



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO



ESTANDARIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS MÓVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) NECESARIAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA GERENCIA DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA

Autor:

Br. Hernández H, Victor Manuel.

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE 2.008

**ESTANDARIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS MÓVILES
(TRACTORES Y MONTACARGAS) NECESARIAS PARA EL
CUMPLIMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA GERENCIA
DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO



ESTANDARIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS MÓVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) NECESARIAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA GERENCIA DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA

Trabajo presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice – Rectorado Puerto Ordaz a los fines de cumplir con los requisitos que establece la institución para optar al título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Br. Hernández H, Víctor Manuel.

ING. IVÁN TURMERO
Tutor Académico

ING. DESIRÉE LÁREZ
Tutor industrial

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE 2.008

Hernández Hernández, Victor Manuel

“ESTANDARIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS MÓVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) NECESARIOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA GERENCIA DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA”

2008. 152 Páginas. Trabajo de Grado.

Universidad Nacional Experimental Politécnica
“Antonio José de Sucre”
Vice-Rectorado Puerto Ordaz
Departamento de Ingeniería Industrial

Tutor Académico: Ing. Iván Turmero.

Tutor Industrial: Ing. Desirée Lárez.

Ciudad Guayana, Noviembre 2008.

Bibliografía página 120.

Capítulos: I.- El Problema II.- Generalidades de la Empresa III.- Marco Teórico. IV.- Marco Metodológico V.- Situación Actual VI.- Análisis y Resultados, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas, Apéndices, Anexos.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO



ESTANDARIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS MÓVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) NECESARIOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA GERENCIA DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA

Trabajo presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice – Rectorado Puerto Ordaz a los fines de cumplir con los requisitos que establece la institución para optar al título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Br. Hernández H, Victor Manuel.

ING. Jairo Pico
Jurado Académico

ING. Alí Martínez
Jurado Académico

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2.008



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO



ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, los tutores académico e industrial, para examinar el Trabajo de Grado presentado por el **Br. VICTOR HERNÁNDEZ**, portador de la cédula de identidad **Nº 14.440.963**, titulado **"ESTANDARIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS MÓVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) NECESARIOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA GERENCIA DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA"**, como requisito para la aprobación del Trabajo de Grado, consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por tanto lo declaramos: **APROBADO.**

ING. IVÁN TURMERO
Tutor Académico

ING. DESIRÉE LÁREZ
Tutor industrial

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2.008

DEDICATORIA

A **Dios** por darme la fuerza suficiente para superar todos los obstáculos que se me han presentado en la vida.

A **mis padres Nieves Hernández y Manuel Hernández**, por que este logro no es solo mío, ustedes siempre serán clave para mi inspiración y gracias por siempre apoyarme en los momentos más difíciles.

A **mi hermana Doris Hernández**, por su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por darme la vida, sabiduría y unos padres maravillosos.

A **mis padres Nieves Hernández y Manuel Hernández**, por estar siempre conmigo y enseñarme que los sueños se pueden alcanzar siempre que nos los propongamos.

A **mis familiares**, por su amor y apoyo.

A **mi princesa, Marielys Marcano** por su amor, apoyo y ayuda incondicional, te quiero eres muy especial.

A **mis amigos y amigas, Verónica Palacios, Yugly Gamboa, Miriany Moronta, Jhoselin Bastardo, Humberto Castañeda, Rafael Quijada, Jean Cesar Velásquez, Jackeline Lozano, Juan Quintana, Jessica Campos, Nairelys Reyes, Yanetzi Caldera**, por ser parte en mi aprendizaje, darme su apoyo incondicional y creer en mi.

A **mis compañeras de pasantía Marly Fernández y Beilys Teles**, por compartir conmigo esta experiencia y brindarme su ayuda cuando la necesite.

A mi tutor académico **Ing. Iván Turmero**, por su apoyo y colaboración.

A mi tutora industrial **Ing. Desirée Lárez** por su amistad, ayuda, colaboración y enseñanzas para la realización del presente informe.

Al **personal de Ingeniería Industrial Magali Caña, Mercedes Anato, Flores José, Nereo Acosta, Nestor Barreto, Norelba Milano, Francisco**

Rodríguez, José Mederico, Marisol Silva, por brindarme su amistad, ayuda y colaboración en la elaboración de este informe.

A **mi casa de estudio UNEXPO**, por todo el conocimiento que me ha permitido adquirir hasta ahora.

A **la Empresa CVG ALCASA** por brindarme la oportunidad de realizar la pasantía en sus instalaciones, permitiéndome adquirir experiencia para mi formación como futuro profesional.

A todos ¡Muchas Gracias!



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**



**ESTANDARIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS MÓVILES
(TRACTORES Y MONTACARGAS) NECESARIOS PARA EL
CUMPLIMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA GERENCIA DE
REDUCCIÓN DE CVG ALCASA.**

**Br: Victor M., Hernández H.
Tutor Académico: Ing. Iván Turmero.
Tutor Industrial: Ing. Desirée Lárez.**

RESUMEN

En el siguiente trabajo se realizó un estudio de tiempo a los equipos móviles (tractores y montacargas) de la Gerencia de Reducción de CVG ALCASA, en este se planteó como objetivo general el realizar un estudio de tiempo para determinar el número óptimo de Equipos Móviles (Montacargas y Tractores) para garantizar el cumplimiento de las operaciones en la Gerencia de Reducción de la empresa CVG ALCASA, con el objeto de organizar, estructurar y cuantificar dichas unidades, tener un control sobre éstos y mantener la continuidad de la extracción de aluminio para CVG ALCASA sin alterar el proceso productivo de la Gerencia de Reducción, para llevar a cabo este estudio se realizó una investigación aplicada, ya que mediante la aplicación del cálculo del porcentaje de utilización y requerimiento de equipos, la Superintendencia de Ingeniería Industrial podrá conocer el número de equipos móviles (montacargas y tractores) necesarios para realizar las actividades de la Gerencia de Reducción. Según la estrategia de recolección de información es de campo y según el nivel de profundidad es descriptiva, en vista que se especifican todas las actividades que realizan los equipos móviles en las distintas áreas de la Gerencia de Reducción.

PALABRAS CLAVES: Análisis Estadístico, Requerimiento, Carga de Trabajo, Mantenimiento, Diagrama Causa-Efecto.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
1. ANTECEDENTES	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. ALCANCE	5
4. DELIMITACIONES.....	5
5. LIMITACIONES.....	5
6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	5
7. OBJETIVOS	6
7.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
CAPÍTULO II	8
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	8
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	8
2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	8
3. RESEÑA HISTÓRICA	9
4. SECTOR PRODUCTIVO	13
5. MATERIAS PRIMAS	13
6. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALUMINIO.....	15
6.1. EXTRACCIÓN DE LA BAUXITA	15
6.2. PRODUCCIÓN DE ALÚMINA	16
6.3. ELECTRÓLISIS DE ALUMINIO.....	16
6.4. ALEACIONES DE ALUMINIO	17
7. PRODUCTOS QUE FABRICA LA EMPRESA	23
8. FUNCIONES	24
9. MISIÓN	24
10. VISIÓN	24
11. METAS DE LA EMPRESA	24
12. OBJETIVOS DE LA EMPRESA	25
13. FLUJOGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CVG ALCASA	26
14. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL DE CVG ALCASA	27
14.1 DESCRIPCIÓN DEL ORGANIGRAMA GENERAL DE CVG ALCASA	28
15. Descripción de La Superintendencia Ingeniería Industrial.	29
15.1 FUNCIONES DE LA SUPERINTENDENCIA INGENIERÍA INDUSTRIAL	30
16. INSTALACIONES DE LA EMPRESA.....	31
16.1 MUELLE	32
16.2. PLANTA DE CARBÓN	33

16.3. PLANTA DE ENVARILLADO.....	33
16.4. PLANTA DE REDUCCIÓN	34
16.5. PLANTA DE FUNDICIÓN.....	35
16.6 PLANTA DE LAMINACIÓN	35
CAPÍTULO III.....	37
MARCO TEÓRICO	37
1. ESTUDIO DE TIEMPOS	37
1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS	37
1.2. TOMA DE TIEMPOS	37
1.3. REGISTRO DEL TIEMPO DE CADA ELEMENTO.....	38
1.4. DIFICULTADES ENCONTRADAS	39
1.5. NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR	40
1.6. TIEMPO ESTANDAR	41
1.7 TIEMPO REAL	44
1.8 TIEMPO NORMAL	44
1.9 RITMO DE TRABAJO.....	47
1.10 ESFUERZO	47
1.11. FATIGA.....	49
1.12. CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN	53
1.13. TIEMPO IMPREVISTO.....	55
1.14. TOLERANCIAS ADMINISTRATIVAS EN TIEMPOS NIVELADOS.....	55
2. REQUERIMIENTO.....	56
3. CARGA DE TRABAJO	56
4. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	57
4.1. DEFINICION DE MANTENIMIENTO.....	58
4.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	58
4.3. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.....	59
5. TIPOS DE MANTENIMIENTOS	60
5.1. MANTENIMIENTO BASADO EN LA ROTURA (MBR).....	60
5.2. MANTENIMIENTO BASADO EN EL TIEMPO (MBT).....	61
5.3. MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICION (MBC).....	65
6. PRIORIDAD DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO	66
7. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	67
CAPÍTULO IV	68
MARCO METODOLÓGICO.....	68
1. TIPO DE ESTUDIO	68
2. POBLACIÓN Y MUESTRA	69
3. TÉCNICAS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	69
3.1. DEFINIR LA TÉCNICA A UTILIZAR	69
3.2. ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADA	69
3.3. OBSERVACIÓN	70
3.4 MATERIALES.....	70
4. PROCEDIMIENTO	71
5. RECOPIACIÓN Y TABULACIÓN DE DATOS.....	72

CAPÍTULO V	73
SITUACIÓN ACTUAL	73
1. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE EQUIPOS MOVILES DE LA GERENCIA DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA.	73
CAPÍTULO VI	81
ANÁLISIS Y RESULTADOS	81
1. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS MOVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) QUE PRESTAN SERVICIO A LA GERENCIA DE REDUCCIÓN.	81
2. EVALUACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE CVG ALCASA PARA LOS EQUIPOS MÓVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) APLICANDO LA NORMA COVENIN 2500-93.	83
2.1 PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN	83
2.2 FICHA DE EVALUACIÓN	85
2.3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	86
2.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	87
2.5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	90
2.6. PERSONAL DE MANTENIMIENTO	92
2.7 RECURSOS	94
2.8 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE CVG ALCASA.	95
3. ESTUDIO DE TIEMPO PARA LOS EQUIPOS MOVILES.....	97
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	118
GLOSARIO DE TÉRMINOS	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
APÉNDICE	121
ANEXOS	128

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura		Página
1	Productos de la Empresa.....	23
2	Procesos Productivos de CVG ALCASA.....	27
3	Organigrama de CVG ALCASA	27
4	Vista Aérea de CVG ALCASA.....	32
5	Vista parcial del Muelle de CVG ALCASA.....	32
6	Instalaciones de Planta de Carbón de CVG ALCASA.....	33
7	Sala de Envarillado III de CVG ALCASA.....	34
8	Vistas de la Línea IV de Reducción de CVG ALCASA.....	34
9	Vistas de Fundición II de CVG ALCASA.....	35
10	Proceso de Laminación de CVG ALCASA.....	36
11	Diagrama Causa-Efecto.....	82
Tabla		
1	Ficha de Evaluación.....	96
2	Resumen Cv.....	97
3	Resumen Tolerancia por Fatiga.....	100
4	Tiempos y Validación Montacargas 51.....	101
5	Cálculos Montacargas 51.....	105
6	Tiempos y Validación de muestra del Montacargas 52 y 30.....	105
7	Montacargas 52 y 30.....	105
8	Tiempos y Validación de muestra del Tractor 10.....	106
9	Cálculos Tractor 10.....	106
10	Tiempos y Validación de muestra del Tractor 12.....	107
11	Cálculos Tractor 12.....	107
12	Tiempos y Validación de muestra de los Montacargas (31 y 48).....	108
13	Cálculos Montacargas 31 y 48.....	108
14	Tiempos y Validación de muestra de los Montacargas (38 y 41).....	109
15	Cálculos Montacargas 38 y 41.....	109
16	Tiempos y Validación de muestra de los Tractores (1 y 2)..	110
17	Cálculos Tractores 1 y 2.....	110
18	Tiempos y Validación de muestra de los Montacargas (35, 40, 42 y 44).....	111
19	Cálculos Montacargas 35, 40, 42 y 44.....	111
20	Tiempos y Validación de muestra de los Tractores (9 y 26)	112
21	Cálculos Tractores 9 y 26.....	112
22	Cálculos y Requerimientos de Equipos Móviles.....	113



INTRODUCCIÓN

CVG ALCASA, es una empresa que tiene como función primordial producir y comercializar aluminio primario y sus derivados para el abastecimiento del mercado nacional e internacional. Uno de sus mayores desafíos es crear una base industrial competitiva que ponga a funcionar de manera más eficiente el aparato productivo.

En el ambiente competitivo que existe actualmente, ninguna empresa debe dejar de emplear todos sus recursos para así poder lograr una verdadera eficiencia productiva, debe tener una gestión que no incluya solo las altas esferas generales, sino cada uno de los departamentos, áreas, sistemas y procesos que lleva a cabo.

CVG ALCASA posee cuatro Grandes Plantas operativas: Gerencia de Carbón, (actualmente fuera de operaciones), Gerencia de Reducción, Gerencia de Fundición y Gerencia de Laminación; cada una de estas plantas cumple con ciertas funciones del proceso productivo de aluminio, para lo cual necesitan de la utilización constante de equipos móviles para el manejo y acarreo de materiales, estos equipos son de gran importancia para garantizar la continuidad de las operaciones, por tanto cada gerencia debe contar con una cantidad optima de equipos móviles para realizar todas las actividades necesarias y no incurrir en atrasos ni demoras que afecten el proceso productivo.

La metodología utilizada se basa en una investigación aplicada, según la estrategia de recolección de información es de campo y según el nivel de profundidad es descriptiva.

El trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Esta constituida por los antecedentes, el planteamiento del problema, el alcance de la investigación, las delimitaciones y limitaciones del proyecto, la justificación e importancia del trabajo y por último el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto. **Capítulo II:** Se presenta información sobre las generalidades de la empresa. **Capítulo III:** Se describe el marco referencial, las bases teóricas y la definición de términos básicos, cuyos conocimientos y comprensión fueron necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados. **Capítulo IV:** En esta parte se presenta el tipo de investigación realizada, la población, la muestra tomada, las técnicas para recolectar información y los procedimientos necesarios para alcanzar los objetivos. **Capítulo V:** Muestra la situación actual referida al tema del proyecto y que sirven como base para detectar los problemas existentes y encontrar las posibles soluciones al caso. **Capítulo VI:** Se analizan los datos suministrados, finalmente se presentan las referencias bibliográficas conclusiones, recomendaciones, apéndices y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el presente capítulo se expone el problema objeto de estudio en esta investigación, el cual abarca los aspectos referidos a: antecedentes de la investigación, planteamiento del problema, delimitaciones y limitaciones, justificación e importancia, alcance, objetivo general y específicos.

1. ANTECEDENTES

Hasta el año 2005 la modalidad del servicio de equipos móviles en CVG ALCASA fue la de alquiler que incluían el servicio del operador y el de mantenimiento los cuales no garantizaban la disponibilidad y confiabilidad debido al estado de deterioro de las unidades.

En el año 2007 la empresa adquiere una flota de equipos móviles pero las condiciones hostiles del área de trabajo y la sustitución de los repuestos originales por otras marcas disminuyen la vida útil del equipo ocasionando deterioro y problemas mecánicos, trayendo como consecuencia equipos fuera de servicio y por ende retrasos en la producción.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Gerencia de Reducción esta comprendida por la Superintendencia de Celdas I Línea I y II, la Superintendencia de Celdas II Línea III, la Superintendencia de Celdas III Línea IV y la Superintendencia de Servicios a Reducción (Envarillado).

Esta Gerencia es el corazón de la producción de aluminio. Allí se realiza la transformación de la materia prima alúmina a aluminio por un proceso electrolítico de creolita fundida sobre los 965° C, descomponiéndola en sus dos elementos básicos: oxígeno (O₂) y Aluminio (Al). Para que este se lleve a cabo se deben seguir una serie de pasos, entre los cuales se destacan las actividades con los equipos móviles ya que estos son de gran importancia en el manejo de materiales.

Dentro de las funciones que deben cumplir los equipos móviles (montacargas y tractores) están: Cargar y descargar ánodos, cabos, suministrar y/o trasladar ánodos e insumos a las líneas, mover materiales etc. Muchas veces estas funciones no pueden ser llevadas a cabo debido a que la flota, presenta fallas operativas frecuentes tanto eléctricas como mecánicas. Estas situaciones traen como consecuencia retrasos en el desarrollo de las actividades, perjudicando así la operatividad y rentabilidad del área. Actualmente no se conoce con exactitud el número de unidades necesarias para cumplir con las operaciones de manera continua sin demoras o retrasos, es por esto, que es necesario determinar el porcentaje de utilización y el requerimiento de estas para mantener la operatividad en la Gerencia de Reducción.

Por lo anterior la Superintendencia Ingeniería Industrial promueve el seguimiento de los equipos móviles (montacargas y tractores), con el objeto de organizar, estructurar y cuantificar dichas unidades, tener un control sobre éstos y mantener la continuidad de la extracción de aluminio para CVG ALCASA sin alterar el proceso productivo de la Gerencia de Reducción.

3. ALCANCE

Con la presente investigación del requerimiento de equipos móviles (tractores, montacargas), en la empresa CVG ALCASA, busca evitar atrasos, demoras y mantener la continuidad de las operaciones en la Gerencia de Reducción.

4. DELIMITACIONES

El presente proyecto se aplicó en la Gerencia de Reducción de la empresa CVG ALCASA, específicamente en las áreas: Superintendencia de Celdas I Línea I y II, La Superintendencia de Celdas II Línea III, La Superintendencia de Celdas III Línea IV y la Superintendencia de Servicios a Reducción específicamente en el área de Envarillado III, para así poder determinar y recomendar el número óptimo de equipos móviles necesarios para garantizar la continuidad de las operaciones.

5. LIMITACIONES

Una de las limitaciones que se presenta al realizar el estudio es la políticas de seguridad de CVG ALCASA, la cual indica que se hará seguimiento a las actividades realizadas por los equipos durante el turno (7:00 a.m. a 3:00 p.m. de Lunes a Viernes); horario que es permitido a los pasantes.

6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El estudio nos permitirá determinar el número óptimo de equipos móviles necesarios para cumplir con el proceso productivo realizado por la Gerencia de Reducción de la empresa CVG ALCASA, esto es muy importante para no

incurrir en tiempos improductivos, contribuyendo de esta manera a elevar la productividad de la empresa.

7. OBJETIVOS

A continuación se plantean los objetivos tanto general y específicos que se desea alcanzar en esta investigación.

7.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el número óptimo de Equipos Móviles (Montacargas y Tractores) para garantizar el cumplimiento de las operaciones en la Gerencia de Reducción de la empresa CVG ALCASA.

7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos móviles.
2. Determinar y describir las actividades realizadas por los equipos móviles.
3. Analizar la eficiencia de los equipos móviles presentes en la Gerencia de Reducción mediante un Diagrama Causa-Efecto
4. Evaluar los planes de mantenimiento existentes para los equipos móviles (tractores y montacargas) de la Gerencia de Reducción.
5. Realizar un estudio de tiempo de los montacargas y tractores de la Gerencia de Reducción que operan en las siguientes áreas: Envarillado III, Línea I, Línea II, Línea III y Línea IV.
6. Validar las muestras de los tiempos observados para un nivel de confianza del 95%.

7. Realizar el análisis estadístico de los resultados mediante la aplicación de formulas para determinar el número óptimo de equipos móviles en la Gerencia de Reducción.
8. Determinar el costo de operación de los equipos móviles.
9. Proponer mejoras para reducir el tiempo de ocio en la Gerencia de Reducción.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se exponen las generalidades de la empresa enmarcada por la reseña histórica, visión, objetivos, política de calidad, sector productivo, descripción del proceso productivo, organigrama general y demás generalidades de la planta donde se realizó el estudio.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CVG Aluminios del Caroní S.A. (ALCASA) es una empresa del estado, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), la cual se encuentra en el sector aluminio nacional e internacional como uno de los mayores productores del metal, está cuenta con un capital social de Bs. 51.442.418.000,00. Además cuenta con una capacidad de producción de 10.000 t/año de Aluminio primario para abastecer el mercado nacional e Internacional.

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Región Guayana es el centro de la industria del aluminio en Venezuela, ésta región privilegiada está localizada al sur del río Orinoco, con una extensión de 448.000 km² que representa exactamente la mitad del territorio venezolano. En ella se encuentra ubicada la empresa CVG ALCASA específicamente en la zona Industrial Matanzas en el margen derecho del río Orinoco, en la parte sur-oeste de Ciudad Guayana, Estado Bolívar, ocupando una superficie total aproximada de 174 hectáreas.

3. RESEÑA HISTÓRICA

La región de Guayana posee una gran variedad de recursos naturales de fácil explotación, aunado a esto está el vasto programa de desarrollo liderizado por la Corporación Venezolana de Guayana desde inicios de los 60, el cual ha tenido su principal soporte en el inmenso potencial hidroeléctrico, lo que asegura energía a bajo costo.

El desarrollo de la industria del aluminio en la Región Guayana se inició hace más de tres décadas con los programas destinados al aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de sus principales ríos, mediante la construcción de las represas Guri y Macagua. La disponibilidad y bajo costo de la energía, la reserva de bauxita como materia prima inicial, la capacidad del país para invertir, la estratégica ubicación geográfica, junto con las facilidades de acceso al mar a través del Río Orinoco, determinaron el que Venezuela pudiera producir aluminio en condiciones competitivas a nivel de América Latina y mundial.

En diciembre de 1960, se constituye en Venezuela la empresa CVG Aluminio del Caroní, S.A. (ALCASA) como producto de la asociación entre la Corporación Venezolana de Fomento(50%), que en Febrero de 1.961 traspasa sus acciones a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), y Reynolds International INC (50%). quedando oficialmente inaugurada el 14 de octubre de 1967, la cual estaba constituida por la Sala “A” de Línea I de las celdas de reducción, una Sala de Envarillado de Ánodos y una Sala de Fundición. En 1968, se desarrolló Fase II, que consistió en una Sala de Reducción Sala “B” con una capacidad de 13 mil toneladas de producción por año, más otra planta de ánodos y sus hornos de cocción denominada Planta de Carbón, una Planta de Laminación y una Planta de Hoja Delgada, está última ubicada en Guacara, estado Carabobo (actualmente no forma

parte de ALCASA, y es conocida como ALUCASA – GUACARA. Para 1973, se culminó la Fase II, constituida por una nueva Línea II de Reducción de 28 mil toneladas, y una expansión de la Sala de Fundición.

A finales de 1974, se cambia la tecnología usada hasta ese momento para la producción de aluminio, mediante la incorporación de una nueva Línea III elevando la producción a 180 mil t/A, de alta densidad de corriente de 160 mil amperios. Posteriormente, a los cinco años de operación exitosa de la Línea III, con una nueva tecnología para atender el incremento en el mercado de exportación, se planteó aumentar la capacidad de reducción, es allí cuando nace la Línea IV, y celdas capaces de producir 84 mil t/A, con 216 celdas tipo Hamburgo. Para mediados de años 80, CVG ALCASA alcanzaba una capacidad instalada de producción de 210 mil t/A, además de sumarle unas 60 mil t/A de productos laminados.

El crecimiento de la capacidad instalada, y, por consiguiente, de la producción de CVG ALCASA se ha desarrollado hasta la presente fecha en seis fases. Para cada una de ellas se ha utilizado las tecnologías siguientes:

- **Fase I:** Instalación de 70 celdas de reducción tipo Niagara de tecnología REYNOLDS, con amperajes de operación de 60.000 Amp., y producción de aproximadamente 484 Kg. /Celda x día, para disponer en 1967 de una capacidad instalada de 10.000 t/Año.

- **Fase II:** Instalación de 70 celdas de reducción adicionales con la misma tecnología de la Fase I alcanzando una capacidad instalada de 22.500 t/Año de aluminio primario en 1969. Instalación de un laminador en caliente y laminador en frío para convertir los planchones provenientes de fundición en láminas de aluminio, con una capacidad instalada de 10.000 t/Año en 1969 y la instalación de laminadores en

fríos en la planta de Guacara para elevar la capacidad de producción de 1.000 a 3.000 TM/Año de FOIL en 1969.

- **Fase III:** Instalación de 140 celdas de reducción adicionales, con las mismas características de las de Fases I y II, para elevar la capacidad de producción a 54.000 t/Año en 1973, operando a 70.000 Amp., y produciendo a un promedio de 515 Kg. /Celda x día.

- **Fase IV:** Instalación de 180 celdas de reducción, tipo Hamburgo, de tecnología Reynolds, con amperaje de operación de 150.000 Amp., y producción aproximada de 1.000 Kg. /Celda por día, para así elevar la capacidad instalada a 120.000 t/Año en 1978. Actualmente estas celdas operan a 159.600 Amp., llegando a producir un promedio de 1.150 Kg. /Celda por día y la instalación de un laminador en frío adicional y dos hornos de recocido, lo cual eleva la capacidad de producción de láminas de aluminio a 30.000 t/Año en 1978 y la instalación de equipos de laminación en frío, hornos de recocido y equipos de acabado, permiten a la planta de Guacara elevar su capacidad instalada a 6.000 t/Año de FOIL en 1977.

- **Fase V:** Instalación de una línea de colada continua de aluminio, dos laminadores en frío, hornos de reconocido y equipos de acabado, permiten a la planta de Guacara elevar su capacidad instalada a 9.000 t/Año de FOIL en 1985, sustituyéndose así la utilización de rollos de aluminio provenientes de Puerto Ordaz por lingotes y chatarras generada en planta.

- **Fase VI:** Un nuevo proyecto de ampliación de sus capacidades pone en marcha CVG ALCASA a mediados de los años 80, lo que sería su fase VI, proyecto que incluía la expansión de su planta de Laminación

Guayana, así como la construcción de una IV y V Línea de Reducción, para elevar su capacidad instalada a 400.000 t/año. CVG ALCASA logra construir solamente su IV Línea de Reducción con la instalación de 216 celdas tipo Hamburgo con mejoras operativas que las hacían más eficientes que las instaladas en la Fase IV, instalando además las áreas de servicios requeridas para soportar las capacidades de cinco líneas, pero con una producción de 210.000 t/año, lo que por supuesto produjo un desequilibrio en sus capacidades operativas y financieras.

Actualmente, luego de haber recibido las aprobaciones correspondientes por parte del Ejecutivo Nacional, CVG ALCASA ha puesto en marcha su proyecto de expansión operativa para la construcción de su V Línea de Reducción, sobre la cual ya ha dado sus primeros pasos, lo que le permitirá a mediano plazo alcanzar su punto de equilibrio operativo, así como una capacidad instalada de producción en el orden de las 400.000 t/año de aluminio, con el fin de integrar aguas abajo el sector productor de aluminio de Venezuela, el cual generará mayores fuentes de trabajo y mayor capacidad de producción y así poder competir con los grandes productores de aluminio en los mercados internacionales.

CVG ALCASA es la más pequeña de las dos fundidoras de aluminio de Venezuela, y con la construcción de ésta quinta línea prevé incrementar su capacidad anual de producción hasta unas 450.000 toneladas anuales en el 2007. Así Venezuela está tratando de incrementar su producción anual de aluminio hasta más de un millón de toneladas durante los próximos cinco años.

La producción actual de CVG ALCASA y CVG VENALUM es de unas 630.000 toneladas anuales; además CVG ALCASA cuenta con un equipo humano perseverante, incondicional y valiosísimo, aunado a una alta



tecnología, resumen la historia de esta dinámica empresa venezolana, pionera de la industria del aluminio.

4. SECTOR PRODUCTIVO

CVG ALCASA es una empresa perteneciente al sector secundario, ya que procesa el Aluminio primario una vez obtenido la materia prima inicial (Bauxita), extrayendo la Alúmina a través de un tratamiento de separación electrolítica, produciendo y comercializando Aluminio primario y sus derivados, contando con un equipo humano perseverante, incondicional, valiosísimo, aunado en una alta tecnología alcanzando un nivel óptimo de producción respondiendo a las exigencias del mercado, de acuerdo a la capacidad de la planta y a las normas de calidad. CVG ALCASA produce y comercializa una amplia variedad de productos que incluyen lingotes de 22.5 Kg, pailas de 445 Kg, cilindros aleados y planchones para laminación, aluminio en forma de rollos, láminas y cintas. Estos productos son consumidos en Venezuela por la industria de la construcción, electricidad, transporte, empaque, refrigeración, bienes de consumos y otras. También exporta a Costa Rica, Estados Unidos de América, Colombia, México, Puerto Rico, Perú, Argentina, Inglaterra y Bélgica.

5. MATERIAS PRIMAS

Energía Eléctrica, CVG ALCASA cuenta con una de las instalaciones más avanzadas del mundo: el complejo hidroeléctrico de Gurí (Represa Raúl Leoni). La energía eléctrica es recibida por dos grandes subestaciones donde es convertida de corriente alterna a corriente continua, para su utilización directa en las celdas electrolíticas.

La alúmina (óxido de aluminio) se extrae del mineral Bauxita, materia de erosión compuesta principalmente por óxido hidratado de aluminio, laterita y mineral de aluminio. La alúmina se extrae mediante el proceso Bayer, el cual consiste en someterla con una solución de soda cáustica a elevada presión y temperatura. Con este proceso se logra obtener el óxido de aluminio de otros elementos presentes en la bauxita. Venezuela cuenta con reservas probadas de más de 200 millones de toneladas de bauxita en los Pijiguaos, Estado Bolívar.

La Antracita Calcinada: La Antracita es uno de los carbones geológicamente más antiguos, de unos 800 a 1000 millones de años de edad y ha experimentado tales condiciones de presión y temperatura. Esta se mezcla con el alquitrán LPS (bajo punto de ablandamiento) para revestir las paredes de las celdas. Esta mezcla permite una buena conductividad eléctrica, baja porosidad para minimizar la absorción de los materiales del baño, y dureza para resistir la erosión que se origina en el proceso de reducción.

El coque de petróleo calcinado se utiliza para la fabricación de ánodos, es un excelente conductor eléctrico relativamente barato y obtenido en la destilación de petróleo a temperaturas cercanas a los 1300 °C. El Coque de Petróleo Calcinado, se coloca con los cabos de carbón (ánodos usados, triturados) y el alquitrán para fabricar los ánodos. En la mezcla se utiliza mediano y fino.

Brea Alquitrán Anódica: es el producto aglutinante en mezcla de fabricación de ánodos, se obtiene de los carbones minerales de edad geológica superior a 300 millones de años, los cuales se conocen como hullas. El alquitrán se encarga de soldar o unir las partículas de coque y cabo, y darle resistencia mecánica así como también conductividad al ánodo, lo cual se logra en la cocción.

La Criolita, que es el electrolito (Na_3AlF_6) que se usa en el proceso de reducción, cuando está fundido se conoce como baño. Tiene la propiedad de disolver la alúmina haciendo posible el proceso de la electrolisis para la reducción.

Fluoruro de Aluminio y el Coque Metalúrgico son las demás materias primas necesarias, la mayoría de ellas materias primas importadas.

6. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALUMINIO

La producción de Aluminio primario se realiza en tres pasos: extracción de bauxita, producción de alúmina y el proceso de electrólisis. El aluminio es el tercer metal de mayor abundancia, ocupando un 8% en la superficie de la tierra.

6.1. EXTRACCIÓN DE LA BAUXITA

El proceso de extracción de la bauxita en el área de Los Pijigüaos, se inicia con la explotación del yacimiento por métodos convencionales a cielo abierto sin voladuras después de removida la capa vegetal para uso y posterior reforestación. El mineral Bauxita, es la materia prima principal para la elaboración de aluminio. Sus componentes son hidróxido de aluminio, sílice, hierro y óxido de titanio. La extracción de este mineral es realizado por el método de mina abierta, de allí que la industria que explota toma en consideración aspectos ecológicos tales como la limpieza del suelo, flora, fauna y erosión, para minimizar el impacto ambiental que pudiera ocasionar ese proceso sobre la superficie terrestre.

6.2. PRODUCCIÓN DE ALÚMINA

El proceso de producción aplicado en CVG BAUXILUM para la refinación del mineral de bauxita y posterior obtención de la alúmina de grado metalúrgico, tiene los mismos principios del químico desarrollado en Austria por Kart Joseph Bayer en 1875, con la introducción de las tecnologías más modernas. Dicho proceso está dividido en tres etapas: manejo de materiales, lado rojo y lado blanco.

La conclusión del proceso Bayer ocurre en los calcinados constituidos por grandes hornos que eliminan la humedad de la alúmina para obtener la alúmina de grado metalúrgico, producto final para ser utilizado en plantas reductoras de aluminio. La bauxita tiene que ser convertida en óxido de aluminio puro (alúmina) antes de que pueda ser transformada en aluminio por medio de la electrólisis.

Esto es realizado a través del proceso químico Bayer en las refinerías de alúmina. El óxido de aluminio es separado de las otras sustancias de la bauxita mediante una solución de soda cáustica, la mezcla obtenida es filtrada para remover todas las partículas insolubles. Después de esto, el hidróxido de aluminio es precipitado de la solución de soda, lavado y secado, mientras que la solución de soda es reciclada. Después de la calcinación, el producto final, óxido de aluminio (Al_2O_3), es un fino polvo blanco. Cuatro toneladas de bauxita son requeridas para producir dos toneladas de alúmina, las cuales producirán a su vez una tonelada de aluminio en una reductora.

6.3. ELECTRÓLISIS DE ALUMINIO

La planta de reducción de “celdas electrolíticas” es el corazón del proceso de reducción del aluminio. Allí se disuelve la alúmina en medio electrolítico y

criolita fundida sobre los 950 °C, descomponiéndola en dos elementos básicos: oxígeno y aluminio. El oxígeno es atraído por los ánodos hacia la parte superior de la celda, es quemado y convertido en dióxido de carbono en el ánodo. El aluminio, a su vez, va hacia el fondo del recipiente por los cátodos y se extrae el líquido, para ser enviado a la planta de fundición. El aluminio primario es producido en plantas de reducción, donde el aluminio puro es extraído de la alúmina por medio del proceso Hall-Heroult.

El proceso de reducción de alúmina en aluminio líquido es realizado a una temperatura promedio de 950 grados Celsius en un baño fluorinado y bajo una alta intensidad de corriente. Este proceso es realizado en celdas electrolíticas, donde los cátodos de carbón forman el fondo de la celda y actúan como electrodo negativo, los ánodos (electrodos positivos) son mantenidos en el tope y son consumidos durante el proceso cuando reaccionan con el oxígeno proveniente del electrolito.

Todas las líneas de celda, construidas desde principios de 1970 usan la tecnología de ánodo precocido, donde son manufacturados mediante una mezcla de coque de petróleo y brea alquitrán anódica sometidos a un proceso de pre-cocido en una planta de ánodos.

6.4. ALEACIONES DE ALUMINIO

Las aleaciones de Aluminio son las combinaciones que se realiza entre un metal en gran proporción (en nuestro caso aluminio) y diversos elementos, tales como: Magnesio, Silicio, Manganeso, Hierro, Cobre, etc., proporcionando diferentes propiedades de acuerdo a los elementos y sus concentraciones. La designación del aluminio y sus aleaciones forjadas fue estandarizada por The Aluminium Association en 1954. Consta de un sistema de numeración de cuatro dígitos. El primero indica el grupo de aleación, el

segundo señala el cambio de la aleación original o límite de impurezas, el cero se utiliza para la aleación original y los enteros del 1 al 9 indican las modificaciones de la aleación. Por ejemplo, cuando tenemos un aluminio 1060, indica un material de 99,60% mínimo de pureza de aluminio.

Actualmente existe un conjunto numeroso de aleaciones de aluminio diseñadas para satisfacer varias funciones a través de la elaboración de piezas y productos. El diseño de aleaciones se basa en la selección de composición química dentro de un conjunto de elementos que participan dentro de ciertos límites porcentuales. En las aleaciones de aluminio para aumentar la resistencia a la tracción, el límite de fluencia, la dureza y la fluidez se le adicionan diferentes elementos (Cu, Si, Mg y menos frecuentes el Mn, Ni, Fe, Cr, Zn). Los efectos que estos aleantes producen en las propiedades y características del aluminio son también variados.

El Silicio, aumenta notablemente la fluidez del metal, otorgando colabilidad para la producción de piezas fundidas, aumenta un poco la dureza, produce un fuerte descenso en la ductilidad y disminuye la dilatación térmica.

El Zinc, fue utilizado por mucho tiempo como aleante endurecedor de piezas fundidas, luego fue perdiendo espacio frente a otras aleaciones, pero vuelve a participar ahora en una serie de aleaciones de muy alto rendimiento mecánico utilizadas en la industria aeroespacial.

El Magnesio, permite elaborar aleaciones de buen comportamiento mecánico, y con excelente resistencia a la corrosión en ambientes marítimos. También desmejora la colabilidad. En combinación con el silicio, el magnesio participa en aleaciones que permiten obtener excelente comportamiento mecánico mediante procesos de extrusión.

El Hierro, desmejora el comportamiento mecánico y la resistencia a la corrosión, aunque hace descender la tendencia al agrietamiento en caliente de las piezas en procesos de desmolde rápido como en el inyectado a presión.

El Cobre, aumenta la viscosidad con lo que perjudica a la colabilidad, sin embargo, puede generar mejoras sustancialmente en la resistencia mecánica mediante tratamiento térmico y otorga al metal excelente maquinabilidad.

El Manganeso, participa como aleante principal en aleaciones destinadas a procesos de conformado, los cuales definen su comportamiento mecánico en función de los parámetros de esos procesos.

El Níquel, participa como aleante en aleaciones destinadas a piezas utilizadas a altas temperaturas.

El Estaño, permite elaborar aleaciones de aluminio para cojinetes.

Todos los elementos aleantes enumerados, en mayor o menor grado, pueden formar soluciones sólidas en el aluminio, en general la solubilidad aumenta con la temperatura.

Las aleaciones de aluminio se pueden clasificar en función del elemento principal de aleación en:

- Al-Si (Al-Si-Cu; Al-Si-Cu-Mg; etc.).
- Al-Mg (Al-Mg-Zn).
- Al-Cu (Al-Cu-Mg; Al-Cu-Ni-Mg; Al-Cu-Ti).
- Al-Zn (Al-Zn-Mg).
- Diversas (Al-Fe; Al-Cu-Si; Al-Cu-Mg-Si-Fe-Mn-Cr-Ti).

6.4.1. Finalidades y uso de cada una de las Aleaciones

Aleaciones Al-Cu: Las aleaciones aluminio-cobre que más se utilizan son la 2014, 2017 y 2024. La aleación 2014 tiene mayor contenido de cobre y magnesio que la 2017 y susceptible de envejecimiento artificial. En el temple artificialmente envejecido, tiene mayor resistencia ténsil, mayor resistencia a la cadencia y menor elongación que la 2017. Esta aleación se utiliza en piezas forjadas, diseñadas para soportar trabajo pesado, en accesorios para avión y en estructuras para camiones.

La aleación 2017 es la más vieja de todas las aleaciones tratables térmicamente, contiene 4% de cobre. Es una aleación que envejece en forma natural, después de tratamiento de solución se refrigera para evitar el envejecimiento, tiene buena ductilidad y se emplea para remaches en la construcción de aviones. La aleación 2024, que contiene 4,5% de cobre y 1,5% de magnesio, desarrolla las resistencias más altas de cualquier tipo de aleación aluminio-cobre envejecida en forma natural. La única aleación binaria aluminio-cobre fundido es la 195, que contiene 4% de cobre, con el tratamiento térmico adecuado tiene una excelente combinación de resistencia y ductilidad. La aleación 195 fundida en molde de arena, se utiliza para volantes y cajas para ejes traseros, ruedas para camiones y aviones.

Aleaciones Al-Mn: El Manganeseo es el principal elemento aleante, son el tipo que generalmente no requiere tratamiento térmico, debido a la cantidad de Manganeseo que puede efectivamente agregársele. Esas aleaciones son utilizadas para todo propósito para aplicaciones que requieren de una resistencia moderada y buena trabajabilidad. Aunque la solución decrece con la disminución de temperatura, las aleaciones de este grupo no suelen endurecerse por envejecimiento. Debido a la limitada solubilidad, el

magnesio no se emplea como principal elemento de aleación en ninguna aleación de fundición y sólo se utiliza en algunas aleaciones forjadas.

Una de las aleaciones de este grupo es la 3000, que tiene buena formalidad, de gran resistencia a la corrosión y buena capacidad de soldado. Entre las aplicaciones típicas están los utensilios, el equipo de manejo y almacenamiento de alimentos y sustancias químicas, los tanques para gasolina y aceite, los recipientes para altas presiones.

Aleaciones Al-Si: El principal elemento aleante es el Silicio, el cual puede agregarse en cantidades suficientes para bajar el punto de fusión sin producir fragilidad en la aleación resultante. Por eso son utilizadas como alambre soldador o fundente y como aleantes fuertes o con latón donde se requiere, más bajo punto de fusión que el metal a soldar. Normalmente no son termotratables. Se utiliza en aplicaciones arquitectónicas. Estas aleaciones suele ser o no tratadas térmicamente. La aleación forjada 4032, que contiene 12,5% de silicio, tiene gran capacidad de forjado y bajo coeficiente de expansión térmica. Se utiliza para pistones forjados para automóviles.

Las aleaciones aluminio-silicio de fundición tienen excelente capacidad (facilidad) de fundido y resistencia a la corrosión. Las aleaciones 4013 (12% de silicio) y 4043 (5% de silicio) se utilizan para piezas fundidas complicadas, equipos para manejo de alimento y accesorios marinos.

Aleaciones Al-Mg: El magnesio es uno de los más efectivos y altamente usado como aleante del aluminio. El magnesio es considerado más efectivo que el Manganeso, como endurecedor puede ser utilizado considerablemente en grandes cantidades, las aleaciones de la serie 5000 poseen buena soldabilidad y buena resistencia a la corrosión en ambiente marino, sin embargo hay que tener cuidado sobre la cantidad de trabajo en

frío y las seguras temperaturas operacionales permisibles para el alto contenido de Magnesio.

La mejora de las aleaciones forjadas de este grupo contiene menos de 5% de magnesio y, con bajo contenido de silicio, no se pueden tratar térmicamente. Se caracterizan por tener buena resistencia a la corrosión y moderada resistencia en general. La aleación 5005 (0,8% de magnesio) se utiliza para piezas extraídas con fines arquitectónicas. La 5005 (1,2% de magnesio) para tubería y conducto de gas y aceite para automóvil. La 5052 (2,5% de magnesio), para aplicaciones marinas y estructuras soldadas y la 5056 (2% de Magnesio) para rejillas para incetros y abiertas para cables. Las aleaciones aluminio-magnesio de fundición incluyen la aleación 214 (3,8% de magnesio), 1218 (8% de magnesio) y la 220 (10% de magnesio).

Aleaciones Al-Si-Mg: Las aleaciones de este grupo contienen Silicio y Magnesio en proporciones aproximadas para formar Siliciuro de Magnesio, haciéndolo tratable térmicamente. Posee buena formabilidad y resistencia a la corrosión. Las aleaciones más utilizadas son de la 6105, 6121, 6061, 6063, etc.

Aleaciones Al-Zn: El Zinc es el elemento aleante principal, y cuando se agregan cantidades pequeñas de Magnesio, resulta en una solución tratable con una alta resistencia. Usualmente Cobre, Cromo son agregados en pequeñas cantidades. La 7075 está entre las aleaciones de más alta resistencia y es usada en estructuras de mar de aire y partes alternamente resistentes.

7. PRODUCTOS QUE FABRICA LA EMPRESA

- **Lingotes estándar:** CVG ALCASA produce lingotes de 22.5 kg en bultos de 45 lingotes de 1012,5 kg cada uno (ver Figura 1).
- **Lingotes para extrusión:** La empresa emplea una tecnología de colada DC vertical, estado del arte para producir lingotes de extrusión en el rango 5 1/8"-10" en diámetro y 16"-152" en longitud. El producto, el cual exhibe una superficie libre de defectos, se entrega homogeneizado y cortado a longitud. (ver Figura 1)
- **Lingotes de 454 Kg:** CVG ALCASA suministra lingotes tipo paila de 454 kg, adecuados para aquellos clientes con hornos de tamaño moderado. (ver Figura 1)
- **Bobinas, Láminas y Cintas:** CVG ALCASA produce una amplia gama de bobinas, láminas y cintas en su planta de laminación. (ver Figura 1)
- **Lingotes para laminados:** El proceso emplea la tecnología de colada DC vertical más común en todo el mundo para producir planchones para laminación en una variedad de formatos y longitudes. El producto se entrega en estado de colada y cortado a longitud, para luego ser procesado por plantas de laminación. (ver Figura 1)



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 1: Productos de la Empresa

8. FUNCIONES

Producir y comercializar productos de la industria del aluminio en forma competitiva, satisfaciendo a sus clientes, con producto de muy alto valor, a sus accionistas, con altos dividendos; y a sus trabajadores desarrollándolos y reconociéndoles su inestable contribución en los logros de sus metas propuestas; contribuyendo a la generación de ingresos y al bienestar regional y nacional de la economía y por ende a la nación.

9. MISIÓN

“Producir y comercializar productos de aluminio, en forma eficiente y rentable, apoyándonos en la excelencia de nuestra gente para contribuir al desarrollo social y económico del país.”

10. VISIÓN

Alcanzar para el año 2009 una producción de 450 mil toneladas métricas anuales de aluminio, maximizando las ventas de productos con mayor valor agregado, para consolidarnos como una empresa rentable, competitiva y de calidad mundial.

11. METAS DE LA EMPRESA

Contribuir al progreso del país mediante: el impulso eficiente de la producción de aluminio, con dominio autosuficiente de su tecnología, uso óptimo de los recursos nacionales, y el estímulo al desarrollo de industrias conexas de insumos y derivados del aluminio.

Satisfacer oportunamente los requerimientos prioritarios del mercado venezolano y propiciar el desarrollo de mercados extranjeros estratégicos para el país.

Administrar de manera eficiente y rentable, todos sus recursos dentro de las limitaciones que le pueda imponer su condición de empresa estatal básica para el desarrollo nacional.

12. OBJETIVOS DE LA EMPRESA

CVG ALCASA, es una empresa del estado venezolano, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana, cuyos objetivos primordiales son producir y comercializar aluminio primario y sus derivados, en una manera productiva y rentable para cubrir las necesidades de mercado nacional e internacional.

Para lograr cumplir las metas la empresa se plantea los siguientes objetivos:

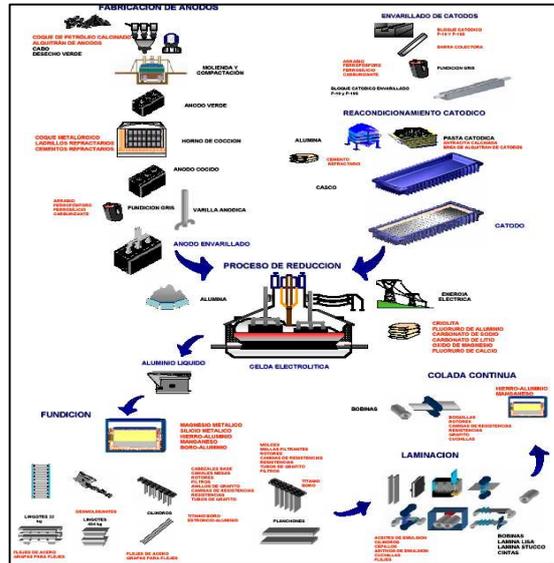
- **Mercadeo**: Desarrollar, consolidar y mantener los mercados en el ámbito nacional e internacional, a través de la identificación y aprovechamiento de las necesidades de los clientes actuales y potenciales, y de optimizar la participación en dichos mercados.
- **Productivo**: Alcanzar el nivel óptimo de producción respondiendo a las exigencias del mercado, de acuerdo a la capacidad de la planta y a las normas de calidad establecidas, obteniendo las mejores condiciones de rentabilidad.
- **Tecnológicas**: Dominar y desarrollar la tecnología de la producción de aluminio y sus derivados, para satisfacer las necesidades del mercado y las expectativas del mismo.
- **Finanzas**: Optimizar la administración del patrimonio de la empresa.

- **Imagen**: Proyectar a CVG ALCASA como una empresa rentable, productiva y comprometida con el desarrollo de la Industria del Aluminio.
- **Proyectos**: Ejecutar planes de inversión aprobados con la oportunidad, costo y alcances exigidos.
- **Administrativos**: Conforman una estructura y sistema de información a la toma de decisiones oportunas y confiables.
- **Participación Nacional**: Participar en la formulación de la política y planes generales sobre la Industria Nacional del Aluminio.
- **Excelencia Empresarial**: Mantener informada permanentemente a la Junta Directiva y Accionistas sobre las diferentes acciones ejecutadas por la organización, para garantizar el apoyo a la toma de decisiones.
- **Inversiones**: Promover y desarrollar las nuevas inversiones nacionales e internacionales dentro de los planes de crecimiento de la empresa y administrar las inversiones en empresas asociadas, para maximizar los beneficios.
- **Legal**: Dictaminar sobre aspectos legales y jurídicos que incidan sobre las operaciones e intereses de CVG ALCASA, así como garantizar los aspectos legales en materia de nuevas inversiones y negociaciones internacionales.
- **Contraloría Interna**: Auditar y controlar las actuaciones de la empresa en las áreas contables, financieras, operativas, de inversiones, de sistemas y proyectos, velando por el cumplimiento de políticas, normas, procedimientos y prácticas establecidas, que garanticen el normal desenvolvimiento de las operaciones de CVG ALCASA.

13. FLUJOGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CVG ALCASA

CVG ALCASA opera un proceso integrado de fabricación de ánodos, reducción, fundición y laminación de aluminio en diversas instalaciones

industriales que permiten obtener aluminio de la más alta calidad a costos competitivos. (ver Figura 2)

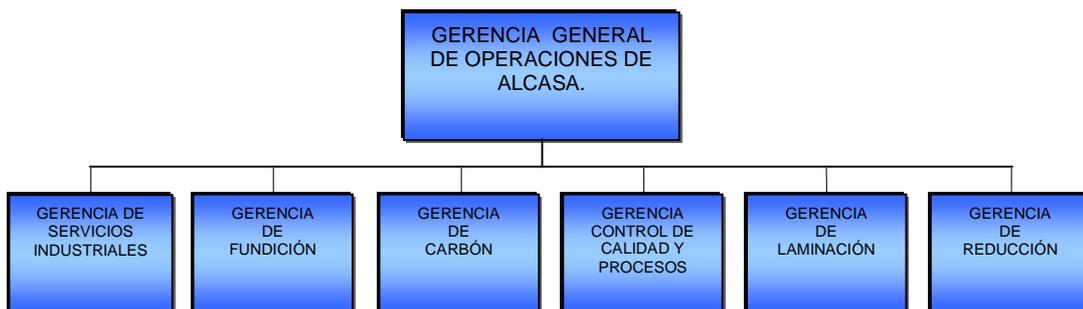


Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 2: Procesos Productivos de CVG ALCASA

14. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL DE CVG ALCASA

La estructura organizativa de CVG ALCASA, vigente desde el mes de marzo de 1998 es la siguiente:



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura Nº. 3 Organigrama de CVG ALCASA



14.1 DESCRIPCIÓN DEL ORGANIGRAMA GENERAL DE CVG ALCASA

14.1.1 Gerencia General de Operaciones CVG ALCASA

Es una unidad adscrita a la Vicepresidencia de Operaciones, la cual tiene como misión garantizar la producción de aluminio primario y sus aleaciones, en condiciones de eficiencia y productividad, definidas conforme a los planes y metas de la corporación, mediante el control operativo de las unidades siguientes: Gerencia de Control de Calidad, Gerencia Servicios Industriales, Gerencia Fundición, Gerencia Carbón, Gerencia Reducción y Gerencia Laminación.

14.1.2 Gerencia de Control de Calidad y Proceso

Garantizar la ejecución oportuna de actividades de planificación, prevención, análisis, mejoras y aseguramiento de la calidad, que contribuyan al buen funcionamiento de los procesos productivos, en concordancia con los objetivos de la organización y los requerimientos de los clientes.

14.1.3 Gerencia Servicios Industriales

Garantizar a las áreas operativas y administrativas de la planta, el suministro de fluidos industriales, así como un eficiente apoyo técnico mediante la planificación, supervisión, control y evaluación de las actividades destinadas a mantener, mejorar e incrementar la vida útil de los equipos, sistemas e instalaciones vinculadas al proceso productivo.

14.1.4 Gerencia Fundición

Administrar eficientemente las actividades operativas que garanticen la transformación del aluminio líquido, procedente de reducción y el sólido

reciclado en productos de fundición, conforme a los planes de producción y ventas de la empresa, en las mejores condiciones de productividad y competitividad.

14.1.5 Gerencia Carbón

Administrar eficientemente las actividades operativas y de mantenimiento, que garanticen la disponibilidad de los equipos, la producción y suministro de ánodos horneados y pasta catódica en las mejores condiciones de calidad, cantidad, oportunidad y al menor costo.

14.1.6 Gerencia de Reducción

Producir y transferir aluminio líquido en condiciones competitivas de calidad, oportunidad, cantidad, seguridad y costo en un ambiente de mejoras continuas.

14.1.7 Gerencia Laminación

Administrar las actividades operativas que garanticen la elaboración de productos laminados de aluminio, a fin de satisfacer los requerimientos del mercado en las mejores condiciones de productividad y competitividad.

15. Descripción de La Superintendencia Ingeniería Industrial.

Es una unidad funcional de staff adscrita a la Gerencia Técnica de la Operadora de Aluminio. Esta Superintendencia tiene como objeto principal: “Suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica para garantizar la calidad, optimizando el uso de los recursos de la empresa, así como la mejora continua de sus procesos”.

15.1 FUNCIONES DE LA SUPERINTENDENCIA INGENIERÍA INDUSTRIAL

- Asegurar la asistencia técnica requerida para el diseño e implantación de métodos de trabajo y prácticas operativas dirigida 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.
- Generar alternativas de inversiones rentables, cónsonas con la naturaleza y misión de la empresa y adecuadas a su capacidad técnica y administrativa, así como la evaluación y mantenimiento del sistema de costo estándar.
- 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.
- 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.
- Realizar estudios de mercado y demandas requeridas que sirvan de base para la planificación de los proyectos de inversión.
- Asistir a la Vicepresidencia de Operaciones de Aluminio en la revisión de precios unitarios de las solicitudes de pago de servicio, mediante el análisis de costos – beneficios.
- 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.

- Mantener actualizada la base de datos sobre tarifas de compra y venta de servicios, alquiler de equipos, capacidad de evaluación económica de los mismos bajo contratación externa y/o prestada a otras empresas del sector aluminio.
- Asegurar asistencia técnica en el diseño e implantación de métodos de trabajo y prácticas operativas que promuevan la eliminación del esfuerzo y tiempo improductivo y el mejor aprovechamiento de los recursos asignados a cada proceso y su crecimiento armónico.
- 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 y estandarizar los requerimientos de la misma en 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.

16. INSTALACIONES DE LA EMPRESA

CVG Aluminio de Caroní, S.A. (ALCASA) está constituida por diversas instalaciones industriales que permiten obtener aluminio de la más alta calidad a costos competitivos. La planta consta de cuatro líneas de producción de aluminio primario que fueron construidas en seis fases, una planta de carbón (producción de ánodos), las secciones de envarillado, reacondicionamiento de crisoles, reacondicionamiento de celdas, fundición, y la planta de laminación. Además cuenta con instalaciones auxiliares como el

muelle, los talleres, los comedores, servicios médicos y el laboratorio analítico. En la figura 4 se presenta una vista aérea de la empresa CVG ALCASA.



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 4: Vista Aérea de CVG ALCASA

16.1 MUELLE

Está ubicado en la margen derecha del Río Orinoco, en la Zona Industrial Matanzas, lo cual facilita su acceso al mar, lo cual representa una ventaja para CVG ALCASA que le permiten la exportación de aluminio a precios competitivos. Esta planta cuenta con 8 silos y 3 galpones destinados al almacenamiento de materias primas para la producción del aluminio. Allí, a seis kilómetros de la planta, se almacenan las diferentes materias primas en silos de almacenamiento, con una capacidad de 74.300 toneladas métricas. Las materias primas se descargan por una correa transportadora a razón de 300 toneladas por hora. Una de las características más interesantes de este sistema de descarga es que el extremo de la correa tiene un tramo, que permite la realización de operaciones sin importar el nivel del Río Orinoco (ver Figura 5)



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 5: Vista parcial del Muelle de CVG ALCASA

16.2. PLANTA DE CARBÓN

En la Planta de Carbón comienza el proceso de producción de aluminio con la preparación de los carbones o "ánodos". Estos son los electrodos positivos en el proceso electrolítico. Están compuestos de coque de petróleo calcinado y brea de carbón o "alquitrán", que se combinan y se compactan en una máquina vibradora a 145 grados centígrados; luego se someten a un proceso de horneado continuo durante 28 horas. Finalmente, son llevados a la sección de envarillado y de ahí a las celdas electrolíticas. (ver Figura 6)



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura N°6: Instalaciones de Planta de Carbón de CVG ALCASA

16.3. PLANTA DE ENVARILLADO

En esta área se realiza el ensamblaje de ánodos o carbones que provienen de los hornos de cocción con el yugo y barra, y de allí es trasladado a la celda. Además realiza el acople de cátodo a su base para luego ser trasladado al reacondicionamiento de celdas. Actualmente se encuentran operativas las salas de Envarillado II y III, para el ensamblaje de los ánodos utilizados en las líneas I y II y los utilizados en las líneas III y IV, respectivamente. (Ver Figura 7)



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 7: Sala de Envarillado III de CVG ALCASA

16.4. PLANTA DE REDUCCIÓN

El área de reducción es el corazón del proceso de producción del aluminio. Allí se disuelve la alúmina mediante un proceso electrolítico de criolita fundida sobre los 965°C, descomponiéndola en sus dos elementos básicos: oxígeno y aluminio.

El oxígeno es atraído por los ánodos hacia la parte superior de la celda, donde reacciona con los mismos y se convierte en dióxido de carbono. El aluminio, a su vez, va hacia el fondo del recipiente y se extrae fundido (líquido) por succión hacia el crisol, para ser enviado a la planta de Fundición. El proceso de reducción de aluminio es continuo y las celdas se trasiegan cada 24 horas los 365 días del año. El complejo de reducción de ALCASA está compuesto por las líneas de celdas I, II, III y IV. (Ver Figura 8)



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 8: Vistas de la Línea IV de Reducción de CVG ALCASA

16.5. PLANTA DE FUNDICIÓN

En esta área se preparan las mezclas o aleaciones con otros metales, de acuerdo con los requerimientos del mercado. El metal proveniente de las celdas de reducción, que es 99,8% aluminio puro, se vacía en los hornos de retención donde se le añade otros metales como el titanio, magnesio, cobre o hierro, para preparar las distintas aleaciones.

El metal líquido dentro de los hornos es sometido a diversas pruebas y controles de calidad, para luego ser vaciado en la mesa de colada. En la colada se vierte el metal líquido, a través de canales, a los diferentes moldes que son enfriados por agua. El producto final son aleaciones de aluminio en forma de pailas, cilindros, planchones y lingotes, según el uso que se les vaya a dar y de acuerdo con las necesidades del cliente. (Ver Figura 9)



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 9: Vistas de Fundición II de CVG ALCASA

16.6 PLANTA DE LAMINACIÓN

El aluminio llega a la Planta de Laminación en forma de planchones de 457 mm. de espesor, entre 914 y 1320 mm. de ancho, un largo de 4394 mm. y con un peso de 8 t. Inicialmente el planchón es enviado a la máquina Fresadora, donde se obtiene un acabado parejo y liso por ambas caras. Esta es trasladada a los hornos de precalentamiento, dándole un tratamiento

durante 24 horas a una temperatura de 550°C aproximadamente que es la adecuada para laminarlo.

De allí, el planchón es llevado al Laminador en Caliente para ser transformado en una bobina entre 4.5 y 6 mm. de espesor y con una longitud que sobrepasa entre 200 y 350 m. Posteriormente es sometida a un proceso de enfriamiento por 72 horas para luego ser transportada por grúa o carros especialmente diseñados hacia el Laminador en Frío donde se puede reducir su espesor hasta un mínimo de 0,23 mm.

La bobina es trasladada al Horno de Recocido, donde se sometida a ciertas temperaturas para acondicionar de nuevo el material de tal manera que recupere las propiedades mecánicas perdidas durante la laminación. Al salir del Horno de Recocido, ésta es dispuesta en un almacén temporal hasta que alcance la temperatura ambiente. Luego es enviada al área de Acabado.

Por último, la bobina va al área de empaque, para posteriormente ser enviada a los clientes, los cuales convertirán este insumo en productos elaborados en con el aluminio de CVG ALCASA. (Ver Figura 10)



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Figura 10: Proceso de Laminación de CVG ALCASA

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Este capítulo reseña el desarrollo teórico de temas enfocados de este informe, como son: estudio de tiempos, objetivos del estudio de tiempos, número de ciclos a estudiar, tiempo estándar, tiempo normal, etc.

1. ESTUDIO DE TIEMPOS

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

1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.

1.2. TOMA DE TIEMPOS

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se ven las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

En la técnica de regreso a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

Al comenzar el estudio el analista debe avisar al operario que lo va a hacer, y darle a conocer también la hora exacta del día en que empezará, de modo que el operario pueda verificar el tiempo total. Debe anotarse en la forma impresa la hora en que inició el estudio, inmediatamente antes de poner en marcha el cronómetro. La técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

- Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto. Se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
- Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos.
- No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.
- No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.

1.3. REGISTRO DEL TIEMPO DE CADA ELEMENTO

Al anotar las lecturas del cronómetro, el analista registra solamente los dígitos o cifras necesarios y omite el punto decimal, teniendo así el mayor tiempo posible para observar la actuación del operario.

1.4. DIFICULTADES ENCONTRADAS

El observador, durante el estudio efectuado, encontrará variaciones en la sucesión de los elementos que estableció originalmente y, en ocasiones, a él mismo le pasarán inadvertidos algunos puntos terminales específicos. Estas dificultades tienden a complicar el estudio, por lo que cuantas menos ocurran tanto más fáciles será su cálculo.

Cuando al observador se le escape hacer una lectura, inmediatamente deberá indicarlo en la forma impresa. En ningún caso deberá hacer una aproximación y tratar de anotar el valor omitido, porque esta práctica puede destruir la validez del estándar establecido para el elemento específico. Si el elemento fuera usado como fuente de datos estándares podrían resultar discrepancias apreciables en estándares futuros. El observador estará constantemente alerta para ver la posibilidad de encontrar mejores formas de ejecutar los elementos; tan pronto como vengan las ideas a su mente, las registrará en forma breve en la forma impresa para su estudio posterior y posible desarrollo.

Durante un estudio de tiempos un operario quizá encuentre retrasos inevitables como la interrupción ocasionada por un empleado de oficina, por el supervisor o por una herramienta que se rompe. Más aún, el operario puede ocasionar intencionalmente un cambio en el orden para ir a tomar agua o tomar un descanso. A esta clase de interrupciones se les llama 'elementos extraños'.

Estos elementos pueden ocurrir en el punto terminal o durante el desarrollo de un elemento. La mayoría de los elementos extraños, principalmente si son controlados por el operario, se producen en la terminación de uno de los elementos que constituyen el estudio. Cuando un elemento extraño se presenta durante la realización de un elemento, el observador denotará el evento en la

forma impresa. La investigación revela algunas veces que elementos que se tratarían como extraños tienen una relación definida con el trabajo que está siendo estudiado. En tales casos, los elementos deberán considerarse como irregulares, y el tiempo transcurrido debe ser nivelado, añadiéndose la tolerancia, y prorrateándose el resultado adecuadamente en el tiempo del ciclo para lograr un estándar correcto.

1.5. NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR

Uno de los temas que ha ocasionado considerables discusiones entre los analistas de tiempos y los representantes sindicales, es el número de ciclos que hay que estudiar para llegar a un estándar equitativo. Puesto que la actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo, influye directamente en el número de ciclos 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.

La General Electric C.A. estableció una tabla como guía para determinar el número de ciclos que deben observarse. La Westinghouse Electric, CA tomó en consideración tanto la actividad como el tiempo del ciclo, e ideó unos valores en una tabla como guía para sus analistas de tiempos.

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (\bar{X}) tomado de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la media de la población μ . La varianza de \bar{X} con respecto a la media de la población μ es igual a $\frac{\sigma^2}{n}$, donde n es el tamaño de la muestra y σ^2 la

varianza de la población. La teoría de la curva normal da la siguiente expresión

para el intervalo de confianza: $\bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

La desviación estándar puede ser estimada mediante la desviación estándar de la

muestra, s , donde: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$, cuando se estima σ de esta manera, se trata

con la cantidad $\frac{\bar{x} - \nu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$.

Si la exactitud calculada en la forma anterior no es satisfactoria, es posible determinar N , el número requerido de lecturas para una exactitud dada, igualando

$\frac{ts}{\sqrt{n}}$ a un porcentaje de \bar{X} : $N = \left(\frac{st}{kx}\right)^2$

1.6. TIEMPO ESTANDAR

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

1.6.1. Aplicaciones del Tiempo Estándar

- Para determinar el salario por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.
- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en

mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.

- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

1.6.2 Ventajas de la Aplicación de los Tiempos Estándar

- Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, por que, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.
- Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

1.6.3 Como se Calcula el Tiempo Estándar

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de los tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión.

Los tiempos elementales se redondean en tres cifras después del punto decimal. En el caso anterior.

1.7 TIEMPO REAL

El tiempo real se define como el tiempo medio del elemento empleado realmente por el operario durante un estudio de tiempos.

1.8 TIEMPO NORMAL

La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

1.8.1 Generalidades

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la "normal", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

1.8.2 Cálculo de Tiempo Normal

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de los siguientes procedimientos:

- Por fórmulas estadísticas
- Por medio del ábaco de Lifson
- Por medio del criterio de las tablas Westinghouse
- Por medio del criterio de la General Electric

Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

Determinación de las observaciones necesarias por fórmulas estadísticas, el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de e%, con riesgo fijado de R%. Se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{k\sigma}{ex} \right) + 1$$

Siendo:

K = el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

K = 1 para riesgo de error de 32%

K = 2 para riesgo de error de 5%

$K = 3$ para riesgo de error de 0.3%

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos σ es igual a:

$$\sigma = \frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Siendo:

x_i = los valores obtenidos de los tiempos de reloj

\bar{x} = La media aritmética de los tiempos del reloj

N = frecuencia de cada tiempo de reloj tomado

n = Número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma decimal

- **El ábaco de lifson:** Es una aplicación gráfica del método estadístico para un número fijo de mediciones $n = 10$. La desviación típica se sustituye por un factor B , que se calcula:

$$B = \frac{S - I}{S + I}$$

Siendo S = el tiempo superior

I = el tiempo inferior

- **Tabla de Westinghouse:** La tabla Westinghouse obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de

aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios muy especializados. En caso de que éstos no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5

1.9 RITMO DE TRABAJO

El ritmo de trabajo es el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo. Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y, según se supone, en los beneficios de la empresa.

1.10 ESFUERZO

El esfuerzo se define como: " Una demostración de la voluntad, para trabajar con eficiencia". El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y puede ser controlada en un alto grado por el operario. El analista debe ser muy cuidadoso de calificar sólo el esfuerzo real demostrado. Puede darse el caso de que un operario aplique un esfuerzo mal dirigido, durante un periodo largo, a fin de aumentar también el tiempo de l ciclo y, sin embargo, obtener un factor de calificación liberal.

1.10.1 Tipos de esfuerzo

Esfuerzo deficiente:

- Pierde el tiempo claramente
- Falta de interés en el trabajo
- Le molestan las sugerencias



- Dar vueltas innecesarias en busca de herramienta o material
- Efectúa más movimientos de los necesarios
- Mantiene en desorden su lugar de trabajo

Esfuerzo regular:

- Las mismas tendencias que el anterior pero en menor intensidad
- Acepta sugerencias con poco agrado
- Su atención parece desviarse del trabajo
- Es medianamente sistemático, pero no sigue siempre el mismo orden
- Trabaja también con demasiada exactitud
- Hace su trabajo demasiado difícil

Esfuerzo promedio:

- Trabaja con consistencia
- Mejor que el regular
- Es un poco escéptico sobre la honradez del observador de tiempos o de la dirección.
- Tiene una buena distribución en su área de trabajo
- Planea de antemano
- Trabaja con buen sistema

Esfuerzo bueno:

- Pone interés en el trabajo
- Muy poco o ningún tiempo perdido
- No se preocupa por el observador de tiempos
- Está bien preparado y tiene en orden su lugar de trabajo

Esfuerzo excelente:

- Trabaja con rapidez

- Utiliza la cabeza tanto como las manos
- Toma gran interés en el trabajo
- Reduce al mínimo los movimientos innecesarios
- Trabaja sistemáticamente con su mejor habilidad

Esfuerzo excesivo:

- Se lanza a un paso imposible de mantener constantemente
- El mejor esfuerzo desde el punto de vista menos el de la salud.

1.11. FATIGA

- Es el estado de la actitud física o mental, real o imaginaria, de una persona, que influye en forma adversa en su capacidad de trabajo.
- Cualquier cambio ocurrido en el resultado de su trabajo, que está asociado con la disminución de la producción del empleado.
- Reducción de la habilidad para hacer un trabajo debido a lo previamente efectuado.

1.11.1 Factores que Producen Fatiga

- Constitución del individuo
- Tipo de trabajo
- Condiciones del trabajo
- Monotonía y tedio
- Ausencia de descansos apropiados
- Alimentación del individuo
- Esfuerzo físico y mental requeridos
- Condiciones climáticas
- Tiempo trabajando

1.11.2. Métodos para calcular los suplementos de fatiga

La determinación de los suplementos por fatiga se pueden hacer mediante:

- La valoración objetiva con estándares de fatiga
- La investigación directa

El primer método consiste en hacer el análisis de las características del trabajo estudiado, y posteriormente con base en valores asignados para diferentes condiciones, se procede a calcular el suplemento a concederse.

En el método "A" para calcular el suplemento de fatiga, contiene siempre una cantidad básica constante y, algunas veces, una cantidad variable que depende del grado de fatiga que se suponga cause el elemento. La parte constante del suplemento corresponde a lo que se piense necesita un obrero que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo leve en buenas condiciones de trabajo que precisa emplear sus manos, piernas y sentidos normalmente. Es común el 4% tanto para hombres como para mujeres.

La cantidad variable sólo se añade cuando las condiciones de trabajo son penosas y no se pueden mejorar.

A los efectos del cálculo puede decirse, que el suplemento por descanso consta de:

- Un mínimo básico constante, que siempre concede.
- Una cantidad variable, añadida a veces, según las circunstancias en que se trabaje.

El método "B" considera 3 factores:

- Esfuerzo físico
- Esfuerzo mental
- Monotonía

- **El esfuerzo físico**: Es causado por acumulación de toxinas en los músculos, por lo fatigoso del trabajo típico, el predominante del puesto; por posición incómoda de trabajo, por tensión sostenida muscular, tensión nerviosa, etc.
- **Esfuerzo mental**: Puede ser ocasionado por planeamiento de trabajo, cálculos matemáticos mentales para registro o actuación, presión por decisiones rápidas inesperadas, planeación para presentar trabajo, planeación de distribución de tareas, etc.
- **La monotonía**: Se motiva por aburrimiento, fatiga por la repetición exacta del ciclo de trabajo, acompañado de ruidos, reflejos luces, etc.

1.11.3. **Método para Calcular la Fatiga**

Si al comenzar el día se observa que el operario hace una tarea en un tiempo neto (t), y que un nivel de actuación cuyo factor es F , el tiempo valorado (N) será:

$$N = F * t$$

Donde:

N = Tiempo valorado

F = factor de valoración

t = tiempo neto actual

A medida que transcurra el día, el obrero comenzará a resentir los efectos de la fatiga y el tiempo en que se hace una operación tenderá a aumentar, lo que significa que su esfuerzo disminuirá. Si se multiplica el nuevo tiempo por el mismo factor de valoración que se determinó al comenzar el día, la anterior igualdad sería falsa, pero, para restituir la igualdad, es necesario deducir al producto del tiempo actual por el factor de valoración, el tiempo perdido por el efecto de la fatiga.

$$(F * t) - r = N$$

Donde:

r = tiempo en que cada operación del trabajador retarda su trabajo, debido a la fatiga.

El tiempo valorado como necesario para hacer " N " número de piezas ($n * N$), es igual a la suma de los tiempos observados, multiplicados por el factor de valoración original (F) menos la suma de los retrasos sufridos en cada operación

$$(\sum t * F) - \sum r = n * N$$

Pero como:

F = constante

$\sum t$ = tiempo total = T

$\sum r$ = retraso total = R

Luego:

$$(F * T) - R = n * N$$

El retraso total debido a la fatiga es:

$$R = (F * T) - (n * N)$$

Con objeto de obtener un factor de tolerancia, en forma de por ciento del tiempo trabajando, se transforma la igualdad anterior en:

$$\text{Tolerancia de fatiga} = \frac{R * 100}{n * N}$$

Como $R = (F * T) - n * N$ entonces:

$$\text{Tolerancia de fatiga} = \frac{[(F * T) - (n * N)]}{n * N} * 100$$

Simplificando la ecuación:

$$\text{Tolerancia de fatiga} = \frac{(F * T) - 1}{n * N}$$

Donde:

F = Factor de valoración obtenido en el estudio de tiempos

T = tiempo total de trabajo obtenido por medio de un estudio de demoras de cuando menos un día completo.

n = número de piezas fabricadas durante el tiempo total del trabajo

N = tiempo base determinado durante el estudio de tiempos

1.12. CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

Al terminar el periodo de observaciones, el analista habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, y

mediante la combinación de ellos puede establecerse el tiempo normal para la operación estudiada.

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea. Operador normal es el operador competente y altamente experimentado que trabajen en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a una marcha, ni demasiado rápida ni demasiado lenta, sino representativa de un término medio. Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberán satisfacerse en forma razonable dos requisitos básicos:

- La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.
- En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable del desempeño normal. Aun cuando no existe un método satisfactorio ni convencionalmente aceptado para seleccionar y expresar el desempeño normal, las siguientes recomendaciones pueden resultar valiosas para este fin:
 - El ritmo tipo comúnmente aceptado es la velocidad de movimiento de un hombre al caminar sin carga, en terreno llano y en línea recta a 6.4 km/hr
 - Otro modelo a considerar es el que se debe seguir para repartir los 52 naipes de la baraja en 30 seg., sobre la mesa, en un espacio de 30 cm por lado, sosteniendo el mazo de naipes fijo en la mano, a una distancia de la mesa de 12 a 18 cm.

A esta velocidad se le valora como 100, y si es más rápido será el punto de vista del analista y su experiencia la que determine si se trabaja a 105, 115, 120, 125, etc.

1.13. TIEMPO IMPREVISTO

La cantidad de tiempo agregado al tiempo normal para elaborar una actividad, le causa al trabajador tanto retrasos en la operación, necesidades personales y fatiga.

1.14. TOLERANCIAS ADMINISTRATIVAS EN TIEMPOS NIVELADOS

Tolerancias acostumbradas. Las tolerancias administrativas que se agregan al tiempo nivelado por unidad incluyen:

- Tolerancias de la jornada diaria.
- Tolerancias por incentivos.
- Necesidades personales, fatiga y demoras varias.

Tolerancias por NPF. NPF es la abreviatura común para las tolerancias por necesidades personales, fatiga y demoras varias. Las mismas tolerancias por NPF se usan por lo general ya sea que los conceptos de valoración del desempeño sean con base en el tiempo requerido o por jornada diaria. El porcentaje acostumbrado de tolerancias es como sigue:

- Necesidades personales, 3 a 5%.
- Fatiga, 3 a 5%.
- Demoras varias, 3 a 5%.

Lo que da un rango total del 9 al 15%. No hay reglas fijas o guías sobre los porcentajes, solo hábitos y tradiciones. Por lo general los porcentajes se negocian, basados en las experiencias pasadas de las partes en materia de negociación.

2. REQUERIMIENTO

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.

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

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

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

$$T.T.T.A = TE * FE$$

Donde:

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

TE: Tiempo Estándar.

FE: Frecuencia Estándar.

3. 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:

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

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:

$$\%DI = \frac{\sum DI}{T.T.T.} \times 100\%$$

Donde:

%DI: Porcentaje de Demoras Inevitables*.

T.T.T.: Tiempo Total de Turno.

Σ DI: Sumatoria de Demoras Inevitables.

4. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades mediante las cuales un equipo se conserva o reestablece a un estado en el que puede realizar las funciones para las cuales fue diseñado.

El hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar un equipo roto tan pronto como se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, un buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas. El mantenimiento no empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo proyecto y continúa cuando se formaliza

la compra de aquellos y su montaje correspondiente, éste constituye un sistema dentro de toda organización industrial cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de una planta industrial para que la misma pueda operar satisfactoriamente en cantidad y calidad durante un período dado.

4.1. DEFINICION DE MANTENIMIENTO.

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, e instalaciones.

Otra definición considera al mantenimiento como un sistema compuesto de un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción, con el fin específico de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos para producir con alto nivel de calidad y eficiencia. Estas actividades deben incluir el planeamiento, la organización y el control como componentes administrativos del proceso de mantenimiento.

El mantenimiento debe considerarse como parte integral e importante de la organización, que maneja una fase de las operaciones. La función de mantenimiento existe porque es una faceta necesaria de la operación de toda planta y no una unidad autosuficiente. Es una parte de un grupo, que puede tener éxito únicamente cuando funciona sobre base cooperativa.

4.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.

Mantener operativa y productiva las instalaciones que son objeto del mantenimiento con el mínimo costo y el máximo de seguridad para el personal, mejorando continuamente las técnicas empleadas en sus funciones.

- Evitar, reducir y reparar, las fallas de los sistemas y equipos.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o parada de máquinas.
- Evitar accidentes e incidentes.
- Aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

4.3. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.

El mantenimiento es un aspecto clave para garantizar que la empresa cumpla con la meta establecida de la producción, a un costo mínimo, en la oportunidad requerida y con una calidad determinada. Los factores de oportunidad, confiabilidad, cantidad y costos, se logran a través de una apropiada aplicación del mantenimiento, a través de:

- Reducción del número de horas extras para alcanzar la producción programada.
- Reducción del número de accidentes personales y de equipos por falta de mantenimiento.
- Mayor productividad de la mano de obra, debido a la planificación y programa de mantenimiento.
- Reducción de paradas inesperadas en el proceso.
- Confiabilidad del buen estado de los equipos.
- Reducción de inventario de repuestos.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Sin embargo, la importancia del mantenimiento, parece estar de manifiesto cuando se produce una avería en alguna de las máquinas.

5. TIPOS DE MANTENIMIENTOS

La evolución del mantenimiento ha traído consigo el desarrollo de diferentes técnicas u opciones para la realización del mantenimiento, las cuales se pueden clasificar en tres grandes tipos:

- Mantenimiento Basado en la Rotura (MBR)
- Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT)
- Mantenimiento Basado en la Condición (MBC)

5.1. MANTENIMIENTO BASADO EN LA ROTURA (MBR)

Es aquel trabajo que involucra realizar las tareas de reparación, programadas o no programadas, con el objetivo de restaurar la función de un activo, una vez que se produce una avería. Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales, a la ausencia de tareas de mantenimiento y otras veces, a requerimientos de producción que generan políticas como la de "repara cuando falle".

Existen desventajas cuando se deja trabajar una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, ya que en ocasiones, los costos por impacto total son

mayores que si se hubiera inspeccionado y realizado las tareas de mantenimiento adecuadas que mitigaran o eliminaran las fallas.

5.2. MANTENIMIENTO BASADO EN EL TIEMPO (MBT)

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o cliente, es lo que se conoce como mantenimiento basado en el tiempo. Desde el punto de vista práctico es toda acción que se lleve a cabo para preservar o extender la vida útil de los bienes que actúan como medios de producción.

Su propósito es evitar que ocurran fallas mediante el servicio, reparación o reposición programada con base en parámetros de diseño, o en última instancia en la detección de las fallas en su fase inicial y la corrección en el momento operativo. Hoy día este término se usa para describir las actividades de mantenimiento que tienden a reducir el desgaste y otros tipos de deterioros, reduciendo de este modo el riesgo de tener una parada.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. La intensidad con que se aplique mejora la confiabilidad, pero aumenta notablemente los costos.

Este tipo de mantenimiento se ejecuta para alargar la vida útil del equipo, realizando cambios antes de que el equipo falle, sirve para garantizar las condiciones óptimas de operación, debe ser programada, con una frecuencia determinada.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Algunas acciones típicas de este sistema de mantenimiento son:

- Limpieza.
- Ajustes.
- Reaprietes (Torqueado).
- Regulaciones.
- Lubricación.
- Cambio de elementos utilizando el concepto de vida útil indicada por el fabricante de dicho elemento.
- Reparaciones propias pero programadas.

5.2.1. Objetivos.

- Aumentar la confiabilidad de un equipo, reduciendo los fallos en servicios, costos por fallos y mejora de la disponibilidad.
- Aumentar la duración de la vida útil del equipo.
- Reducir y regularizar la carga de trabajo entre el personal que ejecuta las actividades de mantenimiento.
- Facilitar la gestión de inventarios (consumos previstos).
- Garantizar la seguridad del personal y equipos a través de la reducción de intervenciones improvisadas.

5.2.2. VENTAJAS

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.

- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.
- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.

5.2.3. FASES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

“Una buena planificación del Mantenimiento dará lugar a la mejor obtención de los objetivos trazados”, bajo esta premisa se pueden definir las siguientes fases del Mantenimiento Preventivo:

- **Inventario Técnico**: donde se deberá consignar las características técnicas del bien, así como realizar acopio de la información de manuales, catálogos, planos, especificaciones, necesarias como información inicial; y el segundo es la relación patrimonial de los bienes.

- **Procedimientos para Mantenimiento:** en esta fase y con ayuda de la información inicial, se elaboran las listas de trabajos a ejecutarse rutinariamente para cada equipo, no olvidando de relacionar los códigos establecidos en el Inventario Técnico y los símbolos que se utilizarán para el Control de las Frecuencias del Mantenimiento.
- **Control de Frecuencias:** donde se indica la periodicidad en la que el Procedimiento de Mantenimiento deberá ser efectuado. Para la planificación de las frecuencias del Mantenimiento, se hace necesario el sentido organizador del encargado de la programación, para garantizar la mejor disposición de recursos humanos, técnicos, y materiales; así como las consideraciones del fabricante del equipo al cual se le aplicara el mantenimiento.
- **Registro de Reparaciones:** esta fase del Mantenimiento corresponde a disponer de datos confiables sobre los tipos de reparaciones efectuadas, los repuestos utilizados, el costo anual y acumulado del Mantenimiento, que contribuirá a determinar los stocks de repuestos mínimos, la factibilidad del reemplazo del bien por causa del elevado costo de reparación, etc. Adicionalmente a estas cuatro fases principales del Mantenimiento Preventivo, debe contarse con la constante supervisión de los ciclos de intervención, con lo que se logrará actualizar principalmente las frecuencias de mantenimiento, y eventualmente hacer ajustes de acuerdo a las condiciones propias del trabajo, así como a los Procedimientos del Mantenimiento.

5.2.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- **Mantenimiento Rutinario:** Está relacionado a las tareas de mantenimiento cuya frecuencia es de carácter diario o semanal.

- **Mantenimiento Programado:** Está relacionado a los trabajos recurrentes y periódicos de valor sustancial. La frecuencia de las actividades realizadas es mayor a una semana y menor de un año.
- **Mantenimiento Extraordinario:** Es el aplicado a un equipo o instalación donde su alcance en cuanto a la cantidad de trabajos incluidos, el tiempo de ejecución, nivel de inversión o costo del mantenimiento y requerimientos de planificación y programación son de elevada magnitud, dado que la razón de este tipo de mantenimiento reside en la restitución general de las condiciones de servicio del activo, bien desde el punto de vista de diseño o para satisfacer un periodo de tiempo considerable con la mínima probabilidad de falla o interrupción del servicio y dentro de los niveles de desempeño o eficiencia requeridos.

5.3. MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICION (MBC)

El mantenimiento basado en la condición (MBC) es llevado a cabo “en respuesta” a un deterioro significativo en la máquina, indicado a través de un cambio de parámetros en el monitoreo de condición de la máquina. No se efectúa ningún tipo de mantenimiento mientras la condición no cambie.

Para la aplicación del MBC, se debe disponer de técnicas y equipos capaces de predecir con gran seguridad el final de la vida útil de un componente. Adicional a esto se debe obtener una curva de comportamiento del equipo a fin de determinar las variables a seguir y por último debe realizarse un análisis de los costos de mantenimiento y de oportunidad en caso de falla del equipo.

Las técnicas utilizadas comúnmente son:

- **Inspección Cinco Sentidos:** aunque posee limitaciones y puede conducir a errores por baja sensibilidad, apreciación y diferencia de criterios de los inspectores
- **Análisis de Vibraciones:** es muy precisa y se usa especialmente en máquinas rotativas.
- **Análisis de Lubricantes:** para determinar el estado del mismo, permite inferir la condición de desgaste de los equipos.
- **Medición de Temperaturas:** en puntos seleccionados del equipo, permite distinguir anomalías, variaciones en la condición del servicio y vida remanente en los equipos.
- **Predictivo Eléctrico:** referido a análisis de frecuencia, aislamiento, armónicos de sistemas eléctricos.
- **Medición de Ruidos:** generados por la frecuencia sonora de los equipos, especialmente los fluidos.
- **Termografía Infrarroja:** herramienta de alto potencial que permite visualizar los problemas de un equipo, los cuales se manifiestan por variaciones térmicas de sus componentes.

6. PRIORIDAD DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO

Se define como el Tiempo que debe transcurrir entre la constatación de la necesidad de una intervención de mantenimiento y el inicio de la misma.

Los niveles de prioridad en la ejecución de actividades de mantenimiento se pueden clasificar en:

- **Emergencia:** Mantenimiento que debe ser ejecutado inmediatamente después de detectar su necesidad

- **Urgencia:** Mantenimiento que debe ser hecho lo más temprano posible, de preferencia sin traspasar 24 horas después de detectada su necesidad.
- **Necesaria:** Mantenimiento que puede ser postergado por algunos días, mientras que su ejecución no debe traspasar una semana.
- **Deseable:** Mantenimiento que puede ser postergado por algunas semanas, pero no debe ser omitido.
- **Prorrogable:** Mantenimiento que puede dejar de ser ejecutado en corto o mediano plazo.

7. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de “Ishikawa” porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado “Diagrama Espina de Pescado” por que su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo desarrolla la metodología de este informe, como son: tipo de estudio, población, muestra, técnicas e instrumentos empleados para la recolección de información, técnicas de análisis, así como los procedimientos y desarrollos de la metodología empleada. A continuación se detalla más información referente al tema:

1. TIPO DE ESTUDIO

Según la finalidad de la investigación es aplicada, ya que mediante la aplicación del cálculo del porcentaje de utilización y requerimiento de equipos, la Superintendencia de Ingeniería Industrial podrá conocer el número de equipos móviles (montacargas y tractores) necesarios para realizar las actividades de la Gerencia de Reducción.

Según la estrategia de recolección de información de campo, debido a que el estudio se realizó basándose en métodos que permiten recolectar datos de la realidad en el lugar donde se presentan, como son los tiempos de operación en cada una de las actividades que realizan los equipos móviles.

Según el nivel de profundidad es descriptiva, en vista que se especifican todas las actividades que realizan los equipos móviles en las distintas áreas de la Gerencia de Reducción.

2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para determinar el porcentaje de utilización y el requerimiento de los equipos móviles, se estudio la totalidad de la población es decir todos los equipos móviles de la Gerencia de Reducción, que hacen un total de doce (12) montacargas y cinco (5) tractores.

3. TÉCNICAS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Una vez definido el tipo de estudio a realizar y la muestra adecuada al problema planteado, la siguiente etapa consistirá en definir la técnica e instrumento para la recolección de datos e información que sea pertinente.

3.1. DEFINIR LA TÉCNICA A UTILIZAR

- Seleccionar o desarrollar un instrumento de medición, este debe ser válido y confiable.
- Aplicar este instrumento de medición (medir las variables).
- Preparar las mediciones obtenidas (codificación de los datos) para que puedan analizarse correctamente.

La técnica utilizada en esta investigación fue la entrevista no estructurada y observación directa.

3.2. ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADA

Técnica mediante la cual se pudo conocer las actividades realizadas por los equipos móviles además de las inquietudes y opiniones de Supervisores y

operadores de estas unidades. No estructurada por que la recolección de la información se realizo sin un formato definido.

3.3. OBSERVACIÓN

Por medio de esta se logró confirmar la información recogida en la técnica anterior, visualizar y conocer la secuencia de las actividades, rutinas o tareas desarrolladas por los equipos móviles además de las condiciones técnicas-mecánicas de estas unidades.

3.4 MATERIALES

- **Lápiz y papel:** para realizar anotaciones en las entrevistas y en la observación directa.
- **Tablero de apoyo con sujetador:** para sujetar las hojas de anotaciones utilizadas para recabar la información en el área.
- **Computadora:** para la transcripción del informe.
- **Dispositivo de almacenamiento:** para almacenar toda la información concerniente al proyecto realizado.
- **Equipos de protección:** utilizados para minimizar los riesgos en el momento de realizar las visitas al área de trabajo, los más utilizados son pantalones, chaquetas, lentes, botas de seguridad, mascarilla, y casco de seguridad.
- **Cámara fotográfica digital:** para tomar las fotografías de las actividades realizadas por los operarios de equipos móviles al momento de ejecutar su trabajo.
- **Formatos:** utilizados para vaciar la información de los datos tomados para realizar el análisis estadístico y determinar el requerimiento.
- **Cronómetros:** para tomar el tiempo en que realizan las actividades.

4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento empleado para la determinación de los equipos móviles necesarios para el cumplimiento de las operaciones de la Gerencia de Reducción de CVG ALCASA se realizó en varias etapas:

1. Formulación y delimitación del tema seleccionado para el desarrollo de la investigación.
2. Definición de los objetivos y revisión de la información referente a las actividades realizadas por los equipos móviles en la Gerencia de Reducción.
3. Visita a las instalaciones pertenecientes a la Gerencia de Reducción.
4. Búsqueda de información de los programas de mantenimiento existentes de los equipos móviles (tractores y montacargas) de la Gerencia de Reducción.
5. Entrevista no estructurada con el supervisor de turno de los equipos móviles en la Gerencia de Reducción para conocer sus opiniones respecto al servicio, además de conocer cuales eran los problemas más comunes que se le presentaban, así como las actividades y/o funciones principales de estos.
6. Seguimiento, observación y toma de tiempo de los equipos móviles para determinar las actividades que realiza, el tiempo estándar, carga de trabajo, etc.
7. Toma de fotografías para tener un mejor entendimiento de las actividades.
8. Validación de las muestras tomadas mediante formulas para garantizar en un 95% la confiabilidad del estudio.
9. Elaborar un diagrama causa-efecto con la información obtenida para determinar los puntos críticos e implementar un plan de acción para corregir los mismos.

10. Búsqueda de información en Internet, en función de apoyar éste tema de investigación.
11. Análisis estadístico para determinar la cantidad optima de equipos móviles (montacargas y tractores) que requiere el área de Reducción.
12. Determinación del costo estándar de operación de los equipos móviles.
13. Recomendación según los resultados y conclusiones obtenidos.

5. RECOPIACIÓN Y TABULACIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos del estudio de tiempo serán tabulados y presentados en una hoja de cálculo de Excel.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente capítulo se resalta la situación actual del servicio de equipos móviles en la Gerencia de Reducción de CVG ALCASA.

1. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE EQUIPOS MOVILES DE LA GERENCIA DE REDUCCIÓN DE CVG ALCASA.

Las áreas analizadas en este estudio fueron: Envarillado III, Celda I conformada por la Línea I y II, Celda II conformada por la Línea III y Celdas III formada por la Línea IV.

A continuación se describe la situación actual de los equipos móviles en cada una de ellas:

Superintendencia de Servicios a Reducción específicamente Envarillado III.

En esta área se realiza el ensamblaje de ánodos o carbones que provienen de los hornos de cocción con el yugo y barra, a partir de allí se traslada a la celda mediante los equipos móviles. Actualmente se encuentran operativas las áreas de Envarillado II y III para el ensamblaje de los ánodos utilizados en las líneas I y II y los utilizados en las líneas III y IV, respectivamente.

En Envarillado III se dispone de una flota de seis (6) montacargas marca Toyota, dos (2) tractores marca Newholland y dos (2) tren de carga para los tractores donde se trasladan hasta 12 ánodos o cabos, estos equipos móviles realizan

distintas actividades para cumplir con la demanda diaria de ánodos de la Línea III y Línea IV.

Las actividades realizadas por los equipos móviles de Envarillado III para cumplir con los requerimientos de las Líneas III y IV son las siguientes:

El montacargas N° 51, es utilizado para la incorporación de carbones a la línea de producción. El área de trabajo donde opera este equipo presenta condiciones severas tanto para el móvil como para el operador entre las cuales se puede nombrar la alta cantidad de polvo que es generado por los carbones, así como las condiciones de inseguridad debido a que la vía de suministro de la línea de producción no posee una apropiada distribución, ya que los carbones previamente envarillados son movilizados a través de esta vía, por lo que el equipo móvil corre el riesgo de ser golpeado y posiblemente ocasionar el volcado de la unidad.

Los montacargas N° 52 y N° 30 se utilizan para cargar/descargar los cabos que son enviados de las celdas II y III para posteriormente cargar/descargar los ánodos. Esta área de trabajo se encuentra a la intemperie y en presencia de polvo, por lo que se halla a merced de las condiciones climáticas.

Los tractores N° 10 y N° 12 son utilizados para trasladar los ánodos del Área Envarillado III a las Líneas III y IV respectivamente, cabe destacar que el tractor N° 12 presenta fallas mecánicas que exponen al operador a las emanaciones de Monóxido de Carbono (CO) procedentes del equipo, lo que imposibilita la adecuada utilización de dicha unidad.

Los montacargas N° 31 y N° 48 que pertenecen al Área de Envarillado III y se encuentran en las Celdas II y III respectivamente, se encargan de cargar/descargar los ánodos suministrados por Envarillado III y cargar/descargar

los cabos a los trenes, para luego ser trasladados por los tractores al Área Envarillado III.

El otro montacargas es utilizado como auxiliar en caso de que alguno de los anteriores presente alguna falla que le impida realizar la operación, es de mucha importancia resaltar que actualmente este montacargas no se encuentra en condiciones de operatividad y no tienen otro que pueda sustituirlo. A continuación se detallan las funciones realizadas por cada uno de estos montacargas y tractores.

Montacargas N°51 .

Actividad principal: Alimentar de carbones la línea de producción del Área Envarillado III.

Elementos:

1. Surtir de carbones la correa transportadora.
2. Mover cajas de basura.
3. Presta apoyo en la descarga de gandolas cargadas de carbón.
4. Presta apoyo en cualquier emergencia o inconveniente del área.
5. Mantener limpia el área de trabajo.

Montacargas N°52. y N°30 .

Actividad principal: Cargar/descargar ánodos y cabos.

Elementos:

1. Descargar cabos enviados desde Celdas e incorporarlos al sistema de Envarillado para que sean separado el cabo de la barra.
2. Cargar tren con ánodos para que sean trasladados a Celdas.
3. Mover cajas de basura.

4. Presta apoyo en cualquier emergencia o inconveniente del área.
5. Mantener limpia el área de trabajo.

Montacargas N° 31 y N° 48

Actividad principal: Cargar/descargar ánodos y cabos en las Líneas III y IV respectivamente.

Elementos:

1. Descargar los ánodos del tren que vienen del Área de Envarillado III para que sean ingresados a celdas.
2. Cargar el tren con cabos para que el tractor los traslade al Área Envarillado III.

Tractor N° 10 y N° 12

Actividad Principal: Trasladar el tren con cabos de las Líneas III y IV al área de Envarillado III y posteriormente realizar el traslado de los ánodos del área de Envarillado III a Líneas III y IV respectivamente.

El área de Reducción: es el corazón del proceso de producción del aluminio. Allí se disuelve la alúmina mediante un proceso electrolítico de criolita fundida sobre los 965°C, descomponiéndola en sus dos elementos básicos: oxígeno y aluminio. El oxígeno es atraído por los ánodos hacia la parte superior de la celda, donde se quema y se convierte en dióxido de carbono en el ánodo. El aluminio, a su vez, va hacia el fondo del recipiente y se extrae fundido (líquido) por succión hacia un crisol, para ser enviado a la planta de Fundición.

CVG ALCASA realiza su proceso de Reducción por medio de celdas electrolíticas. El complejo operativo de Reducción está formado por cuatro líneas, las cuales suman un total de 684 celdas, de tecnología Reynolds: 288 del tipo “Niágara”,



modificadas a “Guayana”, 180 tipo P-20 y 216 tipo P-20S, siendo su capacidad nominal de 210.000 toneladas anuales, las condiciones de trabajo para equipos y operadores en esta área son muy hostiles aquí se encuentra presente temperaturas muy altas además de mucho polvo de alúmina y de otros materiales.

En las Líneas I y II se dispone de dos (2) montacargas rotativos marca Toyota (N° 38 y N° 41) y dos (2) tractores marca Veniran (N° 1 y N° 2) asignados de la siguiente forma el tractor 1 y el montacargas 38 para Línea I y el tractor 2 y el montacargas 41 para Línea II, estos equipos realizan las mismas actividades cada uno en sus respectivas Líneas.

Actividades realizadas por los equipos móviles de las Líneas I y II para cumplir con el proceso de extracción del aluminio

Los tractores N° 1 y N° 2 marca Veniran proveen de alúmina las líneas, además de buscar y llevar el tren con ánodos y cabos respectivamente para surtir las líneas.

Los montacargas N° 38 y N° 41 realizan diversas actividades las cuales se ejecutan según las necesidades de celdas (no tienen una secuencia). Estas actividades se describen a continuación:

Montacargas N°38 Línea I y N°41 Línea II

Actividad principal: Varias.

Elementos:

1. Cargar el tren con cabos de las Líneas I y II para su posterior traslado al Área de Envarillado II.

2. Descargar el tren con cabos y cargarlo con ánodos para trasladarlo del Área Envarillado II a las Líneas I y/o II.
3. Retirar aditivos de control de celdas.
4. Suministrar criolita a las celdas.
5. Adicionar el baño a las celdas.
6. Buscar varas verdes en el centro de acopio.
7. Suministrar varas verdes a nivel de línea.
8. Traslado de herramientas y equipos a nivel de línea.
9. Mantener limpia el área de trabajo
10. Prestar apoyo a cualquier actividad donde se requiera.

Tractor N°1 y N°2 para Líneas I y II

Actividad principal: Suministrar Alúmina.

Elementos:

1. Suministrar alúmina a Línea I y/o II.
2. Acarrear o trasladar tren con cabos de las Líneas I y/o II al Área Envarillado II.
3. Acarrear o trasladar tren con Ánodos del Área Envarillado II a las Línea I y/o II.

En la Línea III disponen de dos (2) montacargas marca Toyota (N° 35 y N° 40) y un (1) tractor Marca Newholland (N°26) que al igual que en la **Línea IV** los cuales tienen las mismas funciones ya que estas Líneas tienen la misma tecnología y operan de igual forma, estos equipos móviles están asignados de la siguiente forma el tractor N°09 y los montacargas N°42 y N° 44 para Línea IV.

Cabe destacar que en la Línea III solo operan dos (2) montacargas en el turno de 7:00 a.m. a 3:00 p.m. de lunes a viernes, en el resto de los turnos opera solo uno

(1), trayendo como consecuencia atrasos y recarga de trabajo según el área usuaria. A continuación se detallan las funciones realizadas por los equipos móviles en estas áreas.

El área de Celdas II y III, dispone actualmente de dos (2) tractores uno para cada Celda, para el traslado de aproximadamente 12 crisoles con metal trasegado desde la sala de celdas hasta el área de Fundición II. También cuentan con cuatro (4) montacargas dos (2) para cada Celdas los cuales realizan varias actividades según las necesidades de celda (no tienen secuencia en las actividades), para el proceso de obtención del aluminio en estas áreas. A continuación se nombran las actividades realizadas por los equipos móviles (tractores y montacargas)

Montacargas N°(35 Y 40) Línea III y N°(42 Y 44) L ínea IV

Actividad principal: Varias.

Elementos:

1. Trasegar baño caliente con el crisolito.
2. Llevar las canales a las celdas donde se aplicara el baño caliente.
3. Suministrar baño caliente a celdas con bajo nivel de baño.
4. Retirar aditivos de control de celdas.
5. Regar criolita.
6. Distribución de baño molido.
7. Suministrar criolita al silo.
8. Buscar varas verdes en el centro de acopio.
9. Suministrar varas verdes a nivel de línea.
10. Traslado de herramientas y equipos a nivel de línea.

Tractor N°09 Línea IV y N°26 Línea III

Actividad principal: Trasladar o acarrear Crisol con metal de la Línea a Fundición II.

Elementos:

1. Trasladar crisol con metal desde el pasillo central de cada sala hasta la zona de desnatado.
2. Trasladar crisol con metal desde la zona de desnatado a Fundición II, llevar muestra al Laboratorio.
3. Trasladar tractor desde el Laboratorio hasta Fundición II, trasladar crisol vacío de Fundición II al pasillo central de Celdas.
4. Trasladar crisol vacío desde pasillo central de Celdas hasta la sala de crisoles y viceversa.
5. Trasladar tapa de crisol desde el pasillo central de Celdas hasta el pasillo de cada Sala.
6. Apoyar en cualquier actividad que se requiera.

Estos equipos pertenecientes a la Superintendencia Taller Central que prestan servicio a la Gerencia de Reducción tienen aproximadamente un año de utilidad, se hace notar que en el área de trabajo existen condiciones hostiles (contaminación, vías de acceso en mal estado, constante polvo, altas temperaturas, etc.) que aumentan el deterioro de los equipos, aunado a esto existe un plan de mantenimiento que no es el adecuado para estos equipos ya que se centralizan en los mantenimientos correctivos y no los preventivos, de igual manera se evidencia la sustitución de repuestos originales por otras marcas que no tienen el mismo rendimiento, todo esto hace que disminuya la vida útil de los equipos, observándose el mal estado tanto físico como mecánico de estas unidades de servicios en poco tiempo.

CAPÍTULO VI

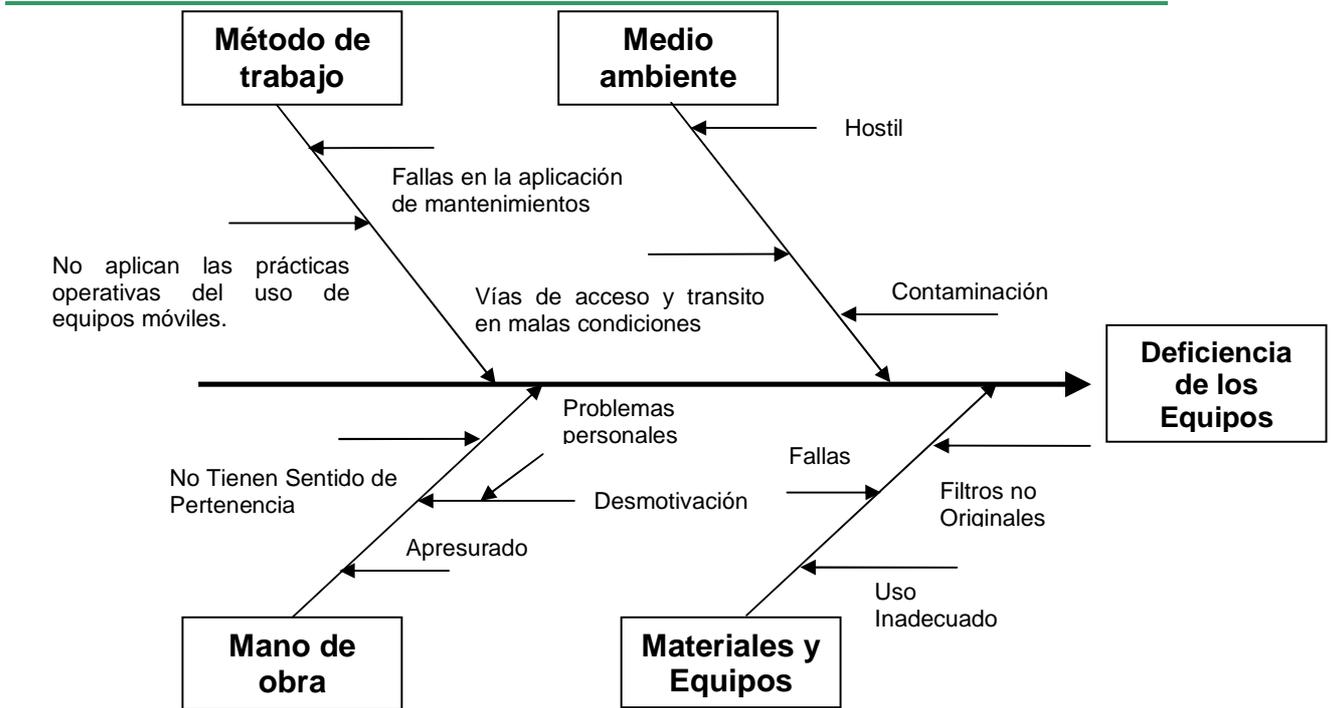
ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se analizan los datos obtenidos por medio de observaciones directas (toma de tiempos con cronómetros), así como también se realiza un diagrama causa-efecto para ver la eficiencia, las causas de las demoras y sus posibles soluciones además de una evaluación al sistema de mantenimiento de estos equipos móviles (tractores y montacargas) que prestan servicio a la Gerencia de Reducción de CVG ALCASA.

En relación a la situación actual de las condiciones de los equipos móviles para este estudio se tomaron en cuenta las opiniones de los usuarios mediante la aplicación de una encuesta no estructurada a los supervisores y operadores de los mismos.

1. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS MOVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) QUE PRESTAN SERVICIO A LA GERENCIA DE REDUCCIÓN.

Para verificar las posibles causas de las demoras de los equipos móviles se realizó un diagrama causa-efecto en el cual se analizaron los siguiente aspectos: Métodos de Trabajo, Medio de Ambiente, Mano de Obra y Materiales y Equipos.



Fuente: Propia.

Figura 11: Diagrama Causa-Efecto.

En el diagrama causa-efecto se evidencia que el factor medio ambiente representa la causa más frecuente de la deficiencia de los equipos móviles, las áreas transitadas por estos equipos están contaminadas y en malas condiciones, es por tanto, que se debe poseer un mantenimiento preventivo y correctivo de alto nivel, pero actualmente los mantenimientos realizados no son acordes a las necesidades de los equipos, también cabe destacar la mala operación de los equipos por parte de los operadores quienes conocen las prácticas operativas, saben como realizar su trabajo, sin embargo incumplen las prácticas del uso de montacargas, todo esto hace que los equipos fallen y no puedan cumplir con sus actividades rutinarias, acortando de igual forma la vida útil estos.

2. EVALUACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE CVG ALCASA PARA LOS EQUIPOS MÓVILES (TRACTORES Y MONTACARGAS) APLICANDO LA NORMA COVENIN 2500-93.

Esta Norma Venezolana contempla un método cuantitativo, para la evaluación de sistemas de mantenimiento, para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal.

Con la finalidad de obtener con ello un perfil de la empresa, puntualizar las posibles deficiencias en el sistema de mantenimiento e indicar los aspectos que deben mejorarse para alcanzar los objetivos de dicho sistema.

2.1 PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN

Antes de intentar aplicar este manual es necesario disponer de la definición de los conceptos de principios básicos y deméritos, de igual manera que el establecimiento de los criterios para su ponderación.

Principio Básico: Es aquel concepto que refleja las normas de organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.

Demérito: Es aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina que la efectividad de éste no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio.

2.1.1 CRITERIOS PARA LA PONDERACIÓN DEL PRINCIPIO BÁSICO

- El evaluador debe mantener una entrevista con el sector dirigente de la empresa con el objeto de efectuar un análisis de los aspectos cualitativos recogidos en los distintos principios básicos.
- En el contacto inicial no deberá profundizarse en el análisis, por lo tanto no deben considerarse los posibles deméritos, limitando la investigación a los aspectos contemplados en el principio básico.
- Si de este primer contacto se desprende que existe el principio básico, aun desconociendo su eficacia real en la práctica, el evaluador asignara la puntuación completa correspondiente dependiendo del valor respectivo.
- Si en la entrevista inicial se deduce la no existencia del principio básico el evaluador procederá a valorarlo en cero puntos, en consecuencia no será necesario entrar en el análisis de los posibles deméritos del principio básico.

2.1.2 CRITERIOS PARA LA PONDERACIÓN DE LOS DEMÉRITOS

- Para determinar la existencia real de deméritos en cada principio básico que se haya comprobado su existencia, el evaluador hará una investigación exhaustiva y minuciosa, en el mismo lugar en que cada aspecto que puede dar lugar a su existencia, considerando cada detalle que pueda contribuir a disminuir la eficacia del contenido del principio básico.
- Los deméritos restantes al principio básico hasta la cantidad máxima que se indica para cada uno de ellos en la columna correspondiente de cada capítulo, podrán restar cualquier valor comprendido entre cero y el valor máximo que se indica para cada uno de ellos, dependiendo de la intensidad con que el demérito se presenta.

2.2 FICHA DE EVALUACIÓN

Es un formato para llevar el resultado de la evaluación y obtener el perfil de la empresa, para lo cual se indican las siguientes instrucciones para su correcto uso.

2.2.1 ENCABEZAMIENTO

- **Empresa:** Deberá indicarse el nombre o razón social.
- **Fecha Evaluador y No. de Inspección:** Se indicara la fecha en la cual se realizará la evaluación, el nombre del evaluador y el No. de la inspección.

2.2.2 PUNTUACIÓN

- **Columna D:** (D1 + D2 + DN) Se indicará el valor de los deméritos obtenidos por la empresa en cada principio básico.
- **Columna E:** Se indicara la suma total de los deméritos alcanzados en la columna anterior.
- **Columna F:** Se colocará la diferencia entre la puntuación máxima de la columna C y el valor total de los deméritos de la columna E.

2.2.3 PUNTUACIÓN GRAFICA

- En las casillas correspondientes a los totales obtenidos se indicará la suma de las puntuaciones obtenidas en la columna F.
- El valor obtenido en el punto anterior se compara con la puntuación obtenible (columna C) y se calcula el porcentaje.
- Se trazan barras horizontales que parten de la casilla correspondientes a los totales obtenidos en la columna F y se prolongan hasta el porcentaje parcial de cada capítulo obtenido y previamente indicado en la columna G.

- Mediante una línea poligonal que una los extremos de estas barras horizontales se obtendrá el perfil de la empresa.

2.2.4 PUNTUACIÓN PORCENTUAL GLOBAL

- Se indicara al final de la columna F, el total de todas las puntuaciones obtenidas. (Casilla indicada con el No. (2)).
- Se coloca al final de la columna C, la puntuación máxima obtenible (Casilla con el No. (1)).

$$\text{Puntuación Porcentual Global} = \frac{(2) * 100}{(1)}$$

2.3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.3.1 Objetivos y Metas

Principio Básico: Dentro de la organización de mantenimiento la función de planificación tiene establecido los objetivos y metas en cuanto a las necesidades de los objetivos de mantenimiento. Puntuación (70).

Deméritos:

- No se encuentra definidos por escritos los objetivos y metas que debe cumplir la organización de mantenimiento. Demerito máximo (20).
- La organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetivos a mantener. Demerito máximo (20).
- La organización de mantenimiento no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran. Demérito máximo (15).

- Las acciones de mantenimiento que se ejecutan no se orientan hacia el logro de los objetivos. Demerito máximo (15).

2.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.4.1 Determinación de Parámetros

Principio Básico: La organización tiene establecido por objetivo lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad. La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspección, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de tiempos entre falla y tiempos de paradas. Puntuación (80).

Deméritos:

- La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento. Demerito máximo (20).
- La organización no cuenta con los estudios que le permita determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento. Demerito máximo (20).
- No se tienen estudios estadísticos para la determinar la frecuencia de inspección y sustitución de piezas. Demerito máximo (20).
- No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y tiempo entre fallas. Demerito máximo (10).
- El personal de la organización de mantenimiento no esta capacitado para realizar estas mediciones de tiempo de parada y entre fallas. Demerito máximo (10).

2.4.2 Planificación

Principio Básico: La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo. Puntuación (40).

Deméritos:

- No existe una clara delimitación entre los equipos que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación o sustitución. Deméritos máximos (20).
- La empresa no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada equipo inventariado. Deméritos máximos (20).

2.4.3 Programación e Implantación

Principio Básico: Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas en forma racional, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente, no interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación. La implementación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva. Puntuación (70)

Deméritos:

- Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo (limpieza, inspección, lubricación y ajuste), no están asignadas a un día específico en los periodos de tiempo correspondientes (semanas, meses, trimestre, etc.). Deméritos máximos (20).

- Las órdenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades. Deméritos máximos (15).
- Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año. Impidiendo que exista una holgura para el ajuste de la programación. Deméritos máximos (15).
- No existe un sistema donde se indique el programa de mantenimiento preventivo. Deméritos máximos (20).

2.4.4 Control

Principio Básico: En la organización existen recursos para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo. Se dispone de la evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo. Puntuación (60).

Deméritos:

- No hay seguimiento desde la generación de las acciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución. Deméritos máximos (15).
- No se llevan registros de fallas y sus causas en forma escrita. Deméritos máximos (15).
- No se llevan los cómputos de tiempo de parada y de reparación de los equipos o maquinarias. Deméritos máximos (15).
- No se mantiene actualizado el inventario de partes y repuestos. Deméritos máximos (15).

2.5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

2.5.1 Planificación

Principio Básico: La organización cuenta con una infraestructura y procedimientos para las acciones de mantenimiento correctivo se llevan de una forma planificada. El registro de información de falla permite una clasificación y estudio que facilite su corrección. Puntuación (100).

Deméritos:

- No se cuenta con un sistema de recepción y procesamiento de las solicitudes de mantenimiento correctivo. Deméritos máximos (20).
- No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción, para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo. Deméritos máximos (20).
- La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel supervisorio a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutarse se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia. Deméritos máximos (20).
- No se tiene por escrito la documentación y procedimientos para el control de las acciones de mantenimiento correctivo. Deméritos máximos (20).
- El ciclo de mantenimiento correctivo no está bien definido. Deméritos máximos (20).

2.5.2 Programación

Principio Básico: Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierdan tiempo ni se pare la producción.

La organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para la ejecución del mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible.

La implementación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza de forma progresiva. Puntuación (80).

Deméritos:

- No se tienen preestablecidas las acciones de mantenimiento correctivo. Deméritos máximos (20).
- La unidad de mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades. Deméritos máximos (20).
- No existe una buena distribución del trabajo técnico a realizar. Deméritos máximos (15).
- El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien entrenado para estas tareas. Deméritos máximos (15).
- No se tiene un stock de repuestos para las piezas de mayor uso de desgaste o de difícil adquisición. Deméritos máximos (10).

2.5.3. Control y Evaluación

Principio Básico: La organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas-hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento.

Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios. Puntuación (70).

Deméritos:

- No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo. Demérito máximo (15).
- No se lleva registro de tiempo de ejecución de cada operación. Demérito máximo (15).
- No se llevan registro de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución del mantenimiento. Demérito máximo (20).
- La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación de los demás tipos de mantenimiento. Demérito máximo (20).

2.6. PERSONAL DE MANTENIMIENTO

2.6.1. Cuantificación de las Necesidades del Personal

Principio Básico: La organización, a través de la programación de actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de personas que se requieren en la organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Puntuación (70).

Deméritos:

- No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal. Demérito máximo (30).
- La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustado a la realidad de la empresa. Demérito máximo (20).
- La organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de

frecuencia. Tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.
Demérito máximo (20).

2.6.2 Selección y Formación

Principio Básico: La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra). Se tienen establecidos programas permanentes de formación y actualización del personal, para mejorar sus capacidades y conocimientos. Puntuación (80).

Deméritos:

- La selección no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar, educación y experiencia, conocimientos, habilidades destrezas y actitudes personales de los candidatos. Deméritos máximos (20).
- No se tienen procedimientos para la selección del personal con alta calificación y experiencia que requiera la empresa en un momento determinado. Deméritos máximos (20).
- No se tienen establecidos periodos de adaptación del personal. Deméritos máximos (20).
- No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permite mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas. Deméritos máximos (20).

2.6.3 Motivación e Incentivos

Principio Básico: La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal.

Existen mecanismo de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en le desarrollo de sus funciones. La organización de mantenimiento posee un sistema sde evaluación periódica del trabajador, para fines de ascenso o aumento salarial. Puntuación (50)

Deméritos:

- El personal no da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción. Deméritos máximos (20).
- No existe una evaluación periódica del trabajador para fines de ascenso o aumentos. Deméritos máximos (15).
- La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad en la asistencia al trabajo, calidad del trabajo, iniciativa, sugerencias para mejoras. Deméritos máximos (15).

2.7 RECURSOS

2.7.1 Equipos

Principio Básico: La organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operatividad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tiene en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso. Puntuación (30).

Deméritos:

- No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad. Demerito máximo (10).

- El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos. Demerito máximo (10).
- No se registro de entrada y salida de equipos. Demerito máximo (10).

2.7.2. Herramientas

Principio Básico: La organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reduciendo el tiempo por espera de herramientas. Puntuación (30).

Deméritos:

- No se cuenta con las herramientas necesarias, para que el ente de mantenimiento opere eficientemente. Demerito máximo (10)
- Las herramientas existentes no son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento. Demerito máximo (10).
- No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas. Demerito máximo (10).

2.8 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE CVG ALCASA.

Con la finalidad de conocer las posibles deficiencias en el sistema de mantenimiento e indicar los principios básicos y deméritos que deben mejorarse para alcanzar los objetivos de dicho sistema, fue necesario entrevistar o evaluar al sector dirigente, así como también al personal de mantenimiento que labora en la empresa CVG ALCASA (Ver Tabla 1).

FICHA DE EVALUACION

FECHA: 01/10/2008

EVALUADOR: Victor Hernández

EMPRESA: CVG ALCASA

INSPECCION N°: 1

A	B	C	D	E	F	G%										
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
AREA	PRINCIPIOS BASICOS	PTS	D(D1+D2+DN)	TOTAL DEME.	PTS											
PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO	Objetivos y Metas	70	20+20+5+7	52	18											
	Políticas para Planificación	70	0	0	0											
	Control y Evaluación	60	10+5+5+5+5+5	35	25											
	TOTAL OBTENIDO	200	TOTAL OBTENIDO	43												
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Determinación de Parámetro	80	0	0	0											
	Planificación	40	10+10	20	20											
	Programa e Implementación	70	10+15+15	40	30											
	Control y Evaluación	60	10+10+10	30	30											
	TOTAL OBTENIDO	250	TOTAL OBTENIDO	80												
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Planificación	100	30+5	35	65											
	Programa e Implementación	80	5+15	20	60											
	Control y Evaluación	70	0	0	0											
	TOTAL OBTENIDO	250	TOTAL OBTENIDO	125												
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	Cuantificación de las necesidades del Personal	70	20	20	50											
	Selección y Formación	80	10+7	17	63											
	Motivación e Incentivos	50	10+7+6+10	33	17											
	TOTAL OBTENIDO	200	TOTAL OBTENIDO	130												
RECURSOS	Equipos	30	2+1	3	27											
	Herramientas	30	2+5	7	23											
	Instrumentos	30	2	2	28											
	Repuestos	30	3+3+3+3+3+3	18	12											
	TOTAL OBTENIDO	120	TOTAL OBTENIDO	90												
		1020			468	Puntuación Porcentual Global										46

Fuente: Norma Covenin 2500-93

Tabla 1: Ficha de Evaluación

La evaluación del sistema de mantenimiento realizada a la empresa arrojó un diagnóstico de graves deficiencias en la mayoría de las áreas que fueron objeto de estudio.

CVG ALCASA presenta los siguientes aspectos críticos:

- No están bien definidas las responsabilidades y funciones del personal de mantenimiento.
- No posee un sistema que le permita manejar la información referente al mantenimiento (registros de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos de mantenimiento, etc.)
- El departamento de mantenimiento no realiza la recolección, evaluación y administración de la información referente a mantenimiento
- Deficiencia en la implementación de planes de mantenimiento.

3. ESTUDIO DE TIEMPO PARA LOS EQUIPOS MOVILES.

3.1. CALCULAR LA CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD CV

Para este estudio se utilizó el método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo, estas consideraciones se aplican a todas las áreas estudiadas (Ver Anexo 01).

Categoría	Clase	Factor	%
DESTREZA O HABILIDAD			
B1	EXCELENTE	0,11	0,11
ESFUERZO O EMPÑO			
C1	BUENO	0,05	0,05
CONDICIONES			
F	DEFICIENTES	-0,07	-0,07
CONSISTENCIA			
C	BUENA	0,01	0,01
Factor de calificación (c)			0,1

Fuente: Sistema Westinghouse

Tabla 2: Resumen Calificación de Velocidad.

$$Cv = 1 + c \rightarrow Cv = 1 + 0,1 \rightarrow Cv = 1,1$$

3.2. CALCULO DE LA JORNADA DE TRABAJO. (JT)

El horario de trabajo de CVG ALCASA es de 7:00 am a 3:00 pm de 3:00 pm a 11:00 pm y de 11:00 pm a 7:00 am, lo que significa q en la empresa se trabajan 3 turnos de 8 horas/días = 480 min/día continuas.

3.3. DETERMINACIÓN DE TOLERANCIAS FIJAS

- **Almuerzo:** 30 min; esta pautado de 10:30 am a 1:00 pm., generalmente cada operario toma este tiempo una vez que lo crea conveniente dentro del lapso pautado.
- **Tiempo de preparación para Terminar operaciones (TPT):** 15 min; en este tiempo se preparan para terminar la jornada laboral.

3.4 DETERMINACIÓN DE LA JORNADA EFECTIVA DE TRABAJO (JET)

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente formula:

$$JET = JT - \left(\sum Tolerancias \right)$$

$$JET = JT - \left(\sum Almuerzo + TPT \right)$$

$$JET = 480 - \left(\sum 30 + 15 \right)$$

$$JET = 435 \text{ min.}$$

3.5 CARGA ESTANDAR DE TRABAJO:

Tiempo total del turno= 480 min.

Tiempo total de concesiones = 45 min.

$$ct = \frac{ttt - tc}{ttt} * 100$$

Donde:

Ct= Carga de Trabajo

ttt= Tiempo Total del Turno

tc= Tiempo de Concesiones

$$ct = \frac{480 - 45}{480} * 100$$

$$ct = 90,625\%$$

435 min ó 90,625% que deberían trabajar los equipos móviles, según la disponibilidad del trabajador.

3.6 CÁLCULOS DE TOLERANCIA POR FATIGA

A continuación se presenta la tabla de tolerancias resultado del estudio para el área de la Gerencia de Reducción (Ver anexo N°02):

FACTOR	GRADO	PUNTOS
Temperatura	4	40
Condiciones Ambientales	4	30
Humedad	3	15
Nivel de Ruido	3	20
Iluminación	2	10
Duración del Trabajo	3	60
Repetición del Ciclo	2	40
Esfuerzo Físico	1	20
Esfuerzo Mental	3	30
Posición de Trabajo	1	10
Total de Puntos		275

Fuente: Tabla Tolerancia por Fatiga

Tabla 3: Resumen Tolerancias por Fatiga.

Nos remitimos a la tabla de concesiones por fatiga y ubicamos 275 (Ver anexo 03).

- **Porcentaje Concesión por Fatiga:** 18%.
- **Necesidades Personales (NP):** (5%), acotando que este valor es la suma de todos los tiempos empleados por el operario durante la jornada de trabajo, esto involucra el cambio de ropa así como los empleados para las necesidades personales este valor lo estipula la empresa.
- **Demoras Inevitables (DI):** (2%), estipulado por la empresa.

Total de tolerancia: (25%) ó 97min.

3.7 DEFINIR EL COEFICIENTE DE CONFIANZA C PARA EL ESTUDIO

El coeficiente de confianza seleccionado para la muestra en estudio corresponde al 95%, es decir **c=0,95**

3.7.1 DETERMINAR EL T_c

Para fijar el estadístico " T_c " se procede a calcular el nivel de significación (α) y el grado de libertad (v)

$$C=1-\alpha \rightarrow \alpha=1-c \rightarrow \alpha=1-0,95 \rightarrow \alpha=0,05$$

$$v=n-1 \rightarrow v=15-1 \rightarrow v=14$$

Luego con los datos Obtenidos remitirse a la tabla T de Student (Ver anexo 04).

$$T_c = T_{(c; n-1)} \rightarrow T_c = T_{(0,95;14)} \rightarrow T_c = 1,761$$

A continuación se presenta un cuadro resumen de tiempo por actividades:

Operación: Incorporar carbones a la línea de producción.

ACTIVIDADES		CICLOS															Promedios
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Sumar los carbonos a la correa transportadora		150,7	170,3	145,7	166,8	180,3	151,3	167,8	145,9	147,2	169,1	181,2	163,8	173,1	156,3	159,8	162,0
Mover cajas de basura.		10,4	11,6	4,4	8,9	7,4	7,2	8,9	9,9	7,7	12,7	9,3	7,0	9,4	11,3	10,3	9,1
Presta apoyo en la descarga de gandalas cargadas de carbón.		2,3	1,5	1,8	2,5	1,6	2,4	3,3	1,8	1,2	2,3	1,9	1,7	1,4	2,7	2,3	2,0
Presta apoyo en cualquier emergencia o inconveniente del área.		4,4	5,7	7,3	6,9	4,6	8,3	2,7	8,4	2,7	8,4	4,2	7,2	6,0	7,8	10,3	5,7
Mantener limpia el área de trabajo y ordenar		11,4	8,3	9,3	4,6	3,7	6,3	8,4	3,4	8,9	6,6	3,3	7,1	10,4	9,1	8,3	7,3
Tiempo Total (TPS) (Min)		179,2	197,4	161,2	189,7	197,6	175,5	191,1	169,4	167,7	190,7	199,9	186,8	200,3	187,2	180,7	185,0
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																	15
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©																	95%
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																	14
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																	1,761
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																	190,555
DESVIACION ESTÁNDAR																	12,305
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																	11,190
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																	MUESTRA VALIDA

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 4: Tiempos y Validación de muestra del Montacargas 51.

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo, se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación:

PASO 1: CALCULAR EL TIEMPO PROMEDIO SELECCIONADO (T.P.S)

$$T.P.S = \frac{\sum_{i=1}^n T_n}{n}$$

$$T.P.S = \frac{179,2 + 197,4 + 161,2 + 189,7 + 197,6 + 175,7 + 191,1 + 169,4 + \dots}{15}$$

$$T.P.S = \frac{2774,6}{15}$$

$$T.P.S = 186,1 \text{ min.}$$

PASO 2: CALCULAR LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)

$$s = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}} \Rightarrow S = \sqrt{\frac{515.273 - \frac{7.697.295,36}{15}}{14}} \Rightarrow$$

$$S = \sqrt{151,42} \Rightarrow S = 12,305 \text{ min}$$

PASO 3: DEFINIR EL INTERVALO DE CONFIANZA (I)

$$I = LC = \bar{X} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} \Rightarrow I = 186,1 \pm \frac{1,761 * 12,305}{\sqrt{15}} \Rightarrow 186,1 \pm 5,596$$

$$I_1 = 191,696$$

$$I_2 = 180,504$$

Se elige el intervalo mayor **I=191,696**

PASO 4: DETERMINAR EL INTERVALO DE LA MUESTRA (I_M)

$$I_m = \frac{2xT_c xS}{\sqrt{n}} \Rightarrow I_m = \frac{2x1,761x12,305}{\sqrt{15}} \Rightarrow I_m = \frac{43,308}{3,872}$$

$$I_m = 11,164 \text{ min}$$

PASO 5: CRITERIO DE DECISIÓN

$$si \begin{cases} I_m \leq I.Acepta \\ I_m > I.Rechaza \end{cases}$$

11,164min ≤ 191,696min por lo tanto se acepta.

PASO 6: CALCULO DEL TIEMPO NORMAL

$$TN = T.P.SxCv \rightarrow TN = 186,1 * 1,1 \rightarrow TN = 204,71 \text{ min.}$$

PASO 7: NORMALIZACIÓN DE TOLERANCIAS

Para normalizar las tolerancias debemos tomar en cuenta los 66 min de las tolerancias por fatiga y los 26 min dados para las necesidades personales y los 4min por demoras inevitables que es igual a 97 min.

$$\begin{array}{ccc} \text{JET} - (\text{FATIGA} + \text{NP} + \text{DI}) & \longrightarrow & \text{FATIGA} + \text{NP} \\ \text{TN} & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = \frac{\text{TN} * (\text{FATIGA} + \text{NP} + \text{DI})}{\text{JET} - (\text{FATIGA} + \text{NP} + \text{DI})} \Rightarrow X = \frac{204,71 * (97)}{435 - (97)} \Rightarrow$$

$$X = \frac{19.856,87}{338} \Rightarrow X = 58,74 \text{Min}$$

PASO 8: DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR (TE)

$$\text{TE} = \text{TN} + \Sigma \text{ Tolerancias} \rightarrow \text{TE} = 204,71 + 58,74 \rightarrow \text{TE} = 263,45 \text{min.}$$

PASO 9: NUMERO DE MONTACARGAS REQUERIDO (NMR):

$$\text{NMR} = \text{TE} / \text{JET}$$

NMR= NÚMERO DE MONTACARGAS REQUERIDO

TE= TIEMPO ESTANDAR

JET= JORNADA EFECTIVA DE TRABAJO.

$$\text{NMR} = 263,45 \text{ min.} / 435 \text{ min.}$$

$$\text{NMR} = 0,605 \approx 1 \text{ Montacargas.}$$

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
51	435	186,11	1,10	204,72	58,75	263,47	61%	1

Fuente: Propia.

Tabla 5: Cálculos Montacargas 51.

Para realizar la operación de incorporación de carbones a la línea de producción de Envarillado III se requiere de un (01) montacargas.

Operación: Cargar/Descargar ánodos, cabos.

MONTACARGAS 52 Y 30 ENVARILLADO III																
OPERACIÓN: CARGAR / DESCARGAR ANODOS, CABOS RESPECTIVAMENTE																
ACTIVIDADES	CICLOS															Promedios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Descargar cabos enviados de Celdas e incorporarlos a la línea para que sean separados de la barra.	85,6	80,5	90,4	88,9	100,5	97,5	77,4	88,4	81,2	70,3	90,5	93,2	78,4	80,3	98,4	86,8
Cargar tren con ánodos para que sean trasladados a Celdas.	88,5	85,1	87,3	92,1	94,7	90,5	83,5	95,3	88,8	77,3	85,9	99,7	85,5	75,4	101,6	88,7
Mover cajas de basura.	5,3	5,2	10,3	6,3	4,4	4,8	4,8	5,1	4,9	4,1	8,3	5,3	4,4	4,9	5,0	5,5
Presta apoyo en cualquier emergencia o inconveniente del área.	11,0	8,3	2,4	3,6	4,2	5,3	4,9	5,0	7,2	9,2	6,3	3,9	4,1	3,4	8,0	5,8
Mantener limpia el área de trabajo.	3,8	7,1	5,3	2,1	6,6	8,9	3,8	5,9	6,3	3,3	2,8	7,3	2,5	6,1	4,2	5,1
Tiempo Total (TPS) (Min)	194,2	186,2	195,7	193,0	210,4	207,0	174,4	199,7	188,4	164,2	193,8	209,4	174,9	170,1	217,2	191,9
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																15
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©																95%
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																14
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																1,761
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																199,080
DESVIACION ESTÁNDAR																184,733
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																15,776
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																14,347
																MUESTRA VALIDA

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 6: Tiempos y Validación de muestra del Montacargas 52 y 30.

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
52	435	183,97	1,10	202,36	58,07	260,44	60%	1
30	435	191,90	1,10	211,09	60,58	271,67	62%	1

Fuente: Propia.

Tabla 7: Cálculos Montacargas 52 y 30.

Para realizar la operación de cargar/Descargar ánodos, cabos se requiere de un (02) montacargas.

Operación: Acarrear tren con cabos, ánodos de Línea III a Envarillado III y viceversa.

CORPORACION VENEZOLANA DE GUAYANA																
TRACTOR 10 ENVARILLADO III																
OPERACIÓN: TRASLADAR O ACARREAR ANODOS A LA LINEA III																
ACTIVIDADES	MUESTRAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedios
Trasladar el tren con cabos de las Líneas III al área de Envarillado III y posteriormente realizar el traslado de los ánodos del área de Envarillado III a Líneas III respectivamente. (TRACTOR 10)	214,4	200,4	220,8	217,8	213,0	230,5	207,4	241,5	218,8	223,6	210,0	209,9	233,1	215,7	204,5	217,4
Buscar crisol con metal para pintar ánodos.	22,8	21,9	30,8	15,9	18,6	10,3	14,8	17,8	31,5	11,0	13,1	16,4	11,7	26,1	31,6	19,6
Tiempo Total: (TPS) (Hme)	237,2	222,3	251,6	233,7	231,6	240,8	222,2	259,3	250,3	234,6	223,1	226,3	244,8	241,8	236,1	237,0
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES	15															
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©	95%															
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)	14															
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD	1,761															
INTERVALO DE CONFIANZA (I)	242,167															
DESVIACION ESTÁNDAR	231,927															
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)	11,260															
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)	10,240															
	MUESTRA VALIDA															

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 8: Tiempos y Validación de muestra del Tractor 10.

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
10	435	237,05	1,10	260,75	74,83	335,58	77%	1

Fuente: Propia.

Tabla 9: Cálculos Tractor 10.

Para realizar la operación de acarrear ánodos, cabos de Envarillado III a la Línea III y viceversa se requiere de un (01) tractor.

Operación: Acarrear tren con cabos, ánodos de Línea IV a Envarillado y viceversa.

ACTIVIDADES		CICLOS															Promedios
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Trasladar el tren con cabos de las Líneas IV al área de Envarillado III y posteriormente realizar el traslado de los ánodos del área de Envarillado III a Líneas IV respectivamente. (TRACTOR 12)		211,7	219,7	213,9	203,7	217,4	205,7	208,6	210,7	201,0	209,9	226,4	229,1	203,5	207,9	205,7	211,7
Buscar crisol con metal para pintar ánodos.		22,8	21,9	30,8	15,9	18,6	10,3	14,8	17,8	31,5	11,0	13,1	16,4	11,7	26,1	31,6	19,6
Tiempo Total: (TPS) (Min):		234,5	241,6	244,7	219,6	236,0	216,0	223,4	228,5	232,5	220,9	239,5	245,5	215,2	234,0	237,3	231,3
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																	15
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©																	95%
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																	14
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																	1,761
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																	235,892
																	226,668
DESVIACION ESTÁNDAR																	10,142
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																	9,223
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																	MUESTRA VALIDA

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 10: Tiempos y Validación de muestra del Tractor 12.

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
12	435	231,28	1,10	254,41	73,01	327,42	75%	1

Fuente: Propia.

Tabla 11: Cálculos Tractor 12.

Para realizar la operación de acarrear ánodos, cabos de Envarillado III a la Línea IV y viceversa se requiere de un (01) tractor.

Operación: Cargar/descargar cabos, ánodos en Línea III Y IV respectivamente.

MONTACARGAS 31 Y 48 LINEA III Y IV																
OPERACIÓN: DESCARGAR / CARGAR ANODOS, CABOS RESPECTIVAMENTE																
ACTIVIDADES	CELLOS															Promedios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Descargar los ánodos del tren que vienen del Área de Envarillado III para que sean ingresados a celdas	90,5	81,4	88,4	77,8	90,2	99,3	98,4	97,8	88,4	87,3	90,5	78,3	88,8	85,3	90,0	88,8
Cargar el tren con cabos para que el tractor los traslade al Área Envarillado III	90,3	99,6	88,2	95,4	92,4	99,5	88,4	95,3	82,5	95,0	86,2	100,1	85,5	80,3	98,2	91,8
Tiempo Total (TPS) (Min)	180,8	181,0	176,6	173,2	182,6	198,8	186,8	193,1	170,9	182,3	176,7	178,4	174,3	165,6	188,2	180,6
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																15
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©																95%
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																14
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																1,761
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																184,540
DESVIACION ESTÁNDAR																8,620
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																7,839
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																MUESTRA VALIDA

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 12: Tiempos y Validación de muestra de los Montacargas (31 y 48)

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
31	435	178,31	1,10	196,14	56,29	252,43	58%	1
48	435	180,60	1,10	198,66	57,01	255,67	59%	1

Fuente: Propia.

Tabla 13: Cálculos Montacargas 31 y 48.

Para realizar la operación de descargar y cargar ánodos, cabos en Línea III y IV se requiere de un (01) montacargas en cada Línea.

Operación: Varias en Línea I Y II respectivamente.



MONTACARGAS 38 Y 41 LINEA I Y II OPERACIÓN: VARIAS

ACTIVIDADES	CICLOS															Promedios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Cargar el tren con cabos de la Línea I y II para trasladarlos a Envarillado II	33,5	40,2	41,3	30,4	37,9	44,9	42,3	37,8	32,8	42,3	39,6	31,7	38,1	40,8	42,0	38,4
Descargar Tren con cabos y cargarlo con ándulos para trasladarlo de Envarillado II a Línea I y/o II	40,3	44,5	39,5	41,7	45,8	39,1	43,8	51,8	49,6	35,7	42,8	41,3	37,8	40,0	42,0	42,4
Retirar aditivos de control de celdas.	25,3	17,2	29,4	35,9	24,8	27,5	29,9	28,5	17,6	18,9	22,6	28,9	23,6	19,7	21,2	24,7
Suministrar creolita a las celdas.	67,4	60,2	72,8	71,7	65,9	77,9	63,8	66,3	60,1	73,3	64,2	82,9	55,8	69,0	59,7	67,4
Buscar varas verdes en el centro de acopio	11,4	9,3	15,3	14,8	9,7	10,5	12,9	17,3	10,8	13,7	11,0	13,9	14,2	15,3	12,8	12,9
Suministrar varas verdes a nivel de línea	15,4	12,8	11,4	17,3	11,3	13,9	12,9	15,3	17,4	18,5	14,4	13,7	12,4	13,9	15,9	14,4
Prestar apoyo a cualquier actividad donde se requiera	7,3	8,9	7,7	10,8	9,3	8,2	15,7	20,4	8,9	6,9	9,1	6,9	15,7	13,9	12,8	10,8
Echar baño a celdas.	27,8	33,8	23,8	31,3	22,8	17,9	21,9	28,9	34,9	37,4	25,9	31,9	22,0	21,8	30,0	27,5
Sacar caja con basura	6,1	7,3	6,4	5,9	8,4	6,6	7,2	5,9	6,5	4,9	6,3	6,4	5,9	7,5	6,3	6,5
Traslado de herramientas y equipos	4,8	4,9	9,2	7,9	3,8	5,3	6,5	7,4	9,3	7,7	8,0	5,1	6,9	5,7	8,3	6,7
Mantener limpia el área de trabajo	5,4	6,3	6,5	7,3	6,2	7,7	6,8	6,5	5,9	7,1	6,7	6,9	7,1	7,3	8,0	6,8
Tiempo Total (T_{PS}) (Min)	244,7	245,4	263,3	275,0	245,9	259,5	263,7	286,1	253,8	266,4	250,6	269,6	239,5	254,9	259,0	258,5
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																15
COEFICIENTE DE CONFIANZA																95%
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																14
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																1,761
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																264,258
DESVIACION ESTÁNDAR																252,729
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																12,678
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																11,529
																MUESTRA VALIDA

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 14: Tiempos y Validación de muestra de los Montacargas (38 y 41)

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
38	435	258,49	1,10	284,34	81,60	365,94	84%	1
41	435	252,30	1,10	277,53	79,65	357,18	82%	1

Fuente: Propia.

Tabla 15: Cálculos Montacargas 38 y 41.

Para realizar las operaciones de reducción se requiere de un (01) montacargas en cada Línea.

Operación: Suministrar Alúmina en Línea I Y II respectivamente.

TRACTOR 1 Y 2 LINEAS I Y II. OPERACIÓN: SUMINISTRAR ALUMINA																
ACTIVIDADES	CICLOS															Promedios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Suministrar alúmina a Línea I y/o II.	102,3	89,3	98,6	99,2	110,5	87,4	78,9	110,7	115,7	90,3	95,7	89,8	93,7	112,5	108,9	98,9
Acarrear o trasladar tren con cabos de las Líneas I y/o II al Área de Envasillado II y viceversa.	70,3	80,6	86,7	77,3	99,2	85,3	78,9	77,3	82,1	94,5	91,7	83,7	87,7	67,4	73,4	82,4
Llevar crisol a limpieza de crisoles	4,5	6,1	5,2	7,3	5,5	6,3	8,4	8,1	5,6	7,3	7,7	6,9	6,3	7,9	6,5	6,6
Mover de una sala a otra estructura de subir puente	5,8	0,0	0,0	1,3	3,2	0,0	5,4	2,8	0,0	5,1	0,0	4,1	0,0	3,1	2,8	2,2
Tiempo Total: (TPS) (Min)	182,9	176,0	190,5	185,1	218,4	179,0	171,6	198,9	203,4	197,2	195,1	184,5	187,7	190,9	191,6	190,2
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																15
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©																95%
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																14
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																1,761
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																195,500
DESVIACION ESTÁNDAR																184,873
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																11,686
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																10,627
																MUESTRA VALIDA

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 16: Tiempos y Validación de muestra de los Tractores (1 y 2)

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
1	435	187,12	1,10	205,83	59,07	264,90	61%	1
2	435	190,20	1,10	209,22	60,04	269,26	62%	1

Fuente: Propia.

Tabla 17: Cálculos Tractores 1 y 2.

Para realizar la operación de suministrar alúmina a la Línea I y II se requiere de un (01) tractor en cada Línea.

Operación: Varias en Línea III Y IV respectivamente.

ACTIVIDADES	CICLOS															Promedios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Trasegar baño caliente con el crisolito.	66,5	55,6	61,7	68,4	69,7	63,2	53,2	59,6	57,8	69,6	65,9	61,3	51,3	70,7	50,2	61,6
Llevar las canales a las celdas donde se aplicara el baño caliente.	9,5	12,7	14,6	8,5	8,8	13,6	14,3	11,8	10,3	9,9	13,5	11,0	15,1	7,9	14,0	11,7
Suministrar baño caliente a celdas con bajo nivel de baño.	51,2	44,6	55,8	40,6	58,1	48,9	60,7	55,1	47,0	50,1	55,2	42,8	48,5	51,2	55,8	51,0
Botar cajas con basura	14,3	21,1	16,3	12,8	10,9	12,3	15,3	17,5	11,3	14,2	13,8	12,5	14,1	16,3	10,8	14,2
Retirar aditivos de control de celdas.	10,8	15,3	14,6	13,6	14,8	11,4	13,6	23,5	15,3	20,1	15,6	12,2	17,3	14,7	14,1	15,1
Regar criolita	43,1	51,5	45,8	49,6	62,5	55,8	45,3	41,3	63,2	48,3	53,1	61,5	55,4	59,1	47,8	52,2
Distribución baño molido.	35,6	33,6	41,7	35,7	42,9	37,6	38,5	36,7	45,9	40,1	31,4	42,5	42,8	41,8	37,4	38,9
Suministrar varas verdes a nivel de línea.	14,2	8,9	8,1	11,2	15,3	14,2	15,3	9,8	9,2	12,4	14,3	12,7	15,8	17,5	16,6	13,0
Mover Tapa de una sala a otra	6,3	1,2	2,1	1,1	3,5	2,0	1,2	0,8	2,3	1,5	2,1	1,0	0,5	1,1	2,0	1,9
Traslado de herramientas y equipos a nivel de línea.	31,0	12,3	7,1	5,6	10,5	7,8	9,3	8,9	6,4	14,2	11,3	10,5	7,4	9,5	12,1	10,9
Tiempo Total (TPS) (Min)	282,5	256,8	267,8	247,1	297,0	266,8	266,7	265,0	268,7	280,4	276,2	268,0	268,2	289,8	260,8	270,8
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																15
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©																95%
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																14
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																1,761
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																276,561
DESVIACION ESTÁNDAR																265,012
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																12,699
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																11,548
																MUESTRA VALIDA

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 18: Tiempos y Validación de muestra de los Montacargas (35, 40, 42 y 44)

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
35	435	270,79	1,10	297,87	85,48	383,35	88%	1
40	435	260,25	1,10	286,27	82,15	368,43	85%	1
42	435	266,95	1,10	293,64	84,27	377,91	87%	1
44	435	263,01	1,10	289,31	83,03	372,33	86%	1

Fuente: Propia.

Tabla 19: Cálculos Montacargas 35, 40, 42 y 44.

Para realizar las operaciones de la Gerencia de Reducción se requiere de un (02) montacargas en cada Línea.

Operación: Acarrear crisol con metal liquido a Fundición II.

ACTIVIDADES		CICLOS															Prómedios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Trasladar crisol con metal desde pasillo central de cada sala hasta la zona de desnatado.	83,7	87,0	90,3	78,8	85,2	80,3	78,9	71,3	94,2	64,7	73,8	83,4	84,1	79,8	91,2	81,8	
Trasladar crisol con metal desde la zona de desnatado a Fundición II, luego de desganchar crisol llevar muestra a Laboratorio, y luego trasladar tractor desde Laboratorio hasta Fundición II, trasladar crisol vacío de Fundición II al pasillo central de Celdas.	217,3	200,3	210,1	199,4	180,3	188,4	191,4	199,3	218,2	213,9	220,3	215,8	172,4	181,4	192,3	200,1	
Trasladar crisol vacío desde pasillo central de Celdas hasta la sala de crisoles y viceversa.	7,3	8,9	9,4	7,7	7,4	10,7	9,0	8,1	7,9	10,5	7,8	8,1	7,2	8,9	8,1	8,5	
Trasladar tapa de crisol desde pasillo central de Celdas hasta el pasillo de cada Sala.	7,1	2,4	3,7	6,9	5,1	2,2	4,1	1,1	3,3	3,2	2,9	1,9	1,1	2,9	5,9	3,6	
Tiempo Total: (TPT) (Min)	315,4	298,6	313,5	292,8	278,0	281,6	283,4	279,8	323,6	292,3	304,8	309,2	264,8	273,0	297,5	293,9	
NUMERO DE MUESTRAS PRELIMINARES																15	
COEFICIENTE DE CONFIANZA ©																95%	
GRADOS DE LIBERTAD (n-1)																14	
VALOR TABLA "t" DE STUDENT CON n-1 GRADOS DE LIBERTAD																1,761	
INTERVALO DE CONFIANZA (I)																301,684	
DESVIACION ESTÁNDAR																286,089	
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MUESTRA (Im)																17,149	
ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (COMPARACION Im con I)																15,594	
																MUESTRA VALIDA	

Fuente: Ingeniería Industrial de CVG ALCASA.

Tabla 20: Tiempos y Validación de muestra de los Tractores (9 y 26)

CUADRO RESUMEN								
NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
9	435	293,89	1,10	323,28	92,77	416,05	96%	1
26	435	279,83	1,10	307,82	88,34	396,15	91%	1

Fuente: Propia.

Tabla 21: Cálculos Tractores 9 y 26.

Para realizar la operación del traslado o acarreo del crisol con metal líquido a Fundición II se requiere de un (01) tractor para cada Línea.

CUADRO RESUMEN										
AREA	EQUIPO	NUMERO	Jornada Efectiva de Trabajo (JET)=JT-C	Carga de Trabajo Observada (CT)	Cv	Tiempo Normal TN=CT*Cv	Normalizacion de Tolerancia N=(TN*t)/(JET-t)	Tiempo Estandar TE=TN+N	UTILIZACION (%)	Número de Equipos Requeridos (NER)=TE/JET
LINEA I y II	MONTACARGAS	38	435	258,49	1,10	284,34	81,60	365,94	84%	1
		41	435	252,30	1,10	277,53	79,65	357,18	82%	1
	TRACTOR	1	435	187,12	1,10	205,83	59,07	264,90	61%	1
		2	435	190,20	1,10	209,22	60,04	269,26	62%	1
LINEA III	MONTACARGAS	35	435	270,79	1,10	297,87	85,48	383,35	88%	1
		40	435	260,25	1,10	286,27	82,15	368,43	85%	1
	TRACTOR	9	435	293,89	1,10	323,28	92,77	416,05	96%	1
LINEA IV	MONTACARGAS	42	435	266,95	1,10	293,64	84,27	377,91	87%	1
		44	435	263,01	1,10	289,31	83,03	372,33	86%	1
	TRACTOR	26	435	279,83	1,10	307,82	88,34	396,15	91%	1
ENVARILLADO III	MONTACARGAS	51	435	186,11	1,10	204,72	58,75	263,47	61%	1
		52	435	183,97	1,10	202,36	58,07	260,44	60%	1
		30	435	191,30	1,10	210,43	60,39	270,82	62%	1
		31	435	178,31	1,10	196,14	56,29	252,43	58%	1
		48	435	180,60	1,10	198,66	57,01	255,67	59%	1
		TRACTOR	10	435	237,05	1,10	260,75	74,83	335,58	77%
	12		435	231,28	1,10	254,41	73,01	327,42	75%	1
	MONTACARGAS REQUERIDOS									
TRACTORES REQUERIDOS										6
TOTAL EQUIPOS REQUERIDOS										17

Fuente: Propia.

Tabla 22: Cálculos y Requerimientos de Equipos Móviles.

ANALISIS ECONOMICO.

Equipo: Montacargas

Costo de Mano de Obra:

$1 \times 8 \text{ hrs./turno} \times 3 \text{ turnos/día} = 24 \text{ hrs./día}$

$24 \text{ hrs./día} \times 365 \text{ día/año} \times 53,53 \text{ BsF./hrs.} = 468.922,8 \text{ BsF./Año.}$

Costo del Equipo:

164.210,229 BsF.

Costo Total:

Costo de Mano de Obra + Costo del Equipo
468.922,8 BsF + 164.210,229 BsF.= 633.133,029 BsF.

Equipo: Tractor.**Costo de Mano de Obra:**

1 x 8 hrs./turno x 3 turnos/día = 24 hrs./día
24 hrs./día x 365 día/año x 61,34 BsF./hrs. = 537.338,4 BsF/Año.

Costo del Equipo:

85.875,00 BsF.

Costo Total:

Costo de Mano de Obra + Costo del Equipo
537.338,4 BsF + 85.875,00 BsF.= 623.213,4 BsF/Año.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos durante el estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1 Los equipos móviles que actualmente prestan servicio a la Gerencia de Reducción están deteriorados y en mal estado en muy poco tiempo de uso.
- 2 Las áreas donde operan estas unidades están en mal estado y con altos niveles de contaminación, corrosión y altas temperaturas.
- 3 Así mismo la eficiencia de los equipos móviles se ve afectada por un plan de mantenimiento inadecuado, estos arrojan grandes aspectos críticos entre las cuales están:
 - Manejo de información, ya que:
 - No se tiene un registro de las actividades de manutención, tiempo que toma la tarea o del tiempo perdido.
 - No existe indicadores de monitoreo o control sobre los equipos, motivo por el cual no llevan un registro de rata de falla o índices de control de eficiencia sobre ellos.
 - No poseen ningún procedimiento o documentación específica respecto a la generación de índices de control y retroalimentación, la cual constituye una información relevante para la toma de decisiones.
 - No poseen los antecedentes necesarios para programar el mantenimiento.
 - Manejo inadecuado del inventario de repuestos. No cuenta con una clasificación de STOCK de repuestos, ni con registros de disponibilidad de los mismos.

- Efectividad del mantenimiento inadecuada, ya que el departamento de mantenimiento esta enfocado al mantenimiento correctivo y tiene grandes deficiencias en el mantenimiento preventivo.
- 4 Del estudio de tiempo realizado en los equipos móviles que prestan servicio a la Gerencia de Reducción para el cálculo de los requerimientos de equipos para las actividades de estos en Envarillado III, Línea I y II, Línea III y Línea IV, arrojaron los siguientes resultados:

Para Envarillado III se requiere:

- Un (01) Montacargas para la actividad de incorporar carbones a la línea de producción.
- Dos (02) montacargas para las actividades de cargar/descargar ánodos, cabos en Envarillado III.
- Dos (02) montacargas uno (01) para la Línea III y uno (01) para la Línea IV para las actividades de cargar/descargar ánodos, cabos respectivamente en cada Línea.
- Dos (02) tractores para trasladar ánodos a Línea III y Línea IV respectivamente.

Para Línea I y II se requiere:

- Un (01) montacargas para cada Línea (I y II), actividades: Varias.
- Un (01) Tractor para cada Línea (I y II), para la actividad de suministrar alúmina a la Celdas.

Para Línea III y IV se requiere:

- Dos (02) montacargas para cada Línea (III y IV), actividades: Varias.
- Un (01) Tractor para cada Línea (III y IV), para la actividad de trasladar crisol con metal liquido desde los pasillos centrales de cada Línea hasta Fundición II.

- 5 Los equipos móviles están disponibles los 365 días del año.
- 6 El costo de operación y adquisición de estos equipos es muy elevado.

-
- 7 Se observo que en el área de envarillado III existe abundancia de tiempo de ocio entre las actividades de carga/descarga de ánodos, cabos.

RECOMENDACIONES

Basado en los resultados de la investigación y a las conclusiones se recomienda lo siguiente:

- 1 Mejorar los planes de mantenimientos existentes, acordes al uso de los equipos móviles para garantizar el buen estado y funcionamiento de las unidades, tales como:
 - Delimitar efectivamente las funciones del personal de mantenimiento.
 - Incentivar al personal para realizar la planificación y control de la gestión de mantenimiento, así como la generación de planes de mantenimiento.
 - Diseñar los diferentes formatos para el registro y recolección de información referente al mantenimiento.
 - Evaluar y analizar periódicamente la información de mantenimiento para optimizar la gestión y dar aplicación a planes de mantenimiento.
- 2 Realizar un estudio de factibilidad técnico-económico, con el objeto de optimizar los recursos y disminuir los costos.
- 3 Tener equipos móviles de reserva para reemplazar a los equipos que presenten fallas o otros problemas para garantizar la operatividad del área.
- 4 Se recomienda la asignación de dos (02) tren de carga adicionales, para evitar el tiempo de ocio en el área de Envarillado III.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Alúmina:** Forma natural del óxido de aluminio, que se presenta bajo la forma de un polvo cristalino.
- **Ánodo:** Electrodo positivo carbonoso, usado para la remoción electroquímica de los iones de óxido en el proceso de producción de aluminio primario
- **Cabo:** Ánodo ya utilizado en el proceso de reducción.
- **Celdas:** Estructura compuestas con ánodos, cátodos y electrolito con alúmina disuelta, usada para la producción de aluminio.
- **Criolita:** Mineral blanco o incoloro, utilizado principalmente como fundente para la producción del aluminio.
- **Crisol:** Envase utilizado para extraer, mediante succión, el metal líquido de las celdas, su capacidad es de 6 toneladas de aluminio.
- **Electrolisis:** Proceso por el cual se somete una solución electrolítica bajo la acción de una corriente eléctrica, donde los iones positivos presentes son atraídos hacia el polo negativo (cátodo) y los iones negativos son atraídos hacia el polo positivo (ánodo).
- **Línea:** Disposición en serie de 180 celdas electrolíticas, formando 2 salas de 90 celdas cada una.
- **Reducción:** Proceso que consiste en extraer el oxígeno de la alúmina disuelta en un medio electrolítico, bajo los efectos de una corriente directa suministrada por una fuente externa. El oxígeno se combina con el carbón del ánodo y el aluminio se precipita hacia el cátodo en forma líquida.
- **Sala:** Disposición en serie de 90 celdas electrolíticas, fraccionadas en el centro por un pasillo central, que se divide en dos secciones de 45 celdas cada una.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, Ralph M. (1979). Estudio de Movimientos y Tiempos. Ediciones Aguilar. Quinta Edición.
- Conceptos Básicos de Mantenimiento.
<http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml#PREVENT>. [Pág. en línea]
Disponible en <http://www.google.com> [Consulta: 2008 Septiembre 29].
- DUFFUAA RAOUF D. (200). Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. México: Editorial Limusa – Wiley.
- MARVIN E, Mundel. Estudio de Tiempo y Movimientos. Ediciones Cesca, México 1.984.
- NARVAEZ, Rosa. (1997). Metodología de la Investigación. Puerto Ordaz. Primera Edición.
- NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial. Ediciones Alfaomega, México 1.990.

APÉNDICES

APÉNDICE 01

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS MONTACARGAS (38 Y 41) QUE PRESTAN SERVICIO EN LINEA I Y II RESPECTIVAMENTE.

EQUIPO	MARCA		AÑO		STATUS		ÁREA									
MONTACARGA	TOYOTA		2007		ACT		LINEA I y II									
OBSERVADOR:					PERIODO DE OBSERVACION:											
Victor Hernández					Del: 04/08/08 Hasta: 08/09/08											
MONTACARGAS 38 Y 41	CICLOS															
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Cargar el tren con cabos de la Línea I y II para trasladarlos a Envarillado II.	33,5	40,2	41,3	30,4	37,9	44,9	42,3	37,8	32,8	42,3	39,6	31,7	38,1	40,8	42,0	38,4
Descargar Tren con cabos y cargarlo con ánodos para trasladarlo de Envarillado II a Línea I y/o II.	40,3	44,5	39,5	41,7	45,8	39,1	43,8	51,8	49,6	35,7	42,8	41,3	37,8	40,0	42,0	42,4
Retirar aditivos de control de celdas.	25,3	17,2	29,4	35,9	24,8	27,5	29,9	28,5	17,6	18,9	22,6	28,9	23,6	19,7	21,2	24,7
Suministrar creolita a las celdas.	67,4	60,2	72,8	71,7	65,9	77,9	63,8	66,3	60,1	73,3	64,2	82,9	55,8	69,0	59,7	67,4
Buscar varas verdes en el centro de acopio	11,4	9,3	15,3	14,8	9,7	10,5	12,9	17,3	10,8	13,7	11,0	13,9	14,2	15,3	12,8	12,9
Suministrar varas verdes a nivel de línea	15,4	12,8	11,4	17,3	11,3	13,9	12,9	15,3	17,4	18,5	14,4	13,7	12,4	13,9	15,9	14,4
Prestar apoyo a cualquier actividad donde se requiera	7,3	8,9	7,7	10,8	9,3	8,2	15,7	20,4	8,9	6,9	9,1	6,9	15,7	13,9	12,8	10,8
Echar baño a celdas.	27,8	33,8	23,8	31,3	22,8	17,9	21,9	28,9	34,9	37,4	25,9	31,9	22,0	21,8	30,0	27,5
Sacar caja con basura	6,1	7,3	6,4	5,9	8,4	6,6	7,2	5,9	6,5	4,9	6,3	6,4	5,9	7,5	6,3	6,5
Traslado de herramientas y equipos	4,8	4,9	9,2	7,9	3,8	5,3	6,5	7,4	9,3	7,7	8,0	5,1	6,9	5,7	8,3	6,7
Mantener limpia el área de trabajo	5,4	6,3	6,5	7,3	6,2	7,7	6,8	6,5	5,9	7,1	6,7	6,9	7,1	7,3	8,0	6,8
TOTALES	244,7	245,4	263,3	275,0	245,9	259,5	263,7	286,1	253,8	266,4	250,6	269,6	239,5	254,9	259,0	258,5

APÉNDICE 02

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS TRACTORES (1 Y 2) QUE PRESTAN SERVICIO EN LINEA I Y II RESPECTIVAMENTE.

EQUIPO	MARCA		AÑO		STATUS		ÁREA									
TRACTOR	TOYOTA		2007		ACT		LINEA I y II									
OBSERVADOR:					PERIODO DE OBSERVACION:											
Victor Hernández					Del: 04/08/08 Hasta: 08/09/08											
TRACTOR N°1 Y N°2	CICLOS															
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Suministrar alúmina a Línea I y/o II.	102,3	89,3	98,6	99,2	110,5	87,4	78,9	110,7	115,7	90,3	95,7	89,8	93,7	112,5	108,9	98,9
Acarrear o trasladar tren con cabos de las Líneas I y/o II al Área de Envarillado II y viceversa.	70,3	80,6	86,7	77,3	99,2	85,3	78,9	77,3	82,1	94,5	91,7	83,7	87,7	67,4	73,4	82,4
Llevar crisol a limpieza de crisoles	4,5	6,1	5,2	7,3	5,5	6,3	8,4	8,1	5,6	7,3	7,7	6,9	6,3	7,9	6,5	6,6
Mover de una sala a otra estructura de subir puente	5,8	0,0	0,0	1,3	3,2	0,0	5,4	2,8	0,0	5,1	0,0	4,1	0,0	3,1	2,8	2,2
TOTALES	182,9	176,0	190,5	185,1	218,4	179,0	171,6	198,9	203,4	197,2	195,1	184,5	187,7	190,9	191,6	190,2

APÉNDICE 03

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES DE LOS MONTACARGAS (35 Y 40) Y (42 Y 44) QUE PRESTAN SERVICIOS EN LINEA III Y IV RESPECTIVAMENTE.

EQUIPO	MARCA		AÑO		STATUS		ÁREA									
MONTACARGA	TOYOTA		2007		ACT		Linea III y IV									
OBSERVADOR:					PERIODO DE OBSERVACION:											
Victor Hernández					Del: 23/06/08 Hasta: 28/07/08											
MONTACARGAS N° (35 Y 40) y N° (42 Y 44)	CICLOS															
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Trasegar baño caliente con el crisolito.	66,5	55,6	61,7	68,4	69,7	63,2	53,2	59,6	57,8	69,6	65,9	61,3	51,3	70,7	50,2	61,6
Llevar las canales a las celdas donde se aplicara el baño caliente.	9,5	12,7	14,6	8,5	8,8	13,6	14,3	11,8	10,3	9,9	13,5	11,0	15,1	7,9	14,0	11,7
Suministrar baño caliente a celdas con bajo nivel de baño.	51,2	44,6	55,8	40,6	58,1	48,9	60,7	55,1	47,0	50,1	55,2	42,8	48,5	51,2	55,8	51,0
Botar cajas con basura	14,3	21,1	16,3	12,8	10,9	12,3	15,3	17,5	11,3	14,2	13,8	12,5	14,1	16,3	10,8	14,2
Retirar aditivos de control de celdas.	10,8	15,3	14,6	13,6	14,8	11,4	13,6	23,5	15,3	20,1	15,6	12,2	17,3	14,7	14,1	15,1
Regar criolita	43,1	51,5	45,8	49,6	62,5	55,8	45,3	41,3	63,2	48,3	53,1	61,5	55,4	59,1	47,8	52,2
Distribución baño molido.	35,6	33,6	41,7	35,7	42,9	37,6	38,5	36,7	45,9	40,1	31,4	42,5	42,8	41,8	37,4	38,9
Suministrar varas verdes a nivel de línea.	14,2	8,9	8,1	11,2	15,3	14,2	15,3	9,8	9,2	12,4	14,3	12,7	15,8	17,5	16,6	13,0
Mover Tapa de una sala a otra	6,3	1,2	2,1	1,1	3,5	2,0	1,2	0,8	2,3	1,5	2,1	1,0	0,5	1,1	2,0	1,9
Traslado de herramientas y equipos a nivel de línea.	31,0	12,3	7,1	5,6	10,5	7,8	9,3	8,9	6,4	14,2	11,3	10,5	7,4	9,5	12,1	10,9
TOTALES	282,5	256,8	267,8	247,1	297,0	266,8	266,7	265,0	268,7	280,4	276,2	268,0	268,2	289,8	260,8	270,8

APÉNDICE 04

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS TRACTORES (9 Y 26) QUE PRESTAN SERVICIO EN LINEA III Y IV RESPECTIVAMENTE.

EQUIPO	MARCA		AÑO		STATUS		ÁREA									
MONTACARGA	TOYOTA		2007		ACT		Linea III y IV									
OBSERVADOR:					PERIODO DE OBSERVACION:											
Victor Hernández					Del: 23/06/08 Hasta: 28/07/08											
TRACTORES N° (09) y N° (26)		CICLOS														
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Trasladar crisol con metal desde pasillo central de cada sala hasta la zona de desnatado.	83,7	87,0	90,3	78,8	85,2	80,3	78,9	71,3	94,2	64,7	73,8	83,4	84,1	79,8	91,2	81,8
Trasladar crisol con metal desde la zona de desnatado a Fundición II, luego de desganchar crisol llevar muestra a Laboratorio, y luego trasladar tractor desde Laboratorio hasta Fundición II, trasladar crisol vacío de Fundición II al pasillo central de Celdas.	217,3	200,3	210,1	199,4	180,3	188,4	191,4	199,3	218,2	213,9	220,3	215,8	172,4	181,4	192,3	200,1
Trasladar crisol vacío desde pasillo central de Celdas hasta la sala de crisoles y viceversa.	7,3	8,9	9,4	7,7	7,4	10,7	9,0	8,1	7,9	10,5	7,8	8,1	7,2	8,9	8,1	8,5
Trasladar tapa de crisol desde pasillo central de Celdas hasta el pasillo de cada Sala.	7,1	2,4	3,7	6,9	5,1	2,2	4,1	1,1	3,3	3,2	2,9	1,9	1,1	2,9	5,9	3,6
TOTALES	315,4	298,6	313,5	292,8	278,0	281,6	283,4	279,8	323,6	292,3	304,8	309,2	264,8	273,0	297,5	293,9

APÉNDICE 05

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL MONTACARGAS (51) QUE PRESTA SERVICIOS EN ENAVARILLADO III.

EQUIPO	MARCA		AÑO		STATUS		ÁREA									
MONTACARGAS	TOYOTA		2007		ACT		ENVARI. III									
OBSERVADOR:					PERIODO DE OBSERVACION:											
Victor Hernández					Del: 02/06/08 Hasta:20/06/08											
MONTACARGAS 51		CICLOS														
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Surtir de carbones la correa transportadora.	150,7	170,3	145,7	166,8	180,3	151,3	167,8	145,9	147,2	169,1	181,2	163,8	173,1	156,3	159,8	162,0
Mover cajas de basura.	10,4	11,6	4,4	8,9	7,4	7,2	8,9	9,9	7,7	12,7	9,3	7,0	9,4	11,3	10,3	9,1
Presta apoyo en la descarga de gandolas cargadas de carbón.	2,3	1,5	1,8	2,5	1,6	2,4	3,3	1,8	1,2	2,3	1,9	1,7	1,4	2,7	2,3	2,0
Presta apoyo en cualquier emergencia o inconveniente del área.	4,4	5,7	7,3	6,9	4,6	8,3	2,7	8,4	2,7	8,4	4,2	7,2	6,0	7,8	10,3	5,7
Mantener limpia el área de trabajo y ordenar	11,4	8,3	9,3	4,6	3,7	6,3	8,4	3,4	8,9	6,6	3,3	7,1	10,4	9,1	8,3	7,3
TOTALES	179,2	197,4	161,2	189,7	197,6	175,5	191,1	169,4	167,7	190,7	199,9	186,8	200,3	187,2	180,7	186,1

APÉNDICE 06

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS MONTACARGAS (52 Y 30) QUE PRESTAN SERVICIO EN ENVARILLADO III.

EQUIPO	MARCA		AÑO		STATUS		ÁREA									
MONTACARGAS	TOYOTA		2007		ACT		ENVARI. III									
OBSERVADOR:					PERIODO DE OBSERVACION:											
Victor Hernández					Del: 02/06/08 Hasta:20/06/08											
MONTACARGAS 52 Y 30		CICLOS														
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Descargar cabos enviados de Celdas e incorporarlos a la línea para que sean separados de la barra.	85,6	80,5	90,4	88,9	100,5	97,5	77,4	88,4	81,2	70,3	90,5	93,2	78,4	80,3	98,4	86,8
Cargar tren con ánodos para que sean trasladados a Celdas.	88,5	85,1	87,3	92,1	94,7	90,5	83,5	95,3	88,8	77,3	85,9	99,7	85,5	75,4	101,6	88,7
Mover cajas de basura.	5,3	5,2	10,3	6,3	4,4	4,8	4,8	5,1	4,9	4,1	8,3	5,3	4,4	4,9	5,0	5,5
Presta apoyo en cualquier emergencia o inconveniente del área.	11,0	8,3	2,4	3,6	4,2	5,3	4,9	5,0	7,2	9,2	6,3	3,9	4,1	3,4	8,0	5,8
Mantener limpia el área de trabajo.	3,8	7,1	5,3	2,1	6,6	8,9	3,8	5,9	6,3	3,3	2,8	7,3	2,5	6,1	4,2	5,1
TOTALES	194,2	186,2	195,7	193,0	210,4	207,0	174,4	199,7	188,4	164,2	193,8	209,4	174,9	170,1	217,2	191,9

APÉNDICE 07

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS MONTACARGAS (31 Y 48) QUE PRESTAN SERVICIOS A ENVARILLADO III.

EQUIPO	MARCA	AÑO	STATUS	ÁREA												
MONTACARGAS	TOYOTA	2007	ACT	ENVARI. III												
OBSERVADOR:			PERIODO DE OBSERVACION:													
Victor Hernández			Del: 02/06/08 Hasta: 20/06/08													
MONTACARGAS 31 Y 48	CICLOS															
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Descargar los ánodos del tren que vienen del Área de Envarillado III para que sean ingresados a celdas.	90,5	81,4	88,4	77,8	90,2	99,3	98,4	97,8	88,4	87,3	90,5	78,3	88,8	85,3	90,0	88,8
Cargar el tren con cabos para que el tractor los traslade al Área Envarillado III.	90,3	99,6	88,2	95,4	92,4	99,5	88,4	95,3	82,5	95,0	86,2	100,1	85,5	80,3	98,2	91,8
TOTALES	180,8	181,0	176,6	173,2	182,6	198,8	186,8	193,1	170,9	182,3	176,7	178,4	174,3	165,6	188,2	180,6

APÉNDICE 08

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL TRACTOR (10) QUE PRESTA SERVICIO EN DE ENVARILLADO III.

EQUIPO	MARCA	AÑO	STATUS	ÁREA												
TRACTOR	TOYOTA	2007	ACT	ENVARI. III												
OBSERVADOR:			PERIODO DE OBSERVACION:													
Victor Hernández			Del: 02/06/08 Hasta: 20/06/08													
TRACTOR 10	CICLOS															
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Trasladar el tren con cabos de las Líneas III al área de Envarillado III y posteriormente realizar el traslado de los ánodos del área de Envarillado III a Líneas III respectivamente. (TRACTOR 10)	214,4	200,4	220,8	217,8	213,0	230,5	207,4	241,5	218,8	223,6	210,0	209,9	233,1	215,7	204,5	217,4
Buscar crisol con metal para pintar ánodos.	22,8	21,9	30,8	15,9	18,6	10,3	14,8	17,8	31,5	11,0	13,1	16,4	11,7	26,1	31,6	19,6
TOTALES	237,2	222,3	251,6	233,7	231,6	240,8	222,2	259,3	250,3	234,6	223,1	226,3	244,8	241,8	236,1	237,0

APÉNDICE 09

TABLA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS EN MINUTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL TRACTOR (12) QUE PRESTA SERVICIO EN DE ENVARILLADO III.

EQUIPO	MARCA		AÑO		STATUS		ÁREA									
TRACTOR	TOYOTA		2007		ACT		ENVARI. III									
OBSERVADOR:					PERIODO DE OBSERVACION:											
Victor Hernández					Del: 02/06/08 Hasta: 20/06/08											
TRACTOR 12	CICLOS															
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROM
Trasladar el tren con cabos de las Líneas IV al área de Envarillado III y posteriormente realizar el traslado de los ánodos del área de Envarillado III a Líneas IV respectivamente. (TRACTOR 12)	211,7	219,7	213,9	203,7	217,4	205,7	208,6	210,7	201,0	209,9	226,4	229,1	203,5	207,9	205,7	211,7
Buscar crisol con metal para pintar ánodos.	22,8	21,9	30,8	15,9	18,6	10,3	14,8	17,8	31,5	11,0	13,1	16,4	11,7	26,1	31,6	19,6
TOTALES	234,5	241,6	244,7	219,6	236,0	216,0	223,4	228,5	232,5	220,9	239,5	245,5	215,2	234,0	237,3	231,3

ANEXOS

ANEXO 01

SISTEMA DE CALIFICACIÓN WESTINGHOUSE (Cv)

DESTREZA O HABILIDAD			
A1	EXTREMA	0,15	
A2	EXTREMA	0,13	
B1	EXCELENTE	0,11	0,11
B2	EXCELENTE	0,08	
C1	BUENA	0,06	
C2	BUENA	0,03	
D	REGULAR	0	
E1	ACEPTABLE	-0,05	
E2	ACEPTABLE	-0,1	
ESFUERZO O EMPENO			
A1	EXCESIVO	0,13	
A2	EXCESIVO	0,12	
B1	EXCELENTE	0,1	
B2	EXCELENTE	0,08	
C1	BUENO	0,05	0,05
C2	BUENO	0,02	
D	REGULAR	0	
E1	ACEPTABLE	-0,4	
E2	ACEPTABLE	-0,8	
CONDICIONES			
A	IDEALES	0,06	
B	EXCELENTES	0,04	
C	BUENAS	0,02	
D	REGULARES	0	
E	ACEPTABLES	-0,03	
F	DEFICIENTES	-0,07	-0,07
CONSISTENCIA			
A	PERFECTA	0,04	
B	EXCELENTE	0,03	
C	BUENA	0,01	0,01
D	REGULAR	0	
E	ACEPTABLE	-0,02	
F	DEFICIENTE	-0,04	

SUMATORIA DE PUNTOS: **0,10**
 FACTOR DE CALIFICACION Cv: **1,1**

ANEXO N° 02

HOJA DE TOLERANCIAS		HORAS.	MIN.	SPTCIA. ING. IND. PAG. 01	
	MARQUE CON UNA "X" EL TIPO DE TURNO:	ROT. ADM	x 7,25	435 DE 01	
I.- FACTORES DE FATIGA		GRADO DE FACTORES (MARQUE CON UNA "X")			
TIPO	DENOMINACION	1	2	3	4
A	CONDICIONES DE TRABAJO				
	1.- TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>
	2.- CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>
	3.- HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
	4.- NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACION	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACION DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICION DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
C	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FISICO	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
D	POSICION DE TRABAJO				
	1.- PARADO, SENTADO, MOVIENDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>

TOTAL DE PUNTOS:		275					
CONCESIONES POR FATIGA (%):		18					
CONCESIONES POR FATIGA (min):		66	78	73	69	64	
TABLA DE TOLERANCIAS POR FATIGA							
RANGO	%	RANGO	%	RANGO	%	RANGO	%
000-156	1	206-212	9	262-268	17	318-324	25
157-163	2	213-219	10	269-275	18	325-331	26
164-170	3	220-226	11	276-282	19	332-338	27
171-177	4	227-233	12	283-289	20	339-345	28
178-184	5	234-240	13	290-296	21	346-352	29
185-191	6	241-247	14	297-303	22	353-359	30
192-198	7	248-254	15	304-310	23	360-366	31
199-205	8	255-261	16	311-317	24	367-373	32
II.- OTRAS CONCESIONES :							
						%	MIN.
NECESIDADES PERSONALES :						6	26
DEMORAS INEVITABLES:						1	4
TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES:						25	97

ANEXO N° 03

CLASE	LÍMITES DE CLASES		CONCESIÓN (%) POR FATIGA	JORNADA EFECTIVA(MIN)				
				510(8,5hr)	480(8hr)	450(7,5hr)	435(7,25)	420(7hr)
	INFERIOR	SUPERIOR		MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA				
A1	0	156	1	5	5	4	4	4
A2	156	163	2	10	10	9	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	28	27
B3	199	205	8	38	36	33	32	31
B4	206	212	9	42	40	37	36	35
B5	213	219	10	46	44	41	40	38
C1	220	226	11	51	48	45	43	42
C2	227	233	12	55	51	48	47	45
C3	234	240	13	59	55	52	50	48
C4	241	247	14	63	59	55	53	51
C5	248	254	15	67	63	59	57	55
D1	255	261	16	70	66	62	60	58
D2	262	268	17	74	70	65	63	61
D3	269	275	18	78	73	69	66	64
D4	276	282	19	81	77	72	69	67
D5	283	289	20	85	80	75	73	70
E1	290	296	21	89	83	78	75	73
E2	297	303	22	92	86	81	78	76
E3	304	310	23	95	90	84	81	79
E4	311	317	24	99	93	87	84	81
E5	318	324	25	102	96	90	87	84
F1	325	331	26	105	99	93	90	87
F2	332	338	27	108	102	96	92	89
F3	339	345	28	112	105	98	95	92
F4	346	349	29	115	108	101	98	94
F5	350Y MÁS	30	118	111	104	100	97

ANEXO N° 04

TABLA T-ESTUDENT

$1 - \alpha$

r	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ANEXO N° 05

Botando Basura.



Surtiendo de Alúmina la Tolva.



ANEXO N° 06

Vía de Acceso para Surtir de Carbones a la Línea.



ANEXO N° 07

Trasegado de Baño liquido para surtir a Celdas con Bajo Nivel.



ANEXO N° 08

Situación de vías de Acceso.



ANEXO N° 09

Área de Desnatado.



ANEXO N° 10

Descargando Ánodos Para Surtir las Líneas.



ANEXO N° 11

Suministrando Varas Verdes a Nivel de Línea.

