A continuación se tabulan los objetos que son utilizados por los electricistas al momento de realizar la operación.(ver Tabla. N° 5.2)

Tabla N° 5.2 - Herramientas para el cambio de barras seccionadoras. DC

Herramienta	Peso (Kg)
Barras seccionadoras	400
Rache 6"	12
Señorita 3t	30
Caja de Herramientas	15
Llave Tubo 6"	10
Llave doble boca 6"	8
Mandarria	25
Carro de Carga Metálico	50
Total	550

Sin embargo, está claro que en el sitio donde se realiza la operación de cambio de barras seccionadoras DC hay que hacer un trasbordo de la barra seccionadora de un vehículo a otro, lo que genera pérdida de tiempo y retrasos en la puesta en marcha del transformador, pudiendo esto ser evitado utilizando un vehículo móvil liviano (CUSHMAN).

Por otra parte, la actividad no se pudo observar durante el estudio porque las condiciones climáticas estuvieron caracterizadas por alta nubosidad y lluvias, es por esto que la frecuencia de las actividades fue obtenida de parte del ingeniero encargado de realizar la operación; dicha frecuencia es de un cambio anual a cada transformador y se cuenta en la actualidad con 24 equipos tomando en cuenta que cada transformador utiliza dos barras seccionadoras DC tenemos que la frecuencia estándar está dada por 48 cambios al año.

## 5.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS

Los Departamentos Operaciones Alto Voltaje y Mantenimiento Alto Voltaje son departamentos que trabajan de manera conjunta para mantener el buen funcionamiento de los equipos que trabajan con alta tensión dentro de la planta, para ello ambos departamentos requieren que su personal se traslade junto con las herramientas necesarias a los diferentes lugares donde estén ubicados dichos equipos.

En la actualidad el Departamento Mantenimiento Alto Voltaje cuenta con una camioneta doble cabina (V-488) y un camión cesta (V-194), por otro lado el Departamento Operaciones Alto Voltaje tiene asignada una camioneta (V-429), y es con estos vehículos que dichos departamentos realizan sus funciones. (ver Tabla. N° 5.3)

Tabla N° 5.3 - Vehículos asignados a los Departamento en estudio.

Vehículo	Departamento Asignado
Camioneta doble cabina V-488	Mantenimiento Alto Voltaje
Camión Cesta V-194	Mantenimiento Alto Voltaje
Camioneta V-429	Operaciones Alto Voltaje

Dentro de las funciones que realizan los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje se tienen las siguientes:

### **Funciones del Departamento Mantenimiento Alto Voltaje**

- Ejecutar los programas de mantenimiento preventivo, correctivo y programado de los equipos de alto voltaje, de acuerdo a la planificación y

programación mantenimiento, así como lo relativo a las paradas y puesta en marcha de los equipos por mantenimiento preventivo, a los fines de garantizar la continuidad de los proceso productivos.

- Aplicar programas y realizar el mantenimiento, verificación y calibración de los equipos y sistemas de medición de corriente, voltaje y potencia AC y DC, pertenecientes al área de alto voltaje, de acuerdo a los programas de mantenimiento establecidos a fin de mantener dichos equipos y sistemas en condiciones de operatividad y disponibilidad. Detectar necesidades de reemplazo, modificaciones o mejoras de equipos o componentes, que permitan mantener su rendimiento dentro de los parámetros establecidos.
- Determinar e implantar acciones preventivas o correctivas ante situaciones o desviaciones que puedan afectar la operabilidad de los equipos.
- Coordinar junto con el Departamento Operaciones Alto Voltaje y Superintendencia Planificación e Ingeniería de Mantenimiento lo relativo a las paradas y puesta en marcha de los equipos por efectos del mantenimiento preventivo, así como la aceptación de los mismos luego del mantenimiento correctivo.
- Participar con la Superintendencia Servicios Industriales en la elaboración y ejecución de los planes definidos en concordancia con los objetivos y lineamientos establecidos por la Gerencia de Mantenimiento Industrial y Gerencia General de Planta.
- Ejecutar acciones de mejoramiento continuo de acuerdo a los lineamientos establecidos, desviaciones detectadas y aplicación de acciones preventivas y correctivas a los procesos que conllevan a la ejecución del mantenimiento.

- Mantener control sobre la prestación de servicios de mantenimiento contratados a los fines de verificar el cumplimiento de las cláusulas contractuales y emitir observaciones para la aplicación de las medidas que correspondan.
- Cumplir con las normas y especificaciones técnicas de diseño y montaje de equipos, en la ejecución del mantenimiento.
- Determinar necesidades y suministrar información de base para el establecimiento de repuestos críticos y de stock de almacén, a fin de contribuir con el establecimiento de niveles óptimos de inventario.
- Emitir y canalizar según los procedimientos vigentes, solicitudes de pedido por requerimientos de renglones no stock de almacén que surjan por necesidades de mantenimiento.
- Suministrar información requerida para la elaboración, ajustes o reconsideraciones a los programas, así como para la realización de inspecciones o auditorias a los equipos.
- Mantener información actualizada sobre comportamiento de equipos, mantenimiento aplicado, cumplimiento de programas, consumo de materiales y horas/hombres, para el control de la gestión de mantenimiento.
- Acatar y cumplir con las normas de higiene y seguridad industrial y el respectivo uso de los implementos y equipos de protección personal.

### **Funciones del Departamento Operaciones Alto Voltaje**

- Asegurar el suministro de energía eléctrica continua a la Gerencia Reducción dentro de los valores requeridos y parámetros establecidos.

- Garantizar el suministro de energía eléctrica alterna, requerida en las diferentes áreas de la empresa.
- Mantener el control de las desviaciones presentadas en la operación de los equipos y establecer e implantar correctivos cuando el caso lo amerite.
- Determinar e implantar acciones preventivas o correctivas ante situaciones o desviaciones que puedan afectar la continuidad de las operaciones.
- Mantener relación del consumo de energía eléctrica en la empresa a los fines de constatar lo facturado por la compañía de electricidad.
- Establecer acciones y estrategias que permitan atender con prontitud las contingencias provocadas en los equipos.
- Garantizar que la operación de los equipos se realice de acuerdo a las normas y parámetros establecidos, así como implementar las acciones necesarias tendientes a controlar las operaciones.
- Participar con la Superintendencia Servicios Industriales en la elaboración y ejecución de los planes estratégicos definidos en concordancia con los objetivos y lineamientos establecidos por la Gerencia de Mantenimiento Industrial y Gerencia General de Planta.
- Elaborar los planes de mejoramiento continuo de acuerdo a los lineamientos y objetivos establecidos por la Gerencia de Mantenimiento Industrial, así como su implantación y divulgación que aseguren el dominio y participación de todos los trabajadores de la unidad.
- Propiciar el establecimiento y aplicación de acciones correctivas necesarias, surgidas de las desviaciones detectadas durante la implantación y ejecución de los planes de mejoramiento continuo.

- Solicitar ante la Superintendencia Talleres, la reparación y mantenimiento de los equipos eléctricos.
- Participar en la aceptación o rechazos de materiales y/o repuestos de los equipos asignados conjuntamente con Almacén.
- Canalizar ante el Departamento Mantenimiento Alto Voltaje cualquier desviación detectada en la operatividad de los equipos que amerite de acciones de mantenimiento.
- Establecer acciones que permitan atender con prontitud las contingencias presentadas en el suministro de energía.
- Efectuar reclamos a la compañía de electricidad en caso de presentarse irregularidades que afecten la operabilidad de los equipos.
- Cumplir los programas de capacitación y/o adiestramiento necesarios para el manejo y el análisis estadístico de los indicadores de gestión generados en el control de gestión a fin de asegurar el dominio y la divulgación de la metodología por parte de todos los trabajadores.
- Garantizar y establecer conjuntamente con la División de Ambiente, Higiene y Prevención de Accidentes los mecanismos necesarios de identificación y divulgación de los factores de riesgos físicos, químicos y ambientales en el área de trabajo a fin de evitar accidentes laborales y cumplir con las normas establecidas en esta materia.
- Tramitar y/o coordinar con la División Protección de Planta todo lo relacionado con la entrega y salida de equipos en calidad de préstamos a otras empresas del sector.

- Suministrar información requerida para la elaboración, ajustes o reconsideraciones a los programas, así como para la realización de inspecciones o auditorías a los equipos.

### **5.3 FACTOR SERVICIO**

En CVG VENALUM una de las formas de conocer la disponibilidad del equipo móvil, es a través del factor de servicio, el cual nos va a indicar el porcentaje que estuvo operativo el equipo en determinado lapso de tiempo.

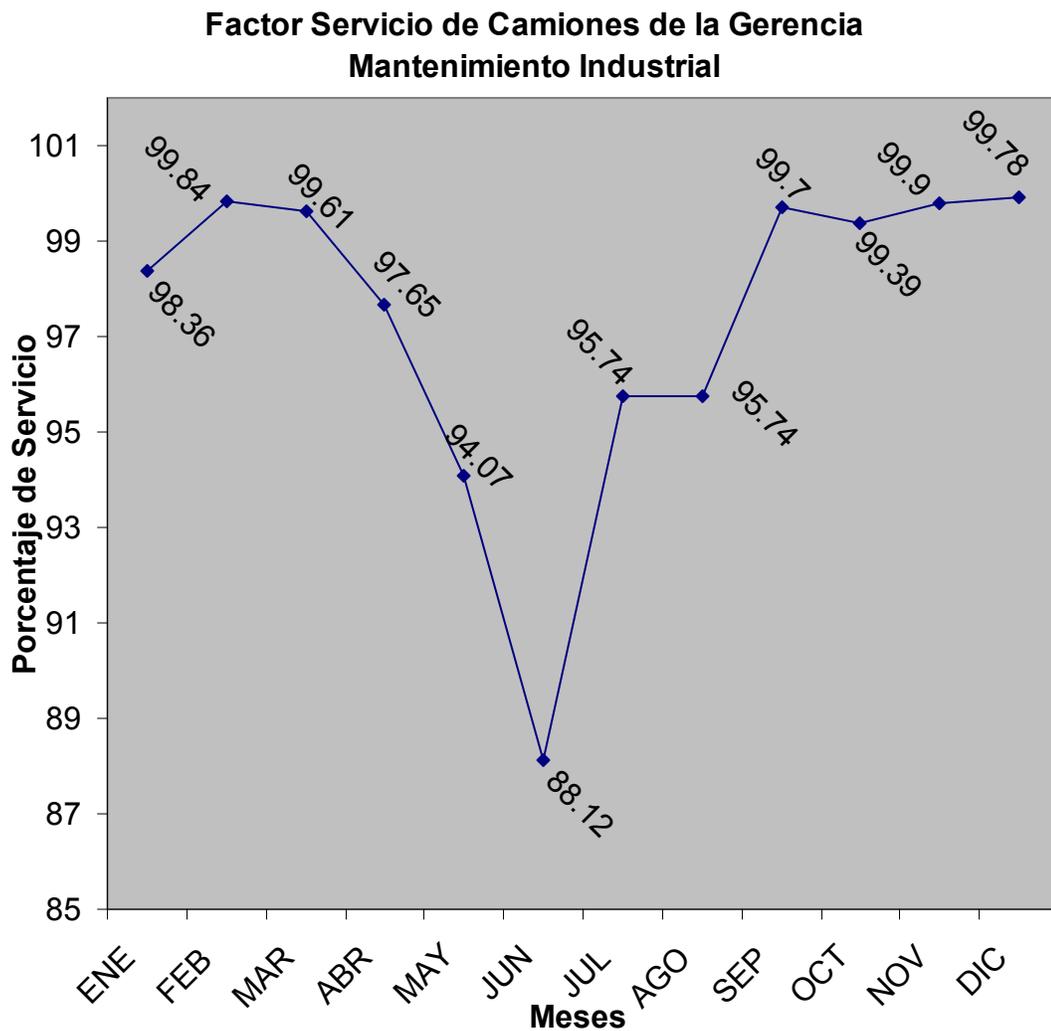
Por tal motivo, se buscaron los factores de servicio de los vehículos en estudio, teniendo como resultado que los vehículos livianos no tienen un control estadístico sobre su disponibilidad y por el contrario los vehículos pesados si tienen un control pero el mismo no es para una unidad en particular sino que están hechos de tal manera que muestran los factores de servicio por Gerencias. Es conveniente acotar que la información de los factores de servicio de los vehículos pesados es controlada por el Departamento de Ingeniería y Planificación de Mantenimiento.

A continuación se muestra gráficamente el factor servicio de los camiones asignados a la Gerencia de Mantenimiento Industrial, a la cual pertenece el camión cesta V-194. (ver Figura N° 5.1).

En esta grafica podemos notar que el factor de servicio de los camiones asignados a la Gerencia de Mantenimiento Industrial (ver Anexo C) tuvo una fluctuación entre 88.1% y 99.9% permaneciendo siempre dentro de los valores considerados como aceptables. Se observo un ligera tendencia a disminuir durante los primeros meses del año y luego a aumentar para cerrar con un factor de servicio de 99.9%; es decir, que los camiones de esta

Gerencia, incluido el camión en estudio presentan una alta disponibilidad. Las consideraciones sobre los valores aceptables son basadas en información generada por el Departamento de Ingeniería y Planificación de Mantenimiento el cual señala que este factor debe ser mayor a 85%.

Figura N° 5.1 - Factor Servicio de Camiones de la Gcia. Mantto. Industrial



Fuente: Ingeniería y Planificación de Mantenimiento (ver Anexo C)

## **5.4 ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS VEHÍCULOS MÓVILES**

### **5.4.1 ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL CAMIÓN CESTA V-194 PERTENECIENTE AL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE**

#### **Mantenimiento a los Transforectificadores**

Esta actividad consiste en movilizar el camión desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de subestación eléctrica para realizar la limpieza de los aisladores de los transforectificadores, en esta actividad el camión permanece en operación durante toda su estadía en el área porque dichos aisladores están ubicados a una altura aproximada de 5 m.

#### **Actividades No Programadas o de Emergencia**

Esta actividad consiste en movilizar el camión cesta desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se presente la emergencia en altura; estas emergencias pueden estar localizadas en cualquier lugar dentro del área de planta donde existan unidades o equipos pertenecientes al Departamento Operaciones Alto Voltaje.

#### **Cambio de Seccionadores**

Esta actividad consiste en movilizar el camión cesta desde el taller de reparación de transformadores hasta la torre de seccionadores para luego realizar las maniobras de cambio de seccionador. Estas maniobras se ejecutan a una altura de 6 m aproximadamente para el desmontaje y montaje del seccionador, el cual tiene un peso aproximado de 60 kilogramos.

## **5.4.2 ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA CAMIONETA DOBLE CABINA V-488 PERTENECIENTE AL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE**

### **Mantenimiento Línea 115 kV**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de subestación eléctrica, lugar donde se encuentran localizada las líneas de 115 kV, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Alimentadores**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de complejo I en la sala de 13.8 kV, lugar donde se encuentran localizados los alimentadores, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y regresa al taller

### **Mantenimiento Torre de Distribución**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizada la torre de distribución para realizar los mantenimientos rutinarios; estas torres están distribuidas en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento de Rectificadores**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de subestación eléctrica, lugar donde se encuentran localizados los rectificadores, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Booster V-Línea**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de V-Línea, lugar donde se encuentra localizado el booster, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Booster Línea 3**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de complejo II, lugar donde se encuentra localizado el booster para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Torre de Enfriamiento de Booster V-Línea**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas

desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de V-Línea, lugar donde se encuentra localizada la torre de enfriamiento de booster, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Swicht Gear Booster V-Línea**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de V-Línea, lugar donde se encuentra localizado el swicht gear booster v-línea, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Abanicos de los PTH**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de complejo I y II, lugar donde se encuentran localizados los abanicos de las plantas de tratamiento de humo, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Compresores (Parte Eléctrica)**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de complejo I, II y V-Línea, lugar donde se encuentran localizados motores de los compresores, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el

vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Motor Torre de Transferencia**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de los silos de alúmina, lugar donde se encuentra localizado el motor de la torre de transferencia para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Transformadores Tipo 1<sup>♥♥</sup>**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizado el transformador tipo 1 para realizar los mantenimientos rutinarios; estos transformadores están distribuidos en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Transformadores Tipo 2<sup>♥♥</sup>**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizado el transformador tipo 2 para realizar los mantenimientos

---

<sup>♥♥</sup> Tipo 1 conformado por los siguientes modelos de equipos: 40-T, 02-T, 10-T, 12-T, 18-T, 20-T, 23-T, 24-T, 25-T, 26-T, 28-T, 30-T, 31-T, 33-T, 47-1-T, 47-2-T, 47-3-T, 47-4-T, Lurgi, Ingeniería de Proyectos, Portón 5, Empleo, Edificio Corporativo 1, Edificio Corporativo 2, Limpieza de Cabos 1, Limpieza de Cabos 2, Automotriz.

<sup>♥♥</sup> Tipo 2 conformado por los siguientes modelos: 22-T, 50-1-T, 50-2-T, 50-3-T, 50-4-T, 50-T-C1, 50-T-C2.

rutinarios; estos transformadores están distribuidos en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Banco de Transformadores**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizado el banco de transformadores para realizar los mantenimientos rutinarios; estos transformadores están distribuidos en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Interruptores de Celdas**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de complejo I, II y V-Línea, lugar donde se encuentran localizados los interruptores de celdas, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento a los Swicht Gear**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizado el swicht gear para realizar los mantenimientos rutinarios; estos swicht gear están distribuidos en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento a los Fuzzy Gear**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizado el fuzzy gear para realizar los mantenimientos rutinarios; estos fuzzy gear están distribuidos en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento de Dispositivos de Emergencia**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el área de complejo I, II y V-Línea, lugar donde se encuentran localizados los dispositivos de emergencia, para realizar los mantenimientos rutinarios. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller.

### **Mantenimiento Banco de Baterías**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizado el banco de baterías para realizar los mantenimientos rutinarios; estos bancos de baterías están distribuidos en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller

## **Mantenimiento Cargador de Baterías**

Esta actividad consiste en trasladar al personal junto con las herramientas desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se encuentra localizado el cargador de baterías para realizar los mantenimientos rutinarios; estos cargadores de baterías están distribuidos en toda la planta. En esta actividad el vehículo permanece fuera del taller mientras realiza el traslado, descarga las herramientas y retorna al taller

## **Traslado de Personal**

Esta actividad consiste en trasladar al personal desde el taller de reparación de transformadores hasta las diferentes áreas de la planta donde estén ubicados los equipos supervisados por el Departamento Mantenimiento Alto Voltaje, para realizar los mantenimiento preventivos y correctivos programados, en esta actividad el vehículo solo lleva al personal, esto se hace de esta manera porque las herramientas ya se encuentran en el área donde se realiza la operación.

## **Supervisión de Trabajos**

Esta actividad realizada por los supervisores de mantenimiento consiste en movilizarse por toda el área donde se estén ejecutando labores de mantenimiento asignadas al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje para verificar el inicio, avance y culminación de las mismas; en esta actividad el supervisor se dirige al sitio donde se realiza la operación permanece algún

tiempo y luego pasa a otra operación y así sucesivamente hasta realizar la supervisión completa de todas las tareas para luego retornar al taller.

### **Traslado a Fallas Ocasionales**

Esta actividad consiste en movilizar la camioneta desde el taller de reparación de transformadores hasta el lugar donde se presente la emergencia o falla imprevista; estas emergencias pueden estar localizadas en cualquier lugar dentro del área de planta donde existan unidades o equipos asignados al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje.

### **Traslado de Equipos**

Esta actividad consiste en trasladar en la camioneta los equipos dañados desde el taller de reparación de transformadores hasta el taller central para su respectiva reparación, y luego de esto son buscados y trasladados en sentido contrario.

### **Traslado de Insumos y Repuestos**

Esta actividad consiste en trasladar en la camioneta los insumos y repuestos desde el almacén hasta el taller de reparación de transformadores para su posterior utilización en las labores de mantenimiento.

## **5.4.3 ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA CAMIONETA V-429 PERTENECIENTE AL DEPARTAMENTO OPERACIONES ALTO VOLTAJE**

### **Desenergizar Equipos para Mantenimiento**

Esta actividad consiste en quitar el suministro eléctrico de los equipos a los

cuales el personal del Departamento Mantenimiento Alto Voltaje le realizará el mantenimiento a posteriori. Para esto los técnicos del Departamento de Operaciones Alto voltaje se trasladan desde el cuarto de control de transforectificadores en la subestación eléctrica del complejo I, hasta el lugar donde se localice el equipo a ser desenergizado o puesto fuera de servicio, cabe destacar que estos equipos están distribuidos por todo la planta.

### **Energizar Equipos Reparados**

Esta actividad consiste en colocar el suministro eléctrico de los equipos a los cuales el personal del Departamento Mantenimiento Alto Voltaje le realizó el mantenimiento. Para esto los técnicos del Departamento de Operaciones Alto voltaje se trasladan desde el cuarto de control de transforectificadores en la subestación eléctrica del complejo I, hasta el sitio donde se localice el equipo a ser energizado, cabe destacar que estos equipos están distribuidos por todo la planta.

### **Supervisión de Trabajos**

Esta actividad realizada por los supervisores de mantenimiento consiste en movilizarse por toda el área donde estén los equipos asignados al Departamento Operaciones Alto Voltaje para verificar el buen funcionamiento de los mismos; en esta actividad el supervisor se dirige al sitio donde se realiza la operación permanece algún tiempo y luego pasa a otra operación y así sucesivamente hasta realizar la supervisión completa de todas las tareas para luego retornar al cuarto de control de transforectificadores en la subestación eléctrica del complejo I.

## **Corrección de Fallas Ocasionales**

Esta actividad consiste en movilizar la camioneta desde el control de transformadores en la subestación eléctrica del complejo I, hasta el lugar donde se presente la emergencia o falla imprevista; estas emergencias pueden estar localizadas en cualquier lugar dentro del área de planta donde existan unidades o equipos asignados al Departamento Operaciones Alto Voltaje.

## **Toma de Lectura de Booster V-Línea**

Esta actividad consiste en trasladarse desde el cuarto de control de transformadores en la subestación eléctrica del complejo I, hasta el booster V-Línea para tomar las lecturas. En esta actividad el técnico del Departamento Operaciones Alto Voltaje permanece cierto tiempo en el sitio para luego retornar al el cuarto de control complejo I.

## **5.5 DEMORAS INEVITABLES OBSERVADAS EN LOS EQUIPOS**

### **5.5.1 DEMORAS INEVITABLES DE LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE**

El chequeo e inspección del equipo se realiza a diario y se caracteriza por hacer una revisión del nivel de agua y aceite como también la revisión de la presión de aire en los neumáticos.

Esta actividad es realizada por los usuarios del vehículo; es decir, los electricistas del Departamento. (ver Tablas. N° 5.4 y 5.5)

Tabla N° 5.4 - Demoras inevitables de la camioneta doble cabina V-488.

<b><u>Demoras Inevitables</u></b>		
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Promedio (min/día)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Chequeo e Inspección del equipo	15	3.13
Suministro de combustible	4.4	0.92
TOTAL	19.40	4.04

Tabla N° 5.5 - Demoras inevitables del camión cesta V-194.

<b><u>Demoras Inevitables</u></b>		
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Promedio (min/día)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Chequeo e Inspección del equipo	15.49	3.23
Mantenimiento rutinario	24	5.00
Suministro de combustible	3	0.63
TOTAL	42.49	8.85

El chequeo e inspección del equipo se realiza a diario y se caracteriza por hacer una revisión del nivel de agua y aceite como también la revisión de la presión de aire en los neumáticos.

Esta actividad es realizada por los usuarios del vehículo; es decir, los electricistas del Departamento.

Por otro lado, el mantenimiento rutinario es realizado por el Taller Mantenimiento Automotriz el cual se encarga de efectuar las revisiones del vehículo, las actividades de revisión hecha en el taller automotriz están descritas en el Anexo D.

### 5.5.1 DEMORAS INEVITABLES DE LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO OPERACIONES ALTO VOLTAJE

El Departamento Operaciones Alto Voltaje tiene dos actividades que son tomadas como demoras inevitables por las características del puesto de trabajo, considerando que los operadores no pueden dejar ni un instante el lugar de trabajo; estas actividades son el traslado de personal para cambio de turno y la búsqueda de comidas. (ver Tabla. N° 5.6).

Tabla N° 5.6 - Demoras inevitables de la camioneta V-429.

<b><u>Demoras Inevitables</u></b>		
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Promedio (min/dia)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Chequeo e Inspección del equipo	25	5.21
Suministro de combustible	17.4	3.63
<b>TOTAL</b>	<b>42.40</b>	<b>8.83</b>

El chequeo e inspección del equipo se realiza a diario y se caracteriza por hacer una revisión del nivel de agua y aceite como también la revisión de la presión de aire en los neumáticos. Esta actividad es realizada por los usuarios del vehículo; es decir, los operadores del Departamento.

También se tiene que el traslado de personal para el cambio de turno se realiza a diario y consiste en llevar desde el cuarto de control de transformadores en la subestación eléctrica del complejo I, hasta la parada de los autobuses y viceversa.

Por ultimo tenemos la búsqueda de comida en la cual se trasladan desde el cuarto de control de transformadores en la subestación eléctrica del complejo I, hasta la cocina central donde se retiran las comidas empacadas y luego se regresa al lugar de partida.

## CAPÍTULO VI

### RESULTADOS

#### 6.1 EXPOSICIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados de la investigación obtenidos por medio de un estudio de tiempo realizado a los equipos móviles de los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje.

#### 6.1.1 RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO ALTO VOLTAJE

A continuación se muestran los resultados derivados del seguimiento al camión cesta V-194 asignado al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje. (ver Tabla. N° 6.1).

Tabla N° 6.1 - Resultados del camión cesta V-194.

<b>EQUIPO</b>	<b>CARGA DE TRABAJO</b>	<b>ACTUALMENTE</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>
Camión Cesta V-194	20.57%	1	1
<b>Actividades</b>		<b>T (min.)</b>	<b>Frecuencia (vez/año)</b>
Mantenimiento a los transforectificadores		137.38	52,00
Actividades no programadas o de emergencia		8.5	26,00
Cambio de seccionadores		279.45	26,00

A continuación se muestran los resultados derivados del seguimiento a la camioneta doble cabina V-488 asignada al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje. (ver Tabla. N° 6.2).

Tabla N° 6.2 - Resultados de la camioneta doble cabina V-488.

<b>EQUIPO</b>	<b>CARGA DE TRABAJO</b>	<b>ACTUALMENTE</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>
Camioneta doble cabina V-488	20.04%	1	1
<b>Actividades</b>		<b>T (min.)</b>	<b>Frecuencia (Traslados/año)</b>
Mantenimiento Línea 115 kV.		14.64	16
Mantenimiento Alimentadores		14.64	108
Mantenimiento Torre de Distribución		14.64	28
Mantenimiento de Rectificadores		14.64	1080
Mantenimiento Booster V-Línea		14.64	84
Mantenimiento Booster Línea 3		14.64	48
Mantto. Torre Enfriamiento Booster V-Línea		14.64	4
Mantto. Swicht Gear Booster V-Línea		14.64	4
Mantenimiento Abanicos de los PTH		14.64	264
Mantto. Compresores (Parte Eléctrica)		14.64	700
Mantto. Motor Torre de Transferencia		14.64	8
Mantenimiento Transformadores Tipo 1*		14.64	208
Mantenimiento Transformadores Tipo 2**		14.64	460
Mantenimiento Banco de Transformadores		14.64	12
Mantenimiento Interruptores de Celdas		14.64	216
Mantenimiento a los Swicht Gear		14.64	264
Mantenimiento a los Fuzzy Gear		14.64	40
Mantto. Dispositivos de Emergencia		14.64	80
Mantenimiento Banco de Baterías		14.64	256
Mantenimiento Cargador de Baterías		14.64	128
Supervisión de trabajos		28.70	390
Fallas ocasionales		24.00	104
Traslado de equipos		17.90	208
Traslado de Insumo y repuestos		25.90	156

## 6.1.2 RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS VEHÍCULOS DEL DEPARTAMENTO OPERACIONES ALTO VOLTAJE

A continuación se muestran los resultados derivados del seguimiento a la camioneta V-429 asignada al Departamento Operaciones Alto Voltaje. (ver Tabla. N° 6.3)

Tabla N° 6.3 - Resultados de la camioneta V-429.

EQUIPO	CARGA DE TRABAJO	ACTUALMENTE	REQUERIMIENTO
Camioneta V-429	82.19%	1	1
Actividades	T (min.)	Frecuencia (Traslados/año)	
Desenergizar equipos para mantenimiento	27.53	988	
Energizar equipos	33.00	988	
Supervisar equipos	34.00	365	
Corrección de Fallas	21.00	104	
Toma de lectura Booster V-línea	22.00	365	
Traslado de personal cambio de turno	32,60	365	
Buscar Comidas	12,2	365	

## 6.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Con relación a los resultados presentados en la parte anterior tenemos, en primer lugar la camioneta doble cabina asignada al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje, presenta una carga de trabajo de 20.04% (ver Anexo E), dando esto un requerimiento de 0.17; es decir, que con este vehículo pueden llevar a cabo las actividades con cierto margen de holgura y por consiguiente no se requiere ningún vehículo adicional.

En segundo lugar tenemos el camión cesta asignado al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje, presentó una carga de trabajo de 20.57% (ver Anexo F), dando esto un requerimiento de 0.13; es decir, que con este vehículo pueden llevar a cabo las actividades con cierto margen de holgura y por consiguiente no se requiere ningún vehículo adicional.

Por ultimo, tenemos la camioneta asignada al Departamento Operaciones Alto Voltaje, la cual presento una carga de trabajo de 65.36% (ver Anexo G), dando esto un requerimiento de 0.62; es decir, que con este vehículo pueden llevar a cabo las actividades de manera normal y por consiguiente no se requiere ningún vehículo adicional.

Por otro lado tenemos las actividades críticas explicadas en el capítulo anterior, para las cuales se requiere un vehículo móvil liviano (CUSHMAN). Este requerimiento es originado porque las camionetas V-429 y V-488 vehículos móviles con los que cuentan los Departamento Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje respectivamente no tienen las dimensiones adecuadas para acceder al lugar donde se realizan dichas actividades.

## **6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **6.3.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el método General Electric dando esto como resultado que el tamaño de la muestra es como se indica a continuación.

Con respecto al tamaño de la muestra para las actividades realizadas por la

camioneta doble cabina V-488 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje. Se tiene lo siguiente: (ver Tabla N° 6.4).

Tabla N° 6.4 - Tamaño de muestra para la camioneta doble cabina V-488

ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO	TAMAÑO DE LA MUESTRA
Mantenimiento Línea 115 kV. ♦♦	14.64	8
Mantenimiento Alimentadores ♦♦	14.64	8
Mantenimiento Torre de Distribución ♦♦	14.64	8
Mantenimiento de Rectificadores	14.64	8
Mantenimiento Booster V-Línea	14.64	8
Mantenimiento Booster Línea 3	14.64	8
Mantto. Torre de Enfriamiento Booster V-Línea ♦♦	14.64	8
Mantto. Swicht Gear Booster V-Línea	14.64	8
Mantenimiento Abanicos de los PTH	14.64	8
Mantto. Compresores (Parte Eléctrica)	14.64	8
Mantto. Motor Torre de Transferencia ♦♦	14.64	8
Mantenimiento Transformadores Tipo 1*	14.64	8
Mantenimiento Transformadores Tipo 2**	14.64	8
Mantenimiento Banco de Transformadores	14.64	8
Mantenimiento Interruptores de Celdas	14.64	8
Mantenimiento a los Swicht Gear	14.64	8
Mantenimiento a los Fuzzy Gear	14.64	8
Mantto. Dispositivos de Emergencia	14.64	8
Mantenimiento Banco de Baterías	14.64	8
Mantenimiento Cargador de Baterías	14.64	8
Supervisión de trabajos	28.70	5
Fallas ocasionales	24.00	5
Traslado de equipos	17.90	8
Traslado de Insumo y repuestos	25.90	5

♦♦ Actividades con muestras insuficientes por no realizarse esta actividad durante el periodo de permanencia en planta

A pesar de que para algunas actividades se tomaron las muestras suficientes, hay que acotar que por razones de tiempo de permanencia en planta no se pudieron tomar todas las medidas para otras actividades enmarcadas en la tabla anterior. (ver Tabla N° 6.4).

Con relación al tamaño de la muestra para las actividades realizadas por el camión cesta V-194 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje. Se tiene lo siguiente: (ver Tabla N° 6.5).

Tabla N° 6.5 - Tamaño de la muestra para el camión cesta V-194.

ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO	TAMAÑO DE LA MUESTRA
Mantenimiento a los transforectificadores	137.38	3
Actividades no programadas o de emergencia	8.5	10
Cambio de seccionadores	279.45	3

No obstante para una actividad se tomaron las muestras suficientes, hay que señalar que por razones de tiempo de permanencia en planta no se pudieron tomar las medidas para las actividades no programadas o de emergencia ni para el cambio de seccionadores, actividades que están enmarcadas en la tabla anterior. (ver Tabla N° 6.5).

En lo que respecta al tamaño de la muestra para las actividades realizadas por la camioneta V-429 perteneciente al Departamento Operaciones Alto Voltaje. Se tiene lo siguiente: (ver Tabla N° 6.6).

Tabla N° 6.6 - Tamaño de la muestra para la camioneta V-429.

ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO	TAMAÑO DE LA MUESTRA
Desenergizar equipos para mantenimiento	27.53	5
Energizar equipos	33.00	5
Supervisar equipos	34.00	5
Corrección de Fallas	21.00	5
Toma de lectura Booster V-linea	22.00	5
Traslado de personal cambio de turno	32.60	5
Buscar Comidas	12.2	8

El vehículo V-429 perteneciente al Departamento Operaciones Alto Voltaje no presento inconvenientes en cuanto al tamaño de la muestra de todas sus actividades, pero por razones de reglamentos de permanencia de los pasantes dentro de la planta no se pudo tomar muestras en los turnos que están fuera del horario comprendido entre las 7:00 am y las 4:00 pm.

### **6.3.2 ANÁLISIS DE LA CAMIONETA DOBLE CABINA V-488**

#### **6.3.2.1 Frecuencias de ejecución de las actividades realizadas por la camioneta doble cabina V-488 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje**

Para el cálculo de las frecuencias el Departamento Mantenimiento Alto Voltaje cuenta con el apoyo del Departamento de Ingeniería y Planificación de Mantenimiento el cual tiene un plan anual de mantenimiento rutinario (ver Anexo H) mediante el cual se planifican todas las actividades de mantenimiento que realizaran durante el año. Este plan proporciona la

información necesaria para conocer las frecuencias de los mantenimientos de rutina, estas frecuencias se calculan con la ecuación N° 3.7, que es la siguiente:

$$frecuencia = \frac{N^{\circ} \text{ dia}}{\text{año}} \times N^{\circ} \text{ equipo} \times 4 \frac{\text{viajes}}{\text{dia} \cdot \text{equipo}}$$

El vehículo V-488 realiza cuatro viajes al día por equipo, el primero para llevar a los trabajadores en la mañana, el segundo al momento de regresar a almorzar, el tercero para retomar la faena y por ultimo el regreso al finalizar el trabajo.

Los resultados de esto cálculos se tabularon en el Anexo I.

Además, de las actividades de rutina en el Departamento existen otras actividades que no son planificadas y para las cuales se calculó la frecuencia de la manera siguiente:

### **Traslado de Personal y Herramientas**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 19.5 \frac{\text{traslados}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semana}}{\text{año}} = 1014 \frac{\text{traslados}}{\text{año}}$$

### **Traslado de Personal**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 5 \frac{traslados}{semana} \times 52 \frac{semana}{año} = 260 \frac{traslados}{año}$$

### **Supervisión de Trabajos**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 7.5 \frac{traslados}{semana} \times 52 \frac{semana}{año} = 390 \frac{traslados}{año}$$

### **Traslados a Fallas Ocasionales**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 2 \frac{traslados}{semana} \times 52 \frac{semana}{año} = 104 \frac{traslados}{año}$$

### **Traslados de Equipos**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 4 \frac{traslados}{semana} \times 52 \frac{semana}{año} = 208 \frac{traslados}{año}$$

### **Traslados de Insumos y Repuestos**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 3 \frac{traslados}{semana} \times 52 \frac{semana}{año} = 156 \frac{traslados}{año}$$

#### **6.3.2.2 Carga de trabajo y requerimiento de la camioneta doble cabina V-488 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje**

Para el cálculo del Tiempo Total de Trabajo y Atención (T.T.T.A), se aplicó la ecuación 3.6 modificada por cuestiones de nomenclatura; la cual se utilizó para determinar el requerimiento de vehículos. (ver Tabla N° 6.7).

$$TTTA = \sum (\text{Tiempo promedio} \times \text{frecuencia})$$

Tabla N° 6.7 - Tiempo total de trabajo y atención del vehículo V-488.

Actividad	Tiempo Promedio (min)	Frecuencia Traslados/Año	T.T.T.A. min/Año
Mantenimiento Línea 115 kV.	14.64	16	234.24
Mantenimiento Alimentadores	14.64	108	1581.12
Mantenimiento Torre de Distribución	14.64	28	409.92
Mantenimiento de Rectificadores	14.64	1080	15811.20
Mantenimiento Booster V-Línea	14.64	84	1229.76
Mantenimiento Booster Línea 3	14.64	48	702.72
Mantto Torre de Enfriamiento de Booster V-Línea	14.64	4	58.56
Mantto. Swicht Gear Booster V-Línea	14.64	4	58.56
Mantenimiento Abanicos de los PTH	14.64	264	3864.96
Mantenimiento Compresores (Parte Eléctrica)	14.64	700	10248.00
Mantenimiento Motor Torre de Transferencia	14.64	8	117.12
Mantenimiento Transformadores Tipo 1*	14.64	208	3045.12
Mantenimiento Transformadores Tipo 2**	14.64	460	6734.40
Mantenimiento Banco de Transformadores	14.64	12	175.68
Mantenimiento Interruptores de Celdas	14.64	216	3162.24
Mantenimiento a los Swicht Gear	14.64	264	3864.96
Mantenimiento a los Fuzzy Gear	14.64	40	585.60
Mantto. de Dispositivos de Emergencia	14.64	80	1171.20
Mantenimiento Banco de Baterías	14.64	256	3747.84
Mantenimiento Cargador de Baterías	14.64	128	1873.92
Supervision de trabajos	28.70	390	11193.00
Fallas ocasionales	24.00	104	2496.00
Traslado de equipos	17.90	208	3723.20
Traslado de Insumo y repuestos	25.90	156	4040.40
		<b>TOTAL</b>	<b>19968.96</b>

Continuamos determinando el Tiempo Total de Trabajo, que no es mas que el tiempo de la jornada de uso de la camioneta V-488, está dado por:

$$T.T.T. = 8 \text{ hr/día} \times 60 \text{ min/hr} \times 5 \text{ días/sem} \times 52 \text{ sem/año} = 124.800 \text{ min/año}$$

Luego se calcula la carga de trabajo con la ecuación N° 3.8, que se muestra a continuación:

$$CT = \left( \frac{T.T.T.A.}{T.T.T.} \times 100\% \right) + \%DI$$

$$CT = \left( \frac{19968.96 \frac{\text{min}}{\text{año}}}{124800 \frac{\text{min}}{\text{año}}} \times 100\% \right) + 4.04\% = 20.04\%$$

Finalmente hallamos el requerimiento con la ecuación N° 3.5, que se muestra a continuación, tomando en cuenta que el Tiempo Total Inactivo está constituido por el todas las demoras inevitables.

$$\text{Req} = \frac{T.T.T.A.}{T.T.T. - T.T.I.}$$

$$\text{Req} = \frac{19968.96 \frac{\text{min}}{\text{año}}}{124800 \frac{\text{min}}{\text{año}} - 5044 \frac{\text{min}}{\text{año}}} = 0.166 \cong 1 \text{ vehiculo}$$

Para ver el cálculo generalizado ver Anexo E.

**6.3.2.3 Distribución de tiempos de la camioneta doble cabina V-488 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje**

De esta forma se distribuyen los tiempos del vehículo V-488. (ver Figura N° 6.1 y Tabla N° 6.8).

Figura N° 6.1 - Distribución de Tiempos de la Camioneta V-488

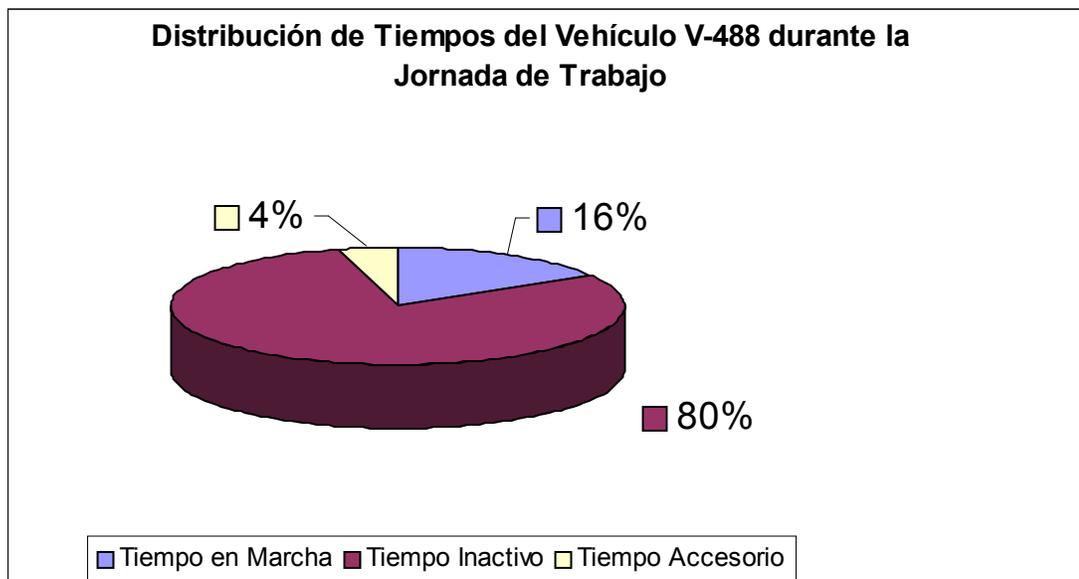


Tabla N° 6.8 - Distribución de tiempos del vehículo V-488.

<b>Camioneta V-488</b>	
Tiempo Utilizable	124800,00 min/año
Tiempo en Marcha	19968,96 min/año
Tiempo Inactivo	99787,04 min/año
Tiempo Accesorio	5044,00 min/año

### **6.3.3 ANÁLISIS DEL CAMIÓN CESTA V-194**

#### **6.3.3.1 Frecuencias de ejecución de las actividades realizadas por el camión cesta V-194 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje**

El camión cesta V-194 no tiene un programa de mantenimiento asignado sino que presta su servicio atendiendo a una política de mantenimiento por fallas; es decir, para emergencias, trabajos en altura ocasionales, como por ejemplo, el cambio de seccionadores que se realiza cuando se presenta un punto caliente, en otras palabras, cuando falla el seccionador.

También tenemos el mantenimiento a los aisladores de los transformadores, el cual se realiza simultáneamente al transformador que se le este realizando un mantenimiento de rutina; es decir, cuando el personal encargado de realizar el mantenimiento al transformador pide desenergizar el equipo para realizar su trabajo por otro lado el personal que limpia los aisladores aprovecha este tiempo para realizar su limpieza.

Por lo explicado anteriormente las frecuencias para el vehículo V-194 se determinaron observando el comportamiento del mismo durante un periodo de diez días de lo cual resultó lo siguiente:

#### **Mantenimiento a los Transformadores**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 1 \frac{\text{mantenimiento}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semana}}{\text{año}} = 52 \frac{\text{mantenimiento}}{\text{año}}$$

### **Actividades No Programadas o de Emergencia**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 0.5 \frac{\text{mantenimiento}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semana}}{\text{año}} = 26 \frac{\text{mantenimiento}}{\text{año}}$$

### **Cambio de Seccionadores**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 0.5 \frac{\text{mantenimiento}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semana}}{\text{año}} = 26 \frac{\text{mantenimiento}}{\text{año}}$$

### **6.3.3.2 Carga de trabajo y requerimiento del camión cesta V-194 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje**

Para el cálculo del Tiempo Total de Trabajo y Atención (T.T.T.A), se aplicó la ecuación 3.6 modificada por cuestiones de nomenclatura; la cual se utilizó para determinar el requerimiento de vehículos. (ver Tabla N° 6.9).

$$TTTA = \sum (\text{Tiempo promedio} \times \text{frecuencia})$$

Tabla N° 6.9 - Tiempo total de trabajo y atención del vehículo V-194.

Actividad	Tiempo Promedio (min)	Frecuencia (Traslados/Año)	T.T.T.A. (min/Año)
Mantenimiento a los transformadores	137,38	52	7.143,76
Actividades no programadas o de emergencia	8,50	26	221,00
Cambio de seccionadores	279,45	26	7.265,70
TOTAL			14.630,46

Continuamos determinando el Tiempo Total de Trabajo, que no es mas que el tiempo de la jornada de uso del camión V-194, está dado por:

$$T.T.T. = 8 \text{ hr/día} \times 60 \text{ min/hr} \times 5 \text{ días/sem} \times 52 \text{ sem/año} = 124.800 \text{ min/año}$$

Luego se calcula la carga de trabajo con la ecuación N° 3.8, que se muestra a continuación:

$$CT = \left( \frac{T.T.T.A.}{T.T.T.} \times 100\% \right) + \%DI$$

$$CT = \left( \frac{281.36 \frac{\text{min}}{\text{semana}}}{2400 \frac{\text{min}}{\text{semana}}} \times 100\% \right) + 8.85\% = 20.57\%$$

Finalmente hallamos el requerimiento con la ecuación N° 3.5, que se muestra a continuación, tomando en cuenta que el Tiempo Total Inactivo está constituido por el todas las demoras inevitables.

$$\text{Req} = \frac{T.T.T.A.}{T.T.T. - T.T.I.}$$

$$\text{Req} = \frac{281.36 \frac{\text{min}}{\text{semana}}}{2400 \frac{\text{min}}{\text{semana}} - 212 \frac{\text{min}}{\text{semana}}} = 0.13 \cong 1 \text{ vehiculo}$$

Para ver el cálculo generalizado ver Anexo F.

### 6.3.3.3 Distribución de tiempos del camión cesta V-194 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje

De esta forma se distribuyen los tiempos del vehículo V-194. (ver Figura N° 6.2 y Tabla N° 6.10).

Figura N° 6.2 - Distribución de Tiempos del Camión V-194

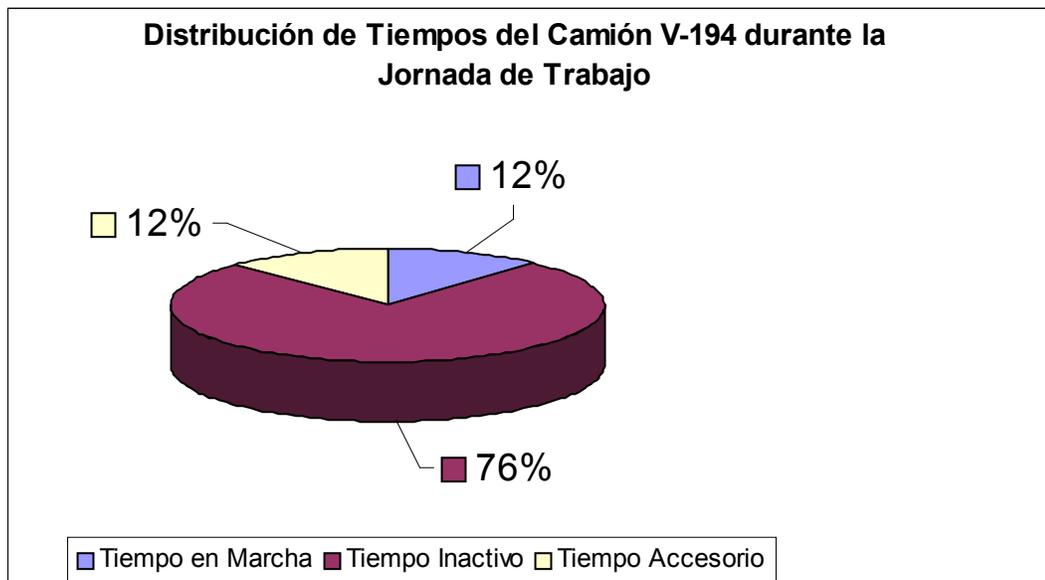


Tabla N° 6.10 - Distribución de tiempos del vehículo V-194.

<b>Camión V-194</b>	
Tiempo Utilizable	124800,00 min/año
Tiempo en Marcha	14630,72 min/año
Tiempo Inactivo	99122,92 min/año
Tiempo Accesorio	11046,36 min/año

### **6.3.4 ANÁLISIS DE LA CAMIONETA V-429**

#### **6.3.4.1 Frecuencias de ejecución de las actividades realizadas por la camioneta V-429 perteneciente al Departamento Operaciones Alto Voltaje**

Para el cálculo de las frecuencias el Departamento Operaciones Alto Voltaje no tiene una planificación determinada, por esto las frecuencias se dedujeron de la manera siguiente:

#### **Desenergizar Equipos para Mantenimiento**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 3.8 \frac{\text{traslados}}{\text{dia}} \times 260 \frac{\text{dia}}{\text{año}} = 988 \frac{\text{traslados}}{\text{año}} .$$

#### **Energizar Equipos Reparados**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones

realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 3.8 \frac{\text{traslados}}{\text{día}} \times 260 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 988 \frac{\text{traslados}}{\text{año}}$$

### **Supervisión de Trabajos**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 1 \frac{\text{traslado}}{\text{día}} \times 365 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 365 \frac{\text{traslados}}{\text{año}}$$

### **Corrección de Fallas Ocasionales**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 2 \frac{\text{traslado}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semana}}{\text{año}} = 104 \frac{\text{traslados}}{\text{año}}$$

### **Toma de Lectura de Booster V-Línea**

La frecuencia de esta actividad se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas durante el tiempo de estudio, entonces su frecuencia está dada por:

$$frecuencia = 1 \frac{\text{traslado}}{\text{dia}} \times 365 \frac{\text{dia}}{\text{año}} = 365 \frac{\text{traslados}}{\text{año}}$$

### 6.3.4.2 Carga de trabajo y requerimiento de la camioneta V-429 perteneciente al Departamento Operaciones Alto Voltaje

Para el cálculo del Tiempo Total de Trabajo y Atención (T.T.T.A), se aplicó la ecuación 3.6 modificada por cuestiones de nomenclatura; la cual se utilizó para determinar el requerimiento de vehículos. (ver Tabla N° 6.11).

$$TTTA = \sum (\text{Tiempo promedio} \times \text{frecuencia})$$

Tabla N° 6.11 - Tiempo total de trabajo y atención del vehículo V-429.

Actividad	Tiempo Promedio (min)	Frecuencia (Traslados/Año)	T.T.T.A. (min/Año)
Desenergizar equipos para mantenimiento	27,53	988	27.196,00
Energizar equipos	33,00	988	32.604,00
Supervisar equipos	34,00	365	12410,00
Corrección de Fallas	21,00	104	2184,00
Traslado de personal cambio de turno	32.60	365	11.899,00
Buscar Comidas	12.2	365	4.453,00
		TOTAL	19968.96

Continuamos determinando el Tiempo Total de Trabajo, que no es mas que el tiempo de la jornada de uso de la camioneta V-429, está dado por:

$$T.T.T. = 8 \text{ hr/día} \times 60 \text{ min/hr} \times 7 \text{ días/sem} \times 52 \text{ sem/año}$$

$$T.T.T = 174.720 \text{ min/año}$$

Luego se calcula la carga de trabajo con la ecuación N° 3.8, que se muestra a continuación:

$$CT = \left( \frac{T.T.T.A.}{T.T.T.} \times 100\% \right) + \%DI$$

$$CT = \left( \frac{106574 \frac{\text{min}}{\text{año}}}{174720 \frac{\text{min}}{\text{año}}} \times 100\% \right) + 21.19\% = 82.19\%$$

Finalmente hallamos el requerimiento con la ecuación N° 3.5, que se muestra a continuación, tomando en cuenta que el Tiempo Total Inactivo está constituido por el todas las demoras inevitables.

$$\text{Req} = \frac{T.T.T.A.}{T.T.T. - T.T.I.}$$

$$\text{Req} = \frac{106574 \frac{\text{min}}{\text{año}}}{174720 \frac{\text{min}}{\text{año}} - 37018.8 \frac{\text{min}}{\text{año}}} = 0.77 \cong 1 \text{ vehiculo}$$

Para ver el cálculo generalizado ver Anexo N° G.

### **6.3.2.3 Distribución de tiempos de la camioneta V-429 perteneciente al Departamento Operaciones Alto Voltaje**

De esta forma se distribuyen los tiempos del vehículo V-429. (ver Figura N° 6.3 y Tabla N° 6.12).

Figura N° 6.3 - Distribución de Tiempos de la Camioneta V-429

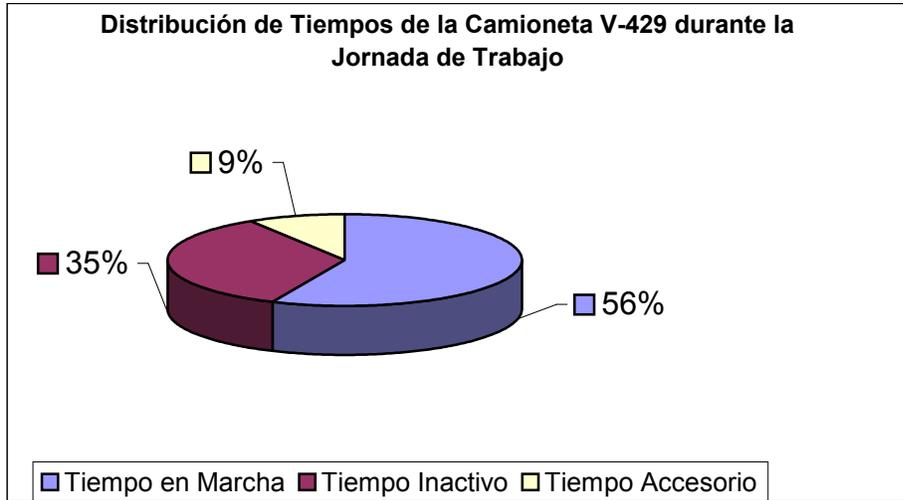


Tabla N° 6.12 - Distribución de tiempos del vehículo V-429.

<b>Camioneta V-429</b>	
Tiempo Utilizable	174720,00 min/año
Tiempo en Marcha	106574,00 min/año
Tiempo Inactivo	31025,50 min/año
Tiempo Accesorio	15476,00 min/año

## CONCLUSIONES

1. No existe diferencia entre el requerimiento de equipo móvil de los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje con respecto a la cantidad de equipos que tienen asignados; es decir, el número de vehículos asignados es el adecuado; una camioneta doble cabina para mantenimiento, una camioneta para operaciones y un camión cesta para trabajos en altura.
2. Al camión cesta V-194 perteneciente al Departamento Mantenimiento Alto Voltaje se le realiza un mantenimiento de forma continua y periódica por la Departamento Taller Automotriz, siendo su frecuencia de ejecución mensual, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de estos equipos, además de estos mantenimiento el camión es inspeccionado y limpiado diariamente por los trabajadores del Departamento al cual está asignado.
3. La camioneta V-429 y V-488 asignada a los Departamentos Operaciones y Mantenimiento Alto Voltaje respectivamente no cuentan con una política de mantenimiento rutinario, sino, que las mismas son enviadas a mantenimiento foráneo una vez que presentan fallas y quedan fuera de servicio.
4. No se tiene control necesario sobre los equipos móviles livianos en cuanto al factor de servicio, por esta razón, no se puede saber con certeza el desempeño de los mismos en la actualidad.
5. El factor servicio de los camiones pertenecientes a la Gerencia de Mantenimiento Industrial es en promedio de 97,35% lo que indica que

está por encima de la disponibilidad requerida para este tipo de equipos móviles industriales; el cual es de 85 %; es decir, garantiza las labores de rutina de mantenimiento de la planta.

6. Los vehículos analizados (V-194, V-488, V-429) presentan una carga de trabajo aceptable en las actividades que desempeñan; es decir, su carga de trabajo individual no supera la establecida para estos equipos móviles.
7. Por limitaciones de acceso de los vehículos que tienen estos Departamentos, se requiere un vehículo móvil liviano (CUSHMAN) para realizar las actividades críticas; es decir, calibración del medidor de flujo de corriente y cambio de las barras seccionadoras DC

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que estos equipos continúen haciendo las actividades correspondientes.
2. Mantener la cantidad de vehículos que actualmente existen en los Departamentos analizados, pues con estos equipos se realizan todas las actividades concernientes a esta área para garantizar la continuidad y efectividad del procesó productivo.
3. Exigir un programa de mantenimiento rutinario para los vehículos livianos, similar al programa de mantenimiento que se realiza en los camiones.
4. Asignar un vehículo móvil liviano (CUSMAN) para realizar las actividades críticas.

## BIBLIOGRAFÍA

**Brito, N. y Sánchez, Z. (1997).** Estandarización de la Flota de Equipo Móvil Pesado de la Empresa CVG VENALUM. Tesis de Grado no publicada, UNEXPO, Puerto Ordaz.

**Industria Venezolana de Aluminio, C.A.** Manual De Inducción CVG VENALUM. Trabajo no publicado, Puerto Ordaz: Autor.

**Niebel, Benjamín. (1990).** Métodos, Tiempos y Movimientos. Décima Edición. Editorial Alfaomega. Colombia.

**Organización Internacional del Trabajo. (1993)** Introducción al Estudio del Trabajo. Tercera Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.

**Rojas de Narváez, R. (1997).** Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación. Segunda Edición, Ediciones UNEXPO. Puerto Ordaz.

## **ANEXOS**



## ANEXO B

### TABLA GENERAL ELECTRIC

#### NUMERO RECOMENDADO DE CICLOS DE OBSERVACIÓN

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

## ANEXO C

SEMANA No. 04

TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPO MOVIL INDUSTRIAL

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	87,73	84,14	82,58	87,80		85,56	-4,93
	REMOLCADORES	90,00	98,89	98,89	98,00	97,87		98,41	9,35
	PAYLOADERS	90,00	76,29	93,95	96,83	95,73		90,70	0,78
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	99,40	99,70	98,81	98,51		99,11	10,12
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00		100,00	11,11
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	95,35	96,47	99,66	95,61		96,77	7,53
	REMOLCADORES	90,00	89,92	93,28	89,12	90,26		90,65	0,72
COLADA	MONTACARGAS	90,00	76,02	65,10	65,49	68,08		68,67	-23,70
	PAYLOADERS	90,00	100,00	98,51	82,14	98,81		94,87	5,41
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	74,40	92,26	93,53	94,64		88,71	-1,44
	REMOLCADORES	90,00	99,70	98,81	96,13	99,26		98,48	9,42
	CAMIONES	90,00	99,60	109,13	94,10	99,50		100,58	11,76
	PAYLOADERS	90,00	92,11	96,73	98,96	98,36		96,54	7,27
	EXCAVADORAS	90,00	100,00	97,62	99,40	85,42		95,61	6,23
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	96,07	98,15	99,64	97,32		97,80	8,66
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	93,45	100,00		98,36	9,29
POOL	MONTACARGAS	90,00	27,64	22,66	23,09	19,66		23,26	-74,15
	REMOLCADORES	90,00	4,76	7,14	17,76	7,84		9,38	-89,58
	PAYLOADERS	90,00	0,00	10,71	26,93	20,00		14,41	-83,99
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	75,78	73,60	74,31	74,06		74,44	-17,29
	REMOLCADORES	90,00	70,44	72,08	73,12	71,02		71,67	-20,37
	CAMIONES	90,00	85,55	94,24	84,54	88,73		88,27	-1,93
	PAYLOADERS	90,00	51,31	61,67	67,83	68,27		62,27	-30,81
	EXCAVADORAS	90,00	54,17	95,83	66,37	42,71		64,77	-28,03

ÁREAS OPERATIVAS

F/S APORTADO 91,34

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	87,46%	87,91%	REDUCCION	94,91%	93,98%	SUMINISTR	95,18%	96,48%
REMOLCADORES	95,02%	94,71%	CARBON	89,95%	91,73%	ALMACEN	99,28%	98,81%
CAMIONES	99,55%	99,79%	COLADA	70,69%	70,44%	MANTENIMIE	98,01%	98,33%
PAYLOADERS	93,34%	97,12%						
EXCAVADORAS	95,61%	85,42%						

Conforme

Aprobado

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha: 02/02/2004

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha: 02/02/2004

## ANEXO C

SEMANA No. 04

TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPO MOVIL INDUSTRIAL

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	89,33	87,58	80,13	86,52		85,89	-4,57
	REMOLCADORES	90,00	97,87	97,83	98,48	95,44		97,41	8,23
	PAYLOADERS	90,00	93,75	86,51	91,77	95,80		91,96	2,18
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	86,61	81,03	80,77	81,03		82,36	-8,49
	CAMIONES	90,00	98,81	100,00	100,00	100,00		99,70	10,78
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	95,27	96,35	93,82	91,66		94,28	4,75
	REMOLCADORES	90,00	90,77	91,54	90,75	90,42		90,87	0,97
COLADA	MONTACARGAS	90,00	82,59	92,29	84,59	79,41		84,72	-5,87
	PAYLOADERS	90,00	95,83	94,05	100,00	98,61		97,12	7,91
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	73,81	86,76	97,66	100,00		89,56	-0,49
	REMOLCADORES	90,00	95,54	97,62	98,26	80,51		92,98	3,31
	CAMIONES	90,00	98,61	98,61	95,83	95,93		97,25	8,05
	PAYLOADERS	90,00	99,11	99,33	76,14	95,61		92,55	2,83
	EXCAVADORAS	90,00	83,93	90,48	100,00	92,56		91,74	1,94
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	84,35	87,02	80,24	87,30		84,73	-5,86
	CAMIONES	90,00	100,00	99,80	99,55	100,00		99,84	10,93
POOL	MONTACARGAS	90,00	19,77	17,39	19,13	16,90		18,30	-79,67
	REMOLCADORES	90,00	12,80	20,78	15,67	8,13		14,35	-84,06
	PAYLOADERS	90,00	27,08	25,00	29,91	24,85		26,71	-70,32
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	74,00	75,72	72,77	72,87		73,84	-17,96
	REMOLCADORES	90,00	72,20	74,80	73,42	68,68		72,28	-19,69
	CAMIONES	90,00	88,29	78,70	80,40	81,91		82,33	-8,53
	PAYLOADERS	90,00	68,36	65,22	64,72	67,67		66,49	-26,12
	EXCAVADORAS	90,00	74,03	76,19	100,00	93,90		86,03	-4,41

ÁREAS OPERATIVAS

F/S APORTADO 89,65

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	87,98%	87,12%	REDUCCION	93,24%	91,28%	SUMINISTR	92,73%	94,38%
REMOLCADORES	93,99%	91,38%	CARBON	90,01%	90,28%	ALMACEN	85,83%	84,82%
CAMIONES	98,71%	98,26%	COLADA	85,67%	80,89%	MANTENIMIE	90,39%	92,06%
PAYLOADERS	93,02%	96,21%						
EXCAVADORAS	91,74%	92,56%						

Conforme

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Aprobado

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha: 01/03/2004

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha: 01/03/2004

## ANEXO C

SEMANA No. 04

TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPO MOVIL INDUSTRIAL

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	80,33	83,50	81,04	83,21		82,02	-8,87
	REMOLCADORES	90,00	97,27	99,11	98,45	97,84		98,17	9,07
	PAYLOADERS	90,00	97,60	92,10	94,94	89,47		93,53	3,92
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	80,73	80,95	80,73	79,32		80,43	-10,63
	CAMIONES	90,00	98,51	100,00	100,00	100,00		99,63	10,70
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	92,22	93,70	95,01	97,93		94,72	5,24
	REMOLCADORES	90,00	88,90	89,41	87,37	94,43		90,03	0,03
COLADA	MONTACARGAS	90,00	86,21	92,54	95,29	96,52		92,64	2,93
	PAYLOADERS	90,00	100,00	67,56	100,00	97,22		91,20	1,33
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	97,68	83,78	76,51	92,86		87,71	-2,55
	REMOLCADORES	90,00	95,56	98,96	99,26	99,35		98,28	9,20
	CAMIONES	90,00	99,60	99,60	99,80	99,40		99,60	10,67
	PAYLOADERS	90,00	87,80	67,86	87,50	98,81		85,49	-5,01
	EXCAVADORAS	90,00	20,83	70,54	100,00	86,31		69,42	-22,87
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	93,45	96,68	79,64	79,12		87,22	-3,09
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	98,45	100,00		99,61	10,68
POOL	MONTACARGAS	90,00	15,82	17,50	18,54	17,09		17,24	-80,85
	REMOLCADORES	90,00	16,72	20,49	9,42	9,13		13,94	-84,51
	PAYLOADERS	90,00	24,55	29,76	16,67	16,52		21,88	-75,69
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	73,00	74,87	73,69	75,56		74,28	-17,47
	REMOLCADORES	90,00	72,48	74,57	70,72	72,70		72,62	-19,31
	CAMIONES	90,00	78,14	85,58	87,25	88,69		84,92	-5,65
	PAYLOADERS	90,00	66,66	59,86	62,65	62,94		63,03	-29,97
	EXCAVADORAS	90,00	51,19	51,64	81,85	76,19		65,22	-27,54

ÁREAS OPERATIVAS

F/S APORTADO 90,11

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	88,80%	90,44%	REDUCCION	93,29%	96,86%	SUMINISTR	90,55%	96,02%
REMOLCADORES	94,62%	96,54%	CARBON	88,17%	88,26%	ALMACEN	84,27%	83,46%
CAMIONES	99,61%	99,74%	COLADA	92,53%	96,57%	MANTENIMIE	91,87%	86,95%
PAYLOADERS	90,46%	93,88%						
EXCAVADORAS	69,42%	86,31%						

Conforme

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Aprobado

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

## ANEXO C

SEMANA No. 05

TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPO MOVIL INDUSTRIAL

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	90,60	91,79	83,97	84,37	90,99	88,34	-1,84
	REMOLCADORES	90,00	98,28	97,05	98,24	97,26	98,85	97,94	8,82
	PAYLOADERS	90,00	97,02	96,71	94,26	91,72	83,12	92,57	2,85
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	80,58	78,79	90,25	75,00	86,60	82,24	-8,62
	CAMIONES	90,00	97,02	100,00	100,00	100,00	98,51	99,11	10,12
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	97,48	98,86	94,92	97,97	98,27	97,50	8,33
	REMOLCADORES	90,00	93,98	94,66	87,78	90,37	88,73	91,10	1,23
COLADA	MONTACARGAS	90,00	87,79	88,45	73,61	83,76	89,37	84,60	-6,00
	PAYLOADERS	90,00	100,00	97,92	98,81	100,00	98,21	98,99	9,99
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	94,11	75,00	90,07	92,86	86,52	87,71	-2,54
	REMOLCADORES	90,00	99,11	97,92	98,91	99,11	99,33	98,88	9,86
	CAMIONES	90,00	99,60	81,55	84,92	95,07	56,55	83,54	-7,18
	PAYLOADERS	90,00	59,52	80,95	94,42	98,81	71,63	81,07	-9,93
	EXCAVADORAS	90,00	100,00	97,82	59,52	52,38	83,93	78,73	-12,52
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	79,64	73,26	96,19	88,08	67,44	80,92	-10,09
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	89,83	98,41	100,00	97,65	8,50
POOL	MONTACARGAS	90,00	27,68	41,07	40,69	52,68	57,61	43,95	-51,17
	REMOLCADORES	90,00	14,19	15,58	17,96	22,22	24,70	18,93	-78,97
	PAYLOADERS	90,00	24,55	25,00	22,62	23,51	22,62	23,66	-73,71
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	77,77	79,49	77,53	81,21	83,40	79,88	-11,24
	REMOLCADORES	90,00	74,05	74,15	73,08	74,77	75,45	74,30	-17,44
	CAMIONES	90,00	77,97	76,92	79,28	83,35	71,07	77,72	-13,65
	PAYLOADERS	90,00	60,83	65,00	66,09	66,68	58,13	63,35	-29,62
	EXCAVADORAS	90,00	82,44	98,02	66,66	52,38	70,54	74,01	-17,77

ÁREAS OPERATIVAS

F/S APORTADO 88,73

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	89,03%	89,97%	REDUCCION	95,55%	95,37%	SUMINISTR	86,67%	78,47%
REMOLCADORES	95,06%	94,48%	CARBON	91,67%	92,30%	ALMACEN	85,62%	88,98%
CAMIONES	91,81%	81,17%	COLADA	85,70%	90,05%	MANTENIMIE	87,19%	79,65%
PAYLOADERS	89,80%	81,81%						
EXCAVADORAS	78,73%	83,93%						

Conforme

Aprobado

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha: 03/05/2004

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha: 03/05/2004

## ANEXO C

SEMANA No. 04

**TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPO MOVIL INDUSTRIAL**

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	81,84	88,71	91,62	91,36		88,38	-1,80
	REMOLCADORES	90,00	97,54	98,97	97,47	94,65		97,16	7,95
	PAYLOADERS	90,00	93,50	95,07	90,99	83,17		90,68	0,76
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	80,42	80,92	79,95	68,97		77,57	-13,82
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	100,00	98,21		99,55	10,61
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	96,66	96,72	97,75	98,48		97,40	8,23
	REMOLCADORES	90,00	96,36	98,01	95,16	98,34		96,97	7,74
C O L A D A	MONTACARGAS	90,00	94,90	86,43	83,47	85,46		87,57	-2,71
	PAYLOADERS	90,00	97,22	99,70	96,38	60,82		88,53	-1,63
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	100,00	95,16	86,61	67,86		87,41	-2,88
	REMOLCADORES	90,00	99,40	99,21	98,64	97,92		98,79	9,77
	CAMIONES	90,00	75,46	91,47	86,90	90,28		86,03	-4,41
	PAYLOADERS	90,00	99,40	98,59	98,66	81,55		94,55	5,06
	EXCAVADORAS	90,00	74,70	97,02	96,18	50,00		79,48	-11,69
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	60,44	88,87	90,45	96,67		84,11	-6,55
	CAMIONES	90,00	97,62	85,00	100,00	93,65		94,07	4,52
POOL	MONTACARGAS	90,00	47,58	30,78	38,14	39,97		39,12	-56,54
	REMOLCADORES	90,00	27,18	23,71	20,83	21,23		23,24	-74,18
	PAYLOADERS	90,00	25,00	16,07	24,55	19,94		21,39	-76,23
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	80,01	78,35	79,92	79,28		79,39	-11,79
	REMOLCADORES	90,00	78,15	78,16	75,94	76,10		77,09	-14,35
	CAMIONES	90,00	75,81	85,81	81,15	80,95		80,93	-10,08
	PAYLOADERS	90,00	67,65	64,64	66,49	55,32		63,53	-29,42
	EXCAVADORAS	90,00	68,90	98,51	83,80	49,70		75,23	-16,41

ÁREAS OPERATIVAS			F/S APORTADO 89,24					
F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	89,58%	89,29%	REDUCCION	97,27%	98,44%	SUMINISTR	89,49%	79,27%
REMOLCADORES	97,28%	96,67%	CARBON	91,23%	91,30%	ALMACEN	81,96%	74,82%
CAMIONES	91,41%	92,86%	COLADA	87,64%	83,56%	MANTENIMIE	87,84%	95,54%
PAYLOADERS	91,61%	78,91%						
EXCAVADORAS	79,48%	50,00%						

Conforme

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Aprobado

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

**TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPO MOVIL INDUSTRIAL**

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	97,30	95,72	100,57	99,27		98,22	9,13
	REMOLCADORES	90,00	96,65	97,79	91,35	93,40		94,80	5,33
	PAYLOADERS	90,00	96,59	92,48	92,41	96,03		94,38	4,86
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	56,03	55,73	65,36	66,32		60,86	-32,38
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	100,00	48,81		87,20	-3,11
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	97,70	96,83	95,65	96,14		96,58	7,31
	REMOLCADORES	90,00	96,90	98,20	99,07	98,72		98,22	9,14
C O L A D A	MONTACARGAS	90,00	89,00	90,17	98,00	95,62		93,20	3,55
	PAYLOADERS	90,00	84,52	96,18	97,62	100,00		94,58	5,09
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	65,48	50,60	71,28	98,40		71,44	-20,62
	REMOLCADORES	90,00	99,26	98,81	98,01	97,77		98,46	9,40
	CAMIONES	90,00	91,73	87,90	86,90	89,88		89,10	-1,00
	PAYLOADERS	90,00	88,44	89,88	98,51	82,44		89,82	-0,20
	EXCAVADORAS	90,00	0,00	89,29	98,81	12,50		50,15	-44,28
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	113,25	99,40	97,51	100,00		102,54	13,93
	CAMIONES	90,00	100,00	98,10	87,70	66,67		88,12	-2,09
POOL	MONTACARGAS	90,00	32,67	26,36	26,57	33,29		29,72	-66,98
	REMOLCADORES	90,00	18,11	9,08	9,08	15,87		13,04	-85,52
	PAYLOADERS	90,00	11,90	22,32	49,70	26,86		27,70	-69,23
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	79,76	76,27	80,01	82,61		79,66	-11,49
	REMOLCADORES	90,00	75,55	73,82	71,97	74,34		73,92	-17,87
	CAMIONES	90,00	78,73	73,11	69,31	58,07		69,81	-22,44
	PAYLOADERS	90,00	59,88	64,27	77,07	66,04		66,82	-25,76
	EXCAVADORAS	90,00	37,80	65,48	72,92	53,57		57,44	-36,18

**ÁREAS OPERATIVAS**

F/S APORTADO 88,67

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	92,37%	95,17%	REDUCCION	97,08%	96,93%	SUMINISTR	81,65%	86,35%
REMOLCADORES	96,75%	96,27%	CARBON	96,74%	97,15%	ALMACEN	66,13%	62,82%
CAMIONES	88,41%	74,07%	COLADA	93,30%	95,96%	MANTENIMIE	97,13%	87,50%
PAYLOADERS	92,89%	92,16%						
EXCAVADORAS	50,15%	12,50%						

Conforme

Aprobado

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha: 28/06/2004

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha: 28/06/2004

TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPO MOVIL INDUSTRIAL

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	96,92	90,69	89,55	88,32	95,86	92,27	2,52
	REMOLCADORES	90,00	97,95	98,10	97,82	96,34	98,48	97,74	8,60
	PAYLOADERS	90,00	91,78	90,18	88,46	92,46	96,63	91,90	2,11
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	82,03	95,13	99,70	99,03	99,55	95,09	5,65
	CAMIONES	90,00	100,00	98,76	100,00	98,51	100,00	99,45	10,50
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	98,28	96,47	95,70	96,66	96,19	96,66	7,40
	REMOLCADORES	90,00	97,78	97,26	98,09	92,91	95,52	96,31	7,01
COLADA	MONTACARGAS	90,00	92,56	91,58	90,97	92,14	91,63	91,78	1,97
	PAYLOADERS	90,00	98,41	100,00	98,21	100,00	98,36	99,00	10,00
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	100,00	90,77	99,70	97,78	99,26	97,50	8,34
	REMOLCADORES	90,00	97,17	98,36	99,11	99,21	97,47	98,26	9,18
	CAMIONES	90,00	49,50	55,56	81,55	55,36	93,15	67,02	-25,53
	PAYLOADERS	90,00	83,33	83,04	98,96	60,71	86,21	82,45	-8,39
	EXCAVADORAS	90,00	0,00	42,86	95,24	72,02	69,94	56,01	-37,76
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	92,40	91,07	92,47	87,38	78,56	88,38	-1,80
	CAMIONES	90,00	93,65	98,53	100,00	96,83	89,68	95,74	6,38
POOL	MONTACARGAS	90,00	37,80	30,44	32,42	34,78	40,94	35,28	-60,80
	REMOLCADORES	90,00	24,36	13,74	14,09	20,54	22,72	19,09	-78,79
	PAYLOADERS	90,00	45,39	20,63	27,98	13,29	10,32	23,52	-73,86
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	83,47	80,25	81,02	81,16	83,22	81,82	-9,08
	REMOLCADORES	90,00	77,76	74,86	75,19	74,84	76,78	75,89	-15,68
	CAMIONES	90,00	68,35	71,33	76,92	67,50	77,21	72,26	-19,71
	PAYLOADERS	90,00	72,20	66,50	71,72	59,85	65,74	67,20	-25,33
	EXCAVADORAS	90,00	19,05	21,43	64,88	55,65	34,97	39,20	-56,45

ÁREAS OPERATIVAS

F/S APORTADO 92,31

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	93,67%	93,98%	REDUCCION	96,55%	95,99%	SUMINISTR	84,04%	92,82%
REMOLCADORES	97,18%	97,06%	CARBON	93,82%	96,72%	ALMACEN	95,96%	99,64%
CAMIONES	83,96%	92,64%	COLADA	92,33%	92,15%	MANTENIMIE	91,14%	82,73%
PAYLOADERS	89,93%	93,45%						
EXCAVADORAS	56,01%	69,94%						

Conforme

Aprobado

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha: 02/08/2004

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha: 02/08/2004

## ANEXO C

SEMANA No. 04

**TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPOS MOVILES INDUSTRIALES**

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	96,73	95,08	80,46	86,27		89,64	-0,41
	REMOLCADORES	90,00	96,04	98,53	95,32	91,92		95,45	6,06
	PAYLOADERS	90,00	82,14	91,77	93,45	89,48		89,21	-0,88
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	99,33	99,70	81,45	89,29		92,44	2,71
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00		100,00	11,11
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	97,28	99,61	96,07	91,00		95,99	6,66
	REMOLCADORES	90,00	95,93	94,88	99,40	100,00		97,55	8,39
C O L A D A	MONTACARGAS	90,00	90,27	87,20	85,41	89,56		88,11	-2,10
	PAYLOADERS	90,00	100,00	97,96	100,00	98,21		99,04	10,05
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	94,02	96,58	98,49	96,43		96,38	7,09
	REMOLCADORES	90,00	98,86	97,92	98,21	99,11		98,53	9,47
	CAMIONES	90,00	93,85	80,16	93,65	88,49		89,04	-1,07
	PAYLOADERS	90,00	97,92	95,24	56,25	48,44		74,46	-17,26
	EXCAVADORAS	90,00	80,95	100,00	92,56	64,21		84,43	-6,19
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	96,31	97,00	93,27	89,16		93,94	4,37
	CAMIONES	90,00	98,61	99,80	95,24	89,29		95,74	6,37
POOL	MONTACARGAS	90,00	39,58	46,17	28,53	30,56		36,21	-59,77
	REMOLCADORES	90,00	17,36	6,40	1,98	2,88		7,16	-92,05
	PAYLOADERS	90,00	17,66	33,33	32,34	19,84		25,79	-71,34
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	84,10	92,75	86,96	89,86		88,42	-1,76
	REMOLCADORES	90,00	74,80	77,27	77,27	77,27		76,65	-14,83
	CAMIONES	90,00	75,27	77,78	77,78	66,67		74,37	-17,36
	PAYLOADERS	90,00	66,14	77,78	66,67	55,56		66,54	-26,07
	EXCAVADORAS	90,00	40,48	100,00	66,67	66,67		68,45	-23,94

**ÁREAS OPERATIVAS**

F/S APORTADO 92,51

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	92,24%	89,59%	REDUCCION	96,47%	93,74%	SUMINISTR	89,81%	82,67%
REMOLCADORES	96,76%	96,35%	CARBON	91,28%	88,32%	ALMACEN	93,95%	91,43%
CAMIONES	93,47%	90,48%	COLADA	88,95%	90,23%	MANTENIMIE	94,61%	89,21%
PAYLOADERS	85,93%	77,26%						
EXCAVADORAS	84,43%	64,21%						

Conforme

Aprobado

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha:

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha:

## ANEXO C

SEMANA No. 04

TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPOS MOVILES INDUSTRIALES

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	99,04	100,00	96,98	94,62		97,66	8,51
	REMOLCADORES	90,00	100,00	100,00	98,36	98,81		99,29	10,33
	PAYLOADERS	90,00	93,22	93,21	96,53	96,97		94,98	5,54
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	99,40	100,00	99,40	99,36		99,54	10,60
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	97,22	100,00		99,31	10,34
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	97,04	100,00	98,70	96,44		98,05	8,94
	REMOLCADORES	90,00	92,13	97,02	98,82	98,07		96,51	7,23
C O L A D A	MONTACARGAS	90,00	90,40	95,53	97,24	90,90		93,52	3,91
	PAYLOADERS	90,00	97,82	98,21	100,00	97,92		98,49	9,43
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	95,46	100,00	99,23	98,65		98,34	9,26
	REMOLCADORES	90,00	99,46	99,31	98,96	98,16		98,97	9,97
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	100,00	98,51		99,63	10,70
	PAYLOADERS	90,00	66,96	99,11	91,76	99,28		89,28	-0,80
	EXCAVADORAS	90,00	83,18	96,33	99,40	50,97		82,47	-8,37
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	100,00	100,00	100,00	98,28		99,57	10,63
	CAMIONES	90,00	99,60	100,00	100,00	99,21		99,70	10,78
POOL	MONTACARGAS	90,00	50,79	64,25	65,69	61,15		60,47	-32,81
	REMOLCADORES	90,00	52,03	44,82	43,20	47,72		46,94	-47,84
	PAYLOADERS	90,00	26,98	33,33	21,83	25,99		27,03	-69,96
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	94,81	94,81	99,18	95,47		96,07	6,74
	REMOLCADORES	90,00	86,36	81,82	83,52	84,58		84,07	-6,59
	CAMIONES	90,00	77,78	77,78	91,69	91,30		84,64	-5,96
	PAYLOADERS	90,00	77,78	77,78	70,96	73,93		75,11	-16,54
	EXCAVADORAS	90,00	100,00	100,00	99,60	65,92		91,38	1,53

ÁREAS OPERATIVAS

F/S APORTADO 97,21

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	97,23%	95,31%	REDUCCION	97,58%	96,94%	SUMINISTR	94,90%	91,30%
REMOLCADORES	98,04%	98,41%	CARBON	97,80%	96,14%	ALMACEN	99,49%	99,49%
CAMIONES	99,61%	99,02%	COLADA	93,90%	91,44%	MANTENIMIE	99,62%	98,63%
PAYLOADERS	93,67%	97,90%						
EXCAVADORAS	82,47%	50,97%						

Conforme

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Aprobado

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha: 27-09-2004

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha: 27-09-2004

## ANEXO C

SEMANA No. 05

**TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPOS MOVILES INDUSTRIALES**

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	96,78	95,23	98,81	96,94	97,21	96,99	7,77
	REMOLCADORES	90,00	98,07	98,46	99,19	99,83	99,28	98,97	9,96
	PAYLOADERS	90,00	96,64	96,96	95,87	95,45	70,17	91,02	1,13
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	98,83	99,55	99,40	99,11	99,38	99,25	10,28
	CAMIONES	90,00	100,00	100,00	98,21	100,00	100,00	99,64	10,71
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	98,64	97,61	99,25	98,25	98,30	98,41	9,34
	REMOLCADORES	90,00	98,89	97,87	90,82	100,00	99,00	97,32	8,13
C O L A D A	MONTACARGAS	90,00	96,37	97,69	93,23	91,93	97,33	95,31	5,90
	PAYLOADERS	90,00	100,00	97,72	100,00	98,41	100,00	99,23	10,25
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	99,17	99,45	99,40	99,02	97,72	98,95	9,95
	REMOLCADORES	90,00	99,03	99,46	99,21	99,33	97,02	98,81	9,79
	CAMIONES	90,00	93,04	93,78	77,58	99,21	98,21	92,36	2,63
	PAYLOADERS	90,00	98,61	95,83	86,76	73,36	78,47	86,61	-3,77
	EXCAVADORAS	90,00	83,04	78,57	44,35	94,05	76,19	75,24	-16,40
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	99,21	98,81	99,82	96,08	99,64	98,71	9,68
	CAMIONES	90,00	98,73	99,60	100,00	100,00	98,63	99,39	10,44
POOL	MONTACARGAS	90,00	56,74	56,70	59,29	57,01	60,78	58,10	-35,44
	REMOLCADORES	90,00	56,55	51,84	51,84	69,30	80,53	62,01	-31,10
	PAYLOADERS	90,00	30,95	33,33	31,75	23,21	9,52	25,75	-71,39
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	96,03	95,46	96,94	95,06	97,47	96,19	6,88
	REMOLCADORES	90,00	87,09	85,65	83,61	99,88	98,60	90,97	1,07
	CAMIONES	90,00	78,74	84,03	71,23	99,74	96,77	86,10	-4,33
	PAYLOADERS	90,00	75,56	75,58	72,93	66,79	55,11	69,19	-23,12
	EXCAVADORAS	90,00	88,69	79,96	41,47	62,70	53,97	65,36	-27,38

**ÁREAS OPERATIVAS**

F/S APORTADO 96,78

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	97,50%	97,97%	REDUCCION	98,08%	98,51%	SUMINISTR	91,86%	91,45%
REMOLCADORES	98,22%	98,88%	CARBON	96,82%	94,43%	ALMACEN	99,33%	99,50%
CAMIONES	96,42%	98,65%	COLADA	95,61%	97,54%	MANTENIMIE	98,97%	99,26%
PAYLOADERS	90,92%	77,91%						
EXCAVADORAS	75,24%	76,19%						

Conforme

Aprobado

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

Firma:

Nro. de personal: 10004383

Fecha: 02-11-2004

Firma:

Nro. de personal: 10003842

Fecha: 02-11-2004

## ANEXO C

SEMANA No. 04

**TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPOS MOVILES INDUSTRIALES**

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	98,18	97,67	97,71	97,30		97,72	8,57
	REMOLCADORES	90,00	99,25	99,51	99,39	99,39		99,39	10,43
	PAYLOADERS	90,00	84,13	97,70	97,42	97,57		94,21	4,67
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	98,51	99,40	99,63	99,45		99,25	10,28
	CAMIONES	90,00	100,00	98,51	100,00	100,00		99,63	10,70
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	97,77	96,18	97,74	98,49		97,55	8,38
	REMOLCADORES	90,00	98,02	97,51	97,70	99,19		98,11	9,01
C O L A D A	MONTACARGAS	90,00	91,94	93,28	93,83	83,74		90,70	0,78
	PAYLOADERS	90,00	98,91	100,00	99,15	74,40		93,12	3,46
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	98,95	98,87	99,42	99,26		99,13	10,14
	REMOLCADORES	90,00	99,01	98,21	98,12	100,00		98,84	9,82
	CAMIONES	90,00	98,02	96,63	97,42	95,24		96,83	7,59
	PAYLOADERS	90,00	48,96	49,70	57,14	94,27		62,52	-30,54
	EXCAVADORAS	90,00	58,63	84,52	55,60	58,04		64,20	-28,67
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	95,56	82,38	85,07	98,36		90,34	0,38
	CAMIONES	90,00	100,00	99,11	100,00	100,00		99,78	10,86
POOL	MONTACARGAS	90,00	58,71	48,40	43,59	40,48		47,80	-46,89
	REMOLCADORES	90,00	78,97	67,68	74,16	79,07		74,97	-16,70
	PAYLOADERS	90,00	0,00	21,43	38,10	66,27		31,45	-65,06
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	95,67	91,24	90,41	88,82		91,54	1,71
	REMOLCADORES	90,00	99,04	98,89	98,90	99,55		99,10	10,11
	CAMIONES	90,00	93,45	86,24	92,79	87,67		90,04	0,04
	PAYLOADERS	90,00	49,91	61,86	68,69	83,83		66,07	-26,59
	EXCAVADORAS	90,00	39,09	56,35	37,07	38,69		42,80	-52,44

**ÁREAS OPERATIVAS**

F/S APORTADO 94,52

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	95,68%	95,08%	REDUCCION	97,72%	98,70%	SUMINISTR	87,54%	91,34%
REMOLCADORES	98,76%	99,38%	CARBON	97,76%	97,94%	ALMACEN	99,32%	99,56%
CAMIONES	98,49%	97,96%	COLADA	90,88%	83,02%	MANTENIMIE	93,88%	98,98%
PAYLOADERS	83,46%	92,61%						
EXCAVADORAS	64,20%	58,04%						

Conforme

Aprobado

Nombre y apellido: Jesús Rojas

Nombre y apellido: Leoncio Amaya

Pág. 6 De 16

**TABLA DE FACTORES DE SERVICIO DE EQUIPOS MOVILES INDUSTRIALES**

GERENCIA	EQUIPOS	F/S META %	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	FACTOR DE SERVICIO MES	DESVIACION
CARBON	MONTACARGAS	90,00	95,08	94,32	96,25	98,55	94,09	95,66	6,29
	REMOLCADORES	90,00	99,14	99,26	98,61	98,94	98,92	98,97	9,97
	PAYLOADERS	90,00	96,39	94,01	96,66	95,90	95,87	95,77	6,41
ALMACEN	MONTACARGAS	90,00	99,55	99,40	99,67	99,50	99,40	99,50	10,56
	CAMIONES	90,00	100,00	98,81	100,00	100,00	100,00	99,76	10,85
REDUCCION	MONTACARGAS	90,00	97,04	98,61	98,48	99,14	97,21	98,10	9,00
	REMOLCADORES	90,00	99,14	99,32	98,58	98,54	98,17	98,75	9,72
COLADA	MONTACARGAS	90,00	92,98	90,51	97,96	95,21	93,85	94,10	4,56
	PAYLOADERS	90,00	99,21	100,00	98,21	100,00	98,71	99,23	10,25
SUMINISTRO INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	98,51	98,19	99,39	99,07	99,06	98,84	9,83
	REMOLCADORES	90,00	98,91	99,11	99,40	98,81	94,32	98,11	9,01
	CAMIONES	90,00	97,75	88,49	98,12	98,81	99,21	96,48	7,20
	PAYLOADERS	90,00	100,00	93,65	99,40	96,95	98,66	97,73	8,59
	EXCAVADORAS	90,00	65,97	84,82	99,11	99,43	81,40	86,15	-4,28
MANTTO. INDUSTRIAL	MONTACARGAS	90,00	96,81	99,70	99,02	99,75	98,60	98,78	9,75
	CAMIONES	90,00	100,00	99,40	100,00	100,00	100,00	99,88	10,98
POOL	MONTACARGAS	90,00	34,42	38,95	58,13	47,99	49,66	45,83	-49,08
	REMOLCADORES	90,00	78,97	76,54	83,04	89,78	91,02	83,87	-6,81
	PAYLOADERS	90,00	52,38	26,98	41,27	43,25	26,98	38,17	-57,59
ESTADO DE FLOTA	MONTACARGAS	90,00	87,43	88,84	96,65	92,89	91,72	91,51	1,67
	REMOLCADORES	90,00	99,35	99,47	99,05	99,09	98,56	99,10	10,12
	CAMIONES	90,00	96,34	80,55	99,17	86,38	88,62	90,21	0,24
	PAYLOADERS	90,00	82,83	72,25	78,98	79,04	73,84	77,39	-14,01
	EXCAVADORAS	90,00	58,66	56,55	66,07	90,10	87,60	71,80	-20,23

**ÁREAS OPERATIVAS**

F/S APORTADO 97,37

F/S POR FLOTA (GCIAS)	ACUMULADO	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.	GERENCIA	ACUM.	SEM.
MONTACARGAS	96,82%	96,10%	REDUCCION	98,30%	97,50%	SUMINISTR	96,06%	95,59%
REMOLCADORES	98,77%	98,02%	CARBON	96,64%	95,72%	ALMACEN	99,56%	99,52%
CAMIONES	98,40%	99,66%	COLADA	94,50%	94,22%	MANTENIMIE	99,19%	99,13%
PAYLOADERS	97,00%	97,27%						
EXCAVADORAS	86,15%	81,40%						

Conforme

Nombre y apellido: César Viamonte

Aprobado

Nombre y apellido: Jaime Cova

Pág. 6 De 16



## ANEXO E

### Calculo de requerimiento de camioneta doble cabina V-488 Mantenimiento Alto Voltaje

Actividad	Tiempo Promedio (min)	Frecuencia (Traslados/Año)	T.T.T.A. (min/Año)
Mantenimiento Línea 115 Kv.	14,64	16	234,24
Mantenimiento Alimentadores	14,64	108	1.581,12
Mantenimiento Torre de Distribución	14,64	28	409,92
Mantenimiento de Rectificadores	14,64	1080	15.811,20
Mantenimiento Booster V-Línea	14,64	84	1.229,76
Mantenimiento Booster Línea 3	14,64	48	702,72
Mantenimiento Torre de Enfriamiento de Booster V-L	14,64	4	58,56
Mantenimiento Swicht Gear Booster V-Línea	14,64	4	58,56
Mantenimiento Abanicos de los PTH	14,64	264	3.864,96
Mantenimiento Compresores(Parte Eléctrica)	14,64	700	10.248,00
Mantenimiento Motor Torre de Transferencia	14,64	8	117,12
Mantenimiento Transformadores Tipo 1*	14,64	208	3.045,12
Mantenimiento Transformadores Tipo 2**	14,64	460	6.734,40
Mantenimiento Banco de Transformadores	14,64	12	175,68
Mantenimiento Interruptores de Celdas	14,64	216	3.162,24
Mantenimiento a los Swicht Gear	14,64	264	3.864,96
Mantenimiento a los Fuzzy Gear	14,64	40	585,60
Mantenimiento de Dispositivos de Emergencia	14,64	80	1.171,20
Mantenimiento Banco de Baterías	14,64	256	3.747,84
Mantenimiento Cargador de Baterías	14,64	128	1.873,92
Supervisión de trabajos fallas ocasionales	28,70	390	11.193,00
Traslado de equipos	24,00	104	2.496,00
Traslado de Insumo y repuestos	17,90	208	3.723,20
	25,90	156	4.040,40
<b>TOTAL</b>			<b>19.968,96</b>

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.T.T.}} \times 100\% + \% \text{ D.I.}$$

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{19.968,96 \text{ min/año}}{124.800 \text{ min/año}} \times 100\% + 4,04\% = \mathbf{20,04 \%}$$

$$\text{Requerimiento} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.D.}} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.T.T.} - \text{D.I.}}$$

$$\text{Requerimiento} = \frac{19.968,96 \text{ min/año}}{(124800 - 5044) \text{ min/año}} = 0,17 = \mathbf{1 \text{ vehiculo}}$$

$$\text{T.T.T.} = 8 \text{ hr/día} \times 60 \text{ min/hr} \times 5 \text{ días/sem} \times 52 \text{ sem/año} = \mathbf{124.800 \text{ min/año}}$$

<b>Demoras Inevitables</b>		
Actividad	Tiempo Promedio (min/día)	Porcentaje (%)
Chequeo e Inspección del equipo	15	3,13
Suministro de combustible	4,4	0,92
<b>TOTAL</b>	<b>19,40</b>	<b>4,04</b>

$$\text{Demoras Inevitables} = 19,4 \text{ min/día} \times 5 \text{ día/sem} \times 52 \text{ sem/año} = \mathbf{5.044 \text{ min/año}}$$

Donde:

T.T.T.A. = Tiempo Total de Trabajo y Atención

T.T.T. = Tiempo Total de Trabajo

T.D. = Tiempo Disponible

D.I. = Demoras Inevitables

## ANEXO F

### Calculo de requerimiento de Camión Cesta V-194 Mantenimiento Alto Voltaje

Actividad	Tiempo Promedio (min)	Frecuencia (vez/año)	T.T.T.A. (min/año)
Mantenimiento a los transforectificadores	137,38	52,00	7.143,76
Actividades no programadas o de emergencia	8,50	26,00	221,00
Cambio de seccionadores	279,45	26,00	7.265,70
<b>TOTAL</b>			<b>14.630,46</b>

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.T.T.}} \times 100\% + \% \text{ D.I.}$$

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{14.630,46 \text{ min/año}}{124.800,00 \text{ min/año}} \times 100\% + 8,85\% = \mathbf{20,57\%}$$

$$\text{Requerimiento} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.D.}} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.T.T.} - \text{D.I.}}$$

$$\text{Requerimiento} = \frac{14.630,46 \text{ min/año}}{(124800 - 15.508,85) \text{ min/año}} = 0,13 = \mathbf{1 \text{ Camión}}$$

$$\text{T.T.T.} = 8 \text{ hr/día} \times 60 \text{ min/hr} \times 5 \text{ días/sem} \times 52 \text{ sem/año} = \mathbf{124.800 \text{ min/año}}$$

<u>Demoras Inevitables</u>		
Actividad	Tiempo Promedio (min/día)	Porcentaje (%)
Chequeo e Inspección del equipo	15,49	3,23
Mantenimiento rutinario	24	5,00
Suministro de combustible	3	0,63
<b>TOTAL</b>	<b>42,49</b>	<b>8,85</b>

$$\text{Demoras Inevitables} = 42,49 \text{ min/día} \times 365 \text{ día/año} = \mathbf{15.508,85 \text{ min/año}}$$

Donde:

T.T.T.A. Tiempo Total de Trabajo y Atención

T.T.T. Tiempo Total de Trabajo

T.D. Tiempo Disponible

D.I. Demoras Inevitables

## ANEXO G

### Calculo de requerimiento de camioneta V-429 Operaciones Alto Voltaje

Actividad	Tiempo Promedio (min)	Frecuencia (Traslados/Año)	T.T.T.A. (min/Año)
Desenergizar equipos para mantenimiento	27,53	988	27.196,00
Energizar equipos	33,00	988	32.604,00
Supervisar equipos	34,00	365	12.410,00
Corrección de Fallas	21,00	104	2.184,00
Toma de lectura Booster V-línea	22,00	365	8.030,00
Traslado de personal cambio de turno	32,60	365	11.899,00
Buscar Comidas	12,2	365	4.453,00
<b>TOTAL</b>			<b>98.776,00</b>

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.T.T.}} \times 100\% + \% \text{ D.I.}$$

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{98.776,00 \text{ min/año}}{174.720 \text{ min/año}} \times 100\% + 8,83\% = \mathbf{65,36\%}$$

$$\text{Requerimiento} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.D.}} = \frac{\text{T.T.T.A.}}{\text{T.T.T.} - \text{D.I.}}$$

$$\text{Requerimiento} = \frac{98.776,00 \text{ min/año}}{(174.720 - 15.433,6) \text{ min/año}} = 0,62 = \mathbf{1 \text{ vehiculo}}$$

$$\text{T.T.T.} = 8 \text{ hr/día} \times 60 \text{ min/hr} \times 7 \text{ días/sem} \times 52 \text{ sem/año} = \mathbf{174.720 \text{ min/año}}$$

<b>Demoras Inevitables</b>		
Actividad	Tiempo Promedio (min/día)	Porcentaje (%)
Chequeo e Inspección del equipo	25	5,21
Suministro de combustible	17,4	3,63
<b>TOTAL</b>	<b>42,40</b>	<b>8,83</b>

$$\text{Demoras Inevitables} = 42,40 \text{ min/día} \times 7 \text{ día/sem} \times 52 \text{ sem/año} = \mathbf{15.433,6 \text{ min/año}}$$

Donde:

T.T.T.A. = Tiempo Total de Trabajo y Atención

T.T.T. = Tiempo Total de Trabajo

T.D. = Tiempo Disponible

D.I. = Demoras Inevitables































## ANEXO I

### FRECUENCIAS DE LOS TRASLADOS A LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

Actividades	Tipo de Mantto				Duración de Mantto (días)	N° de Trabajadores	N° De Equipos	Frecuencia
Mantenimiento Línea 115 Kv.	A				1	2	4	16
Mantenimiento Alimentadores	A				1	2	27	108
Mantenimiento Torre de Distribución	A				1	4	7	28
Mantenimiento de Rectificadores	A	S	T		9	3	30	1080
Mantenimiento Booster V-Línea	A	S	T		7	3	3	84
Mantenimiento Booster Línea 3				M	12	3	1	48
Mantenimiento Torre de Enfriamiento de Booster V-L	A				1	3	1	4
Mantenimiento Swicht Gear Booster V-Línea	A				1	3	1	4
Mantenimiento Abanicos de los PTH	A	S			3	2	22	264
Mantenimiento Compresores(Parte Eléctrica)	A	S	T		7	3	25	700
Mantenimiento Motor Torre de Transferencia	A				1	2	2	8
Mantenimiento Transformadores Tipo 1*	A				1	3	52	208
Mantenimiento Transformadores Tipo 2**	A	S			5	3	23	460
Mantenimiento Banco de Transformadores	A				1	2	3	12
Mantenimiento Interruptores de Celdas	A				1	3	54	216
Mantenimiento a los Swicht Gear	A				1	4	66	264
Mantenimiento a los Fuzzy Gear	A				1	3	10	40
Mantenimiento de Dispositivos de Emergencia			T		4	2	5	80
Mantenimiento Banco de Baterías			T		4	2	16	256
Mantenimiento Cargador de Baterías		S			2	2	16	128

**Leyenda: A: Anual S: Semestral T: Trimestral M: Mensual**

FRECUENCIA = N° dia/año x N° equipos x 4 viajes/dia-equipos

\* Los transformadores tipo 1 están conformados por los siguientes modelos de equipos: 40-T, 02-T, 10-T, 12-T, 18-T, 20-T, 23-T, 24-T, 25-T, 26-T, 28-T, 30-T, 31-T, 33-T, 47-1-T, 47-2-T, 47-3-T, 47-4-T, Lurgi, Proyecto y Construcción, Portón 5, Empleo, Edificio Corporativo 1, Edificio Corporativo 2, Limpieza de Cabos 1, Limpieza de Cabos 2, Automotriz.

\*\* Los transformadores tipo 2 están conformados por los siguientes modelos de equipos: 22-T, 50-1-T, 50-2-T, 50-3-T, 50-4-T, 50-T-C1, 50-T-C2.