



U
N
E
X
P
O

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



**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN
DEL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE
EL ÁREA ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS DE CELDAS
DE C.V.G ALCASA**

AUTOR:
VILLAFANA CRISTAL
C.I. 14.388.341

CIUDAD GUAYANA, FEBRERO DE 2.007



***DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN
DEL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE EL
ÁREA DE ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS DE CELDAS
DE C.V.G ALCASA.***



U
N
E
X
P
O

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



VILLAFAÑA LUGO CRISTAL DEL VALLE

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN
DEL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE
EL ÁREA ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS DE CELDAS
DE C.V.G ALCASA**

Trabajo de grado presentado como
requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Industrial

CIUDAD GUAYANA, FEBRERO DE 2.007

Br: VILLAFANA LUGO CRISTAL DEL VALLE

***DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL
TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE EL ÁREA DE
ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS DE CELDAS DE C.V.G ALCASA***

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"Antonio José De Sucre"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

170 PÁGINAS
TRABAJO DE GRADO

CIUDAD GUAYANA 2007



U
N
E
X
P
O

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



**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN
DEL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE
EL ÁREA ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS DE CELDAS
DE C.V.G ALCASA**

Tutor Académico
Ing. Iván Turmero MSc.

Tutor Industrial
Ing. Maritza García

CIUDAD GUAYANA, FEBRERO DE 2.007



U
N
E
X
P
O

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



**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN
DEL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE
EL ÁREA ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS DE CELDAS
DE C.V.G ALCASA**

Jurado Evaluador
Econ. Eliú Hurtado

Jurado Evaluador
Ing. Mayra D'Armas

CIUDAD GUAYANA, FEBRERO DE 2.007

DEDICATORIA

A **Dios Todopoderoso**, por guiarme en el camino correcto y darme fuerza y sabiduría para enfrentar la vida.

A **Mis Padres**, Carmen Lugo y Carlos Villafaña por su amor y apoyo en todo momento y porque sin ellos hubiese sido imposible lograr mis metas. Gracias padres por ser mi fortaleza en cada momento de mi vida.

A **Mis Hermanos**, Carlos, Camilo y Carmelo por ser parte de mi felicidad, por su cariño, su apoyo y por ser para mí un ejemplo a seguir, los quiero mucho hermanitos.

A **Dennys Marcano**, por su amor y ayuda incondicional, gracias por confiar en mí en todo momento.

A **Mis abuelitos** por aconsejarme y darme tanto cariño los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A mi **Dios**, por guiarme y darme la fortaleza y sabiduría necesaria para cumplir mis metas y salir adelante.

A mis padres, por su gran apoyo y amor y por estar siempre pendiente de mí e inculcarme valores y principios que me han hecho conducirme de la forma correcta.

A mis hermanos, por su ayuda, cariño y por animarme cuando más lo necesite.

A Dennys Marcano, por estar conmigo en las buenas y en las malas y por brindarme todo su apoyo y amor.

A tía Sulis y a Geben, por su ayuda incondicional y por brindarme su cariño.

A mis tíos Agustín, Adrian, Benigno, Reinaldo, Felicia, Doris, Gregorio, Jean Carlos, y Yoelis por apoyarme y ayudarme en todo momento.

A mis tías Bestalia Y Rosario por su cariño.

A todos mis primos por su ayuda.

A Santiago Mollano y su familia, por apoyarme y ayudarme cuando más lo necesite.

Al la Ing. Maritza García, tutora industrial, por su dedicación y conocimientos impartidos para la realización de este informe.

Al Ing. Iván Turmero, tutor académico, por su gran ayuda para la realización de este trabajo.

A todos mis amigos en especial a Anny, Mildred, Vanessa, y Diorelis por su amistad y apoyo incondicional.

A todo el personal que conforma la Superintendencia de Ingeniería Industrial por su ayuda, amistad y colaboración en especial a los Ingenieros: Mariela Cañas, Desiree Romero, José Flores, Francisco Rodríguez.

A C.V.G ALCASA, por haberme permitido realizar este proyecto en sus instalaciones.

A la UNEXPO por permitirme ser parte de esta casa de estudios.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron y me apoyaron durante toda mi carrera.

A todos mil gracias.....

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 ALCANCE	5
1.4 DELIMITACIÓN	5
1.5 LIMITACIONES	5
1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
1.7 OBJETIVOS	6
1.7.1 Objetivo General	6
1.7.2 Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II. MARCO EMPRESARIAL	8
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA PREVISIÓN	8
2.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA	9
2.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	11
2.4 MISIÓN	11

2.5	VISIÓN	12
2.6	OBJETIVO	12
2.7	FUNCIÓN	12
2.8	POLÍTICA DE CALIDAD	13
2.9	OBJETIVOS DE LA CALIDAD	13
2.10	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	13
2.11	DESCRIPCIÓN DE LA SUPERINTENDENCIA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	15
2.12	FUNCIONES DE LA SUPERINTENDENCIA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	16
2.13	ÁREA DE ENVARILLADO III	18
2.13.1	Descripción general	18
2.13.2	Misión	18
2.13.3	Visión	19
2.13.4	Materia prima	19
2.13.5	Aspectos administrativos	19
2.14	PROCESO PRODUCTIVO DE ALCASA	20
2.15	ÁREAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO	21
2.16	PRODUCTOS ELABORADOS POR LA EMPRESA	26
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO		28
3.1	PLAN DE MEJORAS	28
3.2	INDICADORES	28
3.2.1	Clases de Indicadores	29

3.3	ESTUDIO DE MÉTODOS	30
3.4	MEDICIÓN DE TRABAJO	30
3.5	DIAGRAMAS DE PROCESO	30
3.6	SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS	31
3.7	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	34
3.7.1	Finalidad del diagrama de flujo de procesos	35
3.8	DIAGRAMA DE RECORRIDO	35
3.8.1	Importancia del diagrama de recorrido	36
3.8.2	Objetivos de diagrama de recorrido	36
3.9	MANEJO DE MATERIALES	37
3.9.1	Riesgo de un manejo ineficiente de materiales	37
3.9.2	Dispositivos para el manejo de materiales	39
3.10	ESTUDIO DE TIEMPOS	41
3.10.1	Objetivos del estudio de tiempos	41
3.10.2	Elementos y preparación para el estudio de tiempos	42
3.10.2.1	Selección de la operación	42
3.10.2.2	Selección del operador	42
3.10.2.3	Actitud frente al trabajador	42
3.10.3	Ejecución de un estudio de tiempos	44
3.10.4	Equipo necesario para un estudio de tiempos	47
3.10.4.1	Cronómetros	47

3.10.5	Técnicas del cronometrado	50
3.10.5.1	Lecturas de regreso vuelta a cero	50
3.10.5.2	Lecturas continuas	51
3.11	TIEMPO ESTÁNDAR	52
3.11.1	Aplicación de tiempo estándar	52
3.11.2	Ventajas de la aplicación del tiempo estándar	54
3.11.3	Cálculo del tiempo estándar	54
3.12	TIEMPO NORMAL	55
3.13	NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR	55
3.13.1	Método general electric	55
3.13.2	Método estadístico	56
3.14	FACTOR DE VALORACIÓN	57
3.15	SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE	58
3.16	DETERMINACIÓN DE TOLERANCIAS	59
3.16.1	Necesidades personales	60
3.16.2	Fatiga	60
3.16.2.1	Condiciones de trabajo	60
3.16.2.2	Repetición del trabajo	60
3.16.2.3	Salud general del trabajador	60
3.16.3	Retrasos	61
3.16.3.1	Inevitables	61

3.16.3.2 Evitables	62
3.17 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS	62
3.18 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	62
3.18.1 Interpretación de un diagrama Causa-Efecto	63
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO	64
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	64
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	65
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	65
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	66
4.4.1 Observación directa	66
4.4.2 Entrevista	66
4.4.3 Consultas bibliográficas	66
4.5 MATERIALES	66
4.6 PROCEDIMIENTO	67
CAPÍTULO V. SITUACIÓN ACTUAL	69
5.1 DESCRIPCIÓN DEL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS	69
5.2 CONDICIONES DE LAS ÁREAS INVOLUCRADAS EN EL SISTEMA DE TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS	73
5.2.1 Área de Envarillado III	73
5.2.1.1 Capacidad de producción	74
5.2.2 Línea III	74
5.2.2.1 Requerimiento de ánodos	75

5.2.3	Línea IV	77
5.2.3.1	Requerimiento de ánodos	77
5.2.4	Galpón de enfriamiento	79
5.2.5	Estación de baño II	82
5.2.5.1	Capacidad de producción	83
5.3	MANEJO DE MATERIALES	85
5.3.1	Equipos móviles utilizados	85
5.4	CONDICIONES DE LAS CARRETAS Y LAS ESTIBAS	86
5.5	CONDICIONES DE LAS VARILLAS	87
5.6	CONDICIONES DE LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN	88
5.7	DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	90
5.8	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	91
CAPÍTULO VI. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS		93
6.1	DISEÑO DEL ESTUDIO	93
6.2	CÁLCULO DE LA MUESTRA	93
6.3	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR	96
6.3.1	Calificación de la velocidad	96
6.3.2	Concesiones por fatiga	98
6.3.3	Tiempo normal	99
6.3.4	Tiempo estándar	100
6.4	DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MÓVILES	102

6.5	ATRASO DE ÁNODOS A LAS LÍNEAS DE CELDAS	103
	CAPÍTULO VII. PROPUESTA	104
7.1	PLAN DE MEJORAS	104
	CONCLUSIONES	111
	RECOMENDACIONES	113
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	114
	REFERENCIAS	116
	APÉNDICE 1 TIEMPOS TOMADOS	117
	APÉNDICE 2 CÁLCULO DE LA MUESTRA	120
	APÉNDICE 3 FACTOR DE VELOCIDAD	122
	APÉNDICE 4 CONCESIONES	125
	APÉNDICE 5 FORMATO PARA EL CONTROL DE VARILLAS	132
	APÉNDICE 6 FORMATOS EMPLEADOS	134
	ANEXO 1 TABLA T DE STUDENT	140
	ANEXO 2 SISTEMA WESTINGHOUSE	142
	ANEXO 3 CRITERIO PARA EL CÁLCULO DE CONCESIONES	144
	ANEXO 4 FORMATO PARA EL CÁLCULO DE CONCESIONES PROPORCIONADO POR LA EMPRESA	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1.C.V.G ALCASA	8
2. Ubicación Geográfica de la Empresa	11
3. Organigrama de la Empresa	13
4. Organigrama Gerencia de Reducción	15
5. Organigrama de la Superintendencia Ingeniería Industrial	16
6. Muelle de C.V.G ALCASA	21
7. Carbón	22
8. Celda Electrolítica	23
9. Colada	24
10. Planchones	26
11. Bobinas	25
12. Ánodos Envarillados	25
13. Productos Elaborados por la Empresa	27
14. Cronómetro decimal de minutos	48
15. Cronómetro decimal de doble acción	48
16. Cronómetro decimal de hora	49
17. Diagrama de flujo de procesos Línea III	71
18. Diagrama de flujo de procesos Línea IV	72
19. Zona de carga y descarga de Envarillado III	73

Figura	Pág
20. Pasillos Línea III	74
21. Diagrama de recorrido Envarillado III-Línea III	76
22. Pasillos Línea IV	77
23. Diagrama de recorrido Envarillado III-Línea IV	78
24. Galpón de Enfriamiento	79
25. Diagrama de recorrido Línea III-Galpón de Enfriamiento- Estación de baño II	80
26. Diagrama de recorrido Línea IV-Galpón de Enfriamiento- Estación de baño II	81
27. Estación de Baño II	82
28. Diagrama de recorrido Estación de Baño II-Envarillado III	84
29. Tractor	86
30. Estibas	86
31. Estibas apiladas	87
32. Carretas	87
33. Varillas	88
34. Vías de circulación	89
35. Diagrama causa-efecto	91
36. Gráfico atraso de carbón Línea III	103
37. Gráfico atraso de carbón Línea IV	103
38. Plan de Mejoras	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1 Tiempos promedios seleccionados	94
2. Factor de velocidad del operador de montacargas de Envarillado III	97
3. Factor de velocidad para cada uno de los operarios	97
4. Concesiones por fatiga	99
5. Tiempo normal y tiempo estándar	101
6. Disponibilidad de los equipos móviles	102

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“Antonio José de Sucre”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL TRASLADO
DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE EL ÁREA DE ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS
DE CELDAS.**

Autor: Cristal Villafaña

Tutor Académico: Ing. Iván Turmero MSc.

Tutor Industrial: Ing. Maritza García

RESUMEN

El presente informe estuvo enfocado en el diseño de un plan de mejoras para optimizar el traslado de ánodos y cabos entre Envarillado III y las Líneas III y IV de C.V.G ALCASA. La investigación se realizó mediante un estudio descriptivo-aplicado, donde se describieron, registraron, analizaron e interpretaron de forma precisa las actividades realizadas por cada uno de los operarios, asimismo fue de tipo no experimental de campo donde gran parte de la información se recabó a través de la observación directa, y entrevistas realizadas a los operarios de los diferentes equipos y al personal que labora en las distintas áreas. La importancia de este estudio radica en detectar actividades y situaciones que generan retrasos en el manejo de materiales, de manera que con el plan propuesto se puedan corregir y de esta forma contribuir con la mejora, eficiencia y productividad del sistema.

Palabras claves: Plan de Mejoras, Ánodos, Cabos, Traslados, Equipos Móviles,

INTRODUCCIÓN.

La empresa CVG ALCASA en su constante búsqueda por crear una base industrial competitiva ha asumido como ideología, el mejoramiento continuo como medio para lograr un desempeño óptimo y sostenido y la adaptación de sus procesos a los nuevos sistemas de calidad, que la mantenga como una empresa altamente productiva en el mercado del Aluminio a nivel mundial.

La finalidad de esta investigación radica en la necesidad que existe de detectar las actividades que generaban retrasos en el sistema y que no permitían el flujo continuo de materiales, esto con la intención de proponer mejoras aplicables a cada una de estas irregularidades y así hacer del sistema más eficiente y de esta forma contribuir a que el suministro de materias sea puntual en las áreas donde se requiera de ellos.

Esta investigación fue realizada mediante un diseño de investigación no experimental de campo, de tipo descriptivo – aplicado. Estuvo orientada a proponer mejoras en el sistema de traslado de ánodos y cabos entre Envarillado III y las Líneas de Celdas, de manera que sea llevado a cabo y contribuir con el desarrollo productivo de la empresa. .

A través de este informe se presenta el resultado de la investigación realizada en los siguientes capítulos. En el Capítulo I: Se expone el problema objeto de investigación. En el Capítulo II: Se detallan los aspectos referidos a los antecedentes de la empresa. En el Capítulo III: Se presentan las bases teóricas y definición de términos básicos concernientes a la investigación. En el Capítulo IV: Se presenta el diseño metodológico que fue seguido para realizar el estudio. En el Capítulo V: Se presenta la situación actual por la

que atraviesa cada una de las estaciones de estudio. En el Capítulo VI: Se presentan los resultados de la evaluación realizada. En el Capítulo VII: Se proponen las mejoras que van a permitir una mayor eficiencia del sistema y finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, glosario de términos y bibliografías consultadas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA.

1.1 ANTECEDENTES.

Aluminio del Caroní, S.A. (ALCASA), fue constituida en diciembre de 1960, es una empresa del estado venezolano creada para producir y comercializar productos de aluminio en forma competitiva, con calidad integral de gestión, satisfaciendo a sus clientes, accionistas y trabajadores, contribuyendo a la generación de ingresos, bienestar regional y nacional del país.

Dentro de las áreas que componen C.V.G ALCASA, se encuentra el área de reducción, es aquí donde se lleva a cabo el proceso reductivo el cual se basa en la inyección de alumina en un medio electrolítico de criolita fundida para luego descomponerla en oxígeno y aluminio. Cabe mencionar que cada celda está conformada por tres partes principales: el ánodo, el cátodo y el baño electrolítico.

La Planta de Envarillado III esta adscrita a la Gerencia de Reducción y es la encargada del ensamblaje de ánodos envarillados que son los utilizados como elemento fundamental el proceso de reducción llevado a cabo en las Líneas III y IV de la empresa C.V.G ALCASA.

Los ánodos son ensamblados en la Planta de Envarillado III, en un proceso que consiste en unir un bloque de carbón con una barra de aluminio (varilla) terminada en un yoque de acero, mediante una fundición gris. La misión de la planta de Envarillado es proveer oportunamente ánodos ensamblados a las líneas de celdas.

Los ánodos, una vez cumplida su vida útil son desincorporados de las celdas y regresados como cabos al sistema de envarillado, previo acondicionamiento, el cual consiste en su enfriamiento y limpieza. En la Planta de Envarillado, la varilla es separada del cabo para ser instalada en otro bloque de carbón, mientras que la fundición gris es reciclada y el cabo es regresado a planta de carbón, donde es triturado e incorporado al proceso de fabricación de nuevos carbones.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

La Empresa C.V.G ALCASA para aumentar su producción y satisfacer la gran demanda que presenta actualmente, necesita que todos sus procesos se realicen de manera eficiente, para ello es importante que se analicen los sistemas actuales con el propósito de detectar fallas y otros factores que puedan perjudicar el proceso productivo, con la finalidad de proponer mejoras que se puedan implementar para el bienestar de la misma.

En el sistema de suministro de ánodos a las líneas de celdas y retorno de cabos a la Planta de Envarillado están involucradas varias estaciones de trabajo, almacenes y operaciones de traslados, por medio de equipos móviles.

En los últimos meses se han registrado una diversidad de problemas con el suministro de ánodos a las líneas de reducción, comprometiendo de ésta manera la estabilidad de las celdas y el cumplimiento de los planes, debido a situaciones que impiden la fluidez adecuada de los ánodos y los cabos en el referido sistema, lo cual sugiere la necesidad de revisar los procesos operativos con el fin de identificar las desviaciones y proponer acciones que vayan en mejora del servicio suministrado por la Planta de Envarillado.

1.3 ALCANCE.

El desarrollo de la investigación conlleva al análisis del sistema de traslado de ánodos y cabos entre Envarillado III y las Líneas de celdas, tomando en cuenta el proceso de carga y descarga de los mismos, el traslado en unidades móviles, tiempos transcurridos en las diferentes estaciones, de manera de proponer mejoras que permitan una mayor eficiencia en los procesos.

1.4 DELIMITACIÓN.

El presente estudio se llevó a cabo en la zona de carga y descarga de Envarillado III, Líneas III y Línea IV, Galpón de Enfriamiento y Estación de Baño II, adscritos a la Gerencia de Reducción de C.V.G ALCASA.

1.5 LIMITACIONES.

A pesar de que el traslado de ánodos y cabos es un proceso continuo, la investigación se enfocó en las actividades realizadas en el turno de 7:00 am a 3:00 pm, además estuvo condicionada por el tiempo empleado para la recopilación de información, así como el tiempo establecido para la realización de la misma el cual fue de 17 semanas académicas.

1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Es indispensable que en toda empresa se realice un seguimiento en cada uno de sus procesos. A través del análisis de la situación actual del sistema de traslado de ánodos y cabos entre Envarillado III y las Líneas de celdas, se podrán detectar las fallas e irregularidades que afectan de forma negativa a la empresa, de manera de proponer mejoras que hagan mas eficiente el sistema y de esta manera contribuir con el desarrollo productivo de la misma.

1.7 OBJETIVOS.

1.7.1 Objetivo General.

Diseñar un Plan de mejoras para la optimización del traslado de ánodos y cabos entre la zona de carga y descarga de Envarillado III y las Líneas de celdas de la empresa C.V.G. ALCASA.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- ⊕ Realizar un diagnóstico de la situación actual del sistema de traslado de ánodos y cabos entre Envarillado III y las Líneas de celdas.
- ⊕ Elaborar flujogramas y diagramas de recorrido que permitan el seguimiento y control del ánodo y del cabo.
- ⊕ Realizar un estudio de tiempos para el manejo de ánodos y cabos entre Envarillado III y las Líneas de celdas.
- ⊕ Elaborar un diagrama causa – efecto para identificar los principales elementos que originan problemas en el sistema de traslado.

- ⊕ Determinar la cantidad de unidades que puede procesar cada estación disponiendo de ciertos recursos existentes actualmente.
- ⊕ Determinar la capacidad de producción en cada estación para lograr un flujo continuo.
- ⊕ Identificar los aspectos que afectan la eficiencia en el sistema de traslado de ánodos y cabos.
- ⊕ Diseñar un plan de mejoras con el que se pueda aumentar la eficiencia de las actividades involucradas en el sistema.
- ⊕ Evaluar el impacto en el sistema de las mejoras propuestas.

CAPÍTULO II

MARCO EMPRESARIAL

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

C.V.G Aluminios del Caroní S.A. (ALCASA) es una empresa del estado, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), 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 (Ver figura 1).



Figura 1. C.V.G. ALCASA

2.2 RESEÑA HISTÓRICA

ALUMINIO DEL CARONÍ, S.A. (ALCASA) fue constituida en diciembre de 1960, con el objetivo de producir aluminio primario y sus derivados. El 14 de octubre de 1967, inicia operaciones CVG ALCASA convirtiéndose en la primera planta reductora de aluminio en el país, con una capacidad inicial en su primera etapa de 10.000 toneladas métricas anuales de aluminio primario. El 03 de febrero de 1.961, la (C.V.F) transfiere su participación a la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), el 19 de febrero de 1.966 se da inicio a la construcción de la planta reductora de aluminio en la Zona Industrial Matanzas de Ciudad Guayana específicamente en Puerto Ordaz - Estado Bolívar y Culmina el 11 de noviembre de 1.966. Quedando oficialmente inaugurada el 14 de octubre de 1.967 con 365 trabajadores y una capacidad de producción de 10.000 t/año.

El crecimiento de la capacidad instalada en C.V.G Aluminios del Caroní, S.A. ALCASA, se ha desarrollado hasta la presente fecha en seis fases. Para cada una de ellas se ha utilizado las siguientes tecnologías:

FASE I: En el año 1.968, con la instalación de 70 celdas de reducción tipo Niágara de tecnología REYNOLDS 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 y una capacidad de 10.000 t/año.

FASE II: En el año 1.968, con una Instalación de 70 celdas de reducción adicionales con la misma tecnología de la Fase I. Que consistió en una Sala de reducción sala "B" con una capacidad productiva de 13.000 t/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.

FASE III: En el año 1.973, se culminó la Fase II, constituida por una nueva Línea II de Reducción de 28.000 t/año, y una expansión de la Sala de Fundición. Para el año 1974 con la puesta en marcha de la Línea II de Reducción, elevando la capacidad de producción a 50.000 t/año. A finales de 1.974, 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 180.000 TM/Año.

FASE IV: en el año 1.980, Posteriormente, a los cinco (5) años de operación exitosa de 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 V, y celdas capaces de producir 84.000 t/año, con 216 celdas tipo Hamburgo. En este período la composición accionaria pasa a ser 14,6% de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G); 27,68% de la Reynolds Internacional y 57,52% del Fondo de Inversiones de Venezuela (F.I.V).

FASE V y VI: En el año 1.985, Finalmente, fueron iniciadas en 1985, alcanzando una capacidad de reducción nominal de 210.000 t/año, a demás de sumarle unas 60.000 t/año de productos laminados. C.V.G Aluminios del Caroní, S.A. ALCASA planteó, con la aprobación de la Ley de Crédito Público en el año 1.988, para la culminación de la IV y ampliar su capacidad a 415.000 t/año, construyendo la V Línea de Reducción para el año 1991. Este proyecto no se pudo emprender por diversos escenarios negativos, tanto en el ámbito nacional como internacional.

Fase VI En Febrero de 1994, se inician las operaciones en las instalaciones en un 9%, se construyeron y están en funcionamiento algunos servicios como los de Envarillado y Fabricación de Ánodos. C.V.G. Aluminio del Caroní, S.A. (ALCASA), para ésta fecha ha cedido en donación de pago las siguientes empresas y/o activos: C.V.G CARBONORCA - participación 5%, cedida a INTERALUMINA.

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.

2.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

CVG ALCASA se encuentra ubicada al Sur Oriente del país, en el margen del Río Orinoco, en la Zona Industrial de Matanzas, Estado Bolívar, ocupando una superficie total aproximada de 174 hectáreas (Ver figura 2).

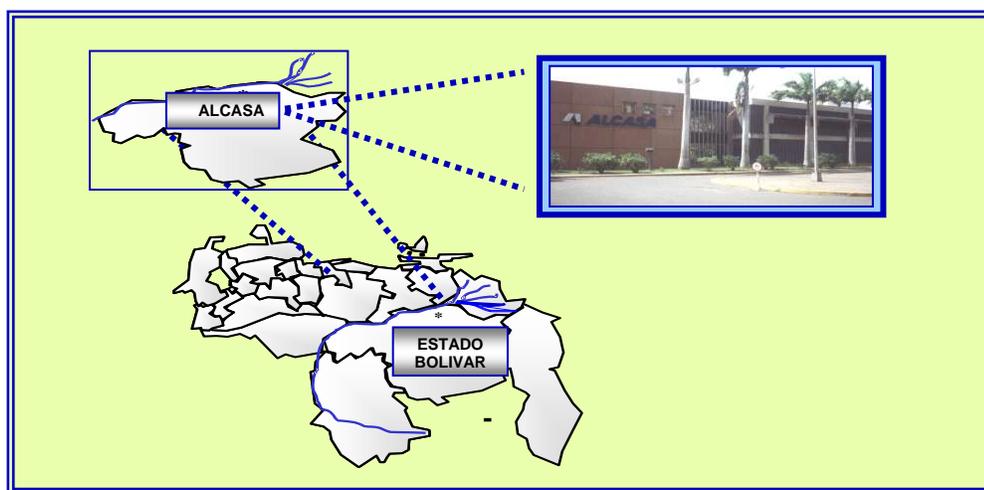


Figura 2. Ubicación geográfica de la empresa C.V.G ALCASA.

2.4 MISIÓN.

Producir y comercializar productos de aluminio, en forma eficiente, competitiva y rentable, con calidad integral de gestión, apoyándonos en la excelencia de nuestra gente para contribuir al desarrollo social y económico del país.

2.5 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.

2.6 OBJETIVO.

C.V.G. Aluminio del Caroní, S.A. (ALCASA), es una empresa del estado venezolano, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana, productora y comercializadora de aluminio primario y sus derivados, en una manera productiva y rentable para cubrir las necesidades del mercado nacional e internacional.

2.7 FUNCIÓN.

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.

2.8 POLÍTICA DE CALIDAD

El principal compromiso de la empresa C.V.G ALCASA es el de elaborar y comercializar, productos de aluminio que satisfagan los requisitos de sus clientes, mediante el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

2.9 OBJETIVOS DE LA CALIDAD (CUALITATIVOS).

- ⊕ Cumplir con el programa de producción.
- ⊕ Cumplir con el plan de ventas.
- ⊕ Lograr la satisfacción de nuestros clientes.
- ⊕ Cumplir con los planes de mejora establecidos.

2.10 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA (Ver figura 3).



Figura 3. Organigrama de la empresa C.V.G ALCASA.

⊕ Gerencia General de Operaciones.

Administrar eficientemente las actividades operativas y administrativas de las plantas, para el logro de los objetivos y metas de producción de productos semielaborados.

⊕ **Gerencia Servicios Industriales.**

Garantizar a las áreas operativas y administrativas de 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.

⊕ **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.

⊕ **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.

⊕ **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.

⊕ **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.

⊕ **Gerencia de Reducción.**

Producir y transferir aluminio líquido en condiciones competitivas de calidad, oportunidad, cantidad, seguridad y costo en un ambiente de mejoras continuas. A continuación se presenta el organigrama de la Gerencia de Reducción (Ver figura 4)

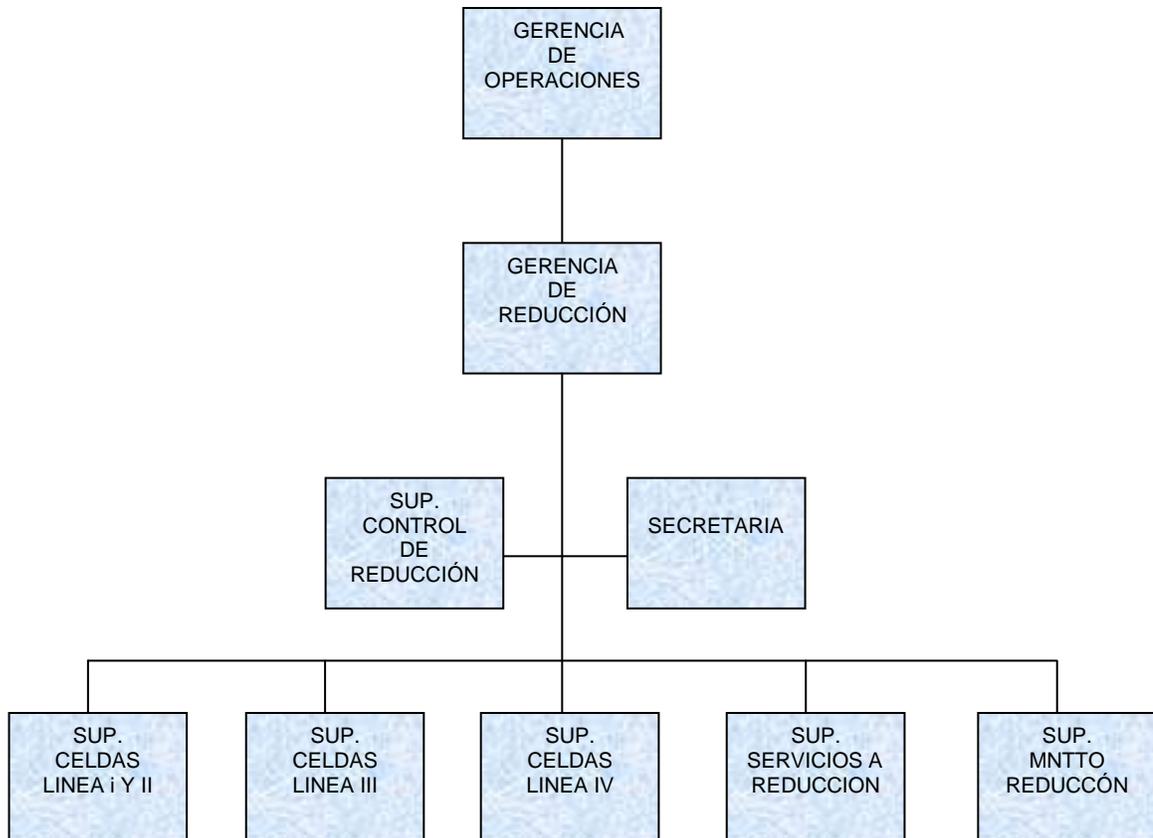


Figura 4. Organigrama de la Gerencia de Reducción.

2.11 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 objetivo 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 (Ver figura 5).

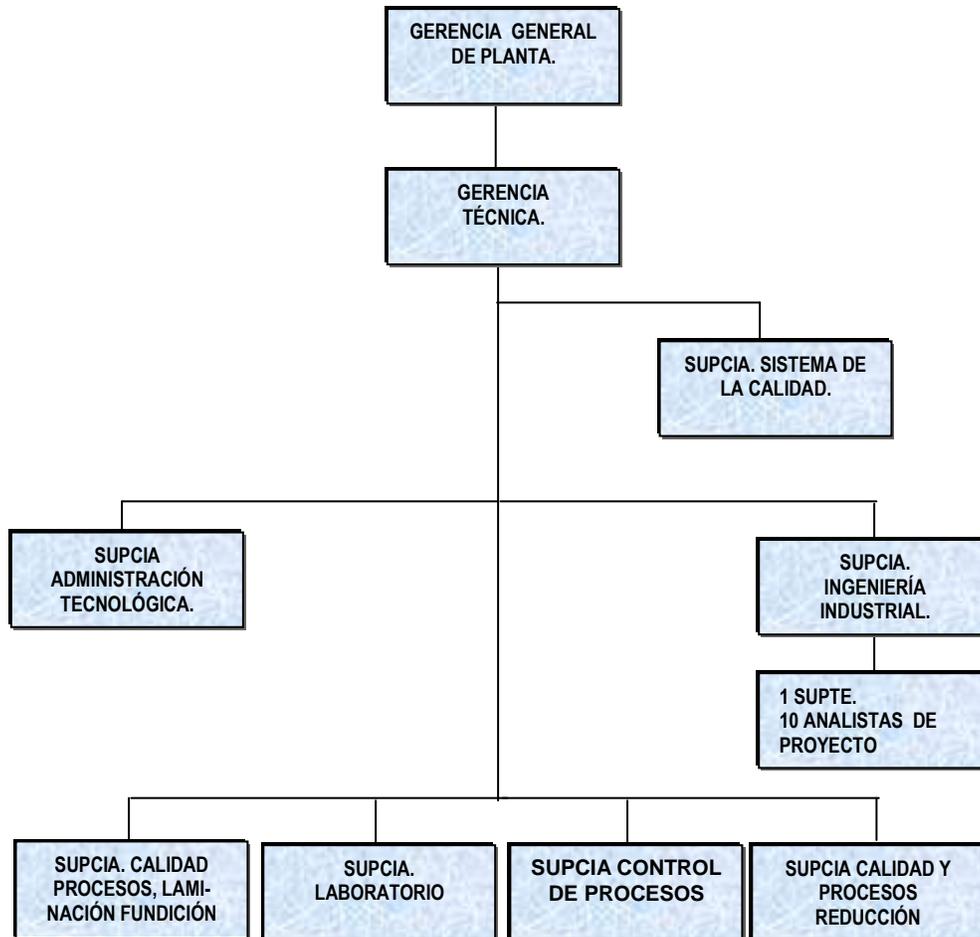


Figura 5. Organigrama de la Superintendencia de Ingeniería Industrial.

2.12 FUNCIONES DE LA SUPERINTENDENCIA INGENIERÍA INDUSTRIAL

- ⊕ Asegurar la asistencia técnica requerida para el diseño e implantación de métodos de trabajo y prácticas operativas, dirigidas al

funcionamiento constante y sostenido de la productividad, así como la eliminación de esfuerzos.

- ⊕ Asegurar la asistencia técnica para la determinación de las alternativas de inversión rentable, cónsona 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 y análisis de factibilidad que permitan determinar la realidad técnica y económica de los proyectos planteados, incluyendo objetivos, alcance, antecedentes, beneficios que se esperan y costos estimados de inversión.

2.13 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE ENVARILLADO III DE C.V.G ALCASA

2.13.1 Descripción General

La planta de envarillado esta conformada por 3 áreas:

Envarillado I

Envarillado II

Envarillado III.

La planta de Envarillado III, es la empleada para envarillar carbones de 1400x790x670 mm., requeridos para las líneas III, IV y para el futuro proyecto de ampliación de la fase VI de Reducción. Este tipo de carbones es de 3 orificios, sus instalaciones poseen capacidad para producir 28.800 ánodos o carbones al mes.

Las secciones de envarillados, se encargan de la unión de los cabos que vienen de las líneas de celdas de reducción, que son utilizados como electrolitos positivos, en la obtención de aluminio en las celdas, por electrólisis, con los bloques anódicos, que provienen de la Planta de Carbón de la empresa y en ocasiones éstos son suministrados por la empresa C.V.G. CARBONORCA.

2.13.2 Misión

Garantizar el suministro de ánodos envarillados a las líneas de Reducción de Aluminio III y IV de C.V.G ALCASA con los requerimientos de calidad y oportunidad a los mas bajos costos propuestos.

2.13.3 Visión.

Ser competitivo, actuando como agente del crecimiento sostenido de la producción de Aluminio en C.V.G. ALCASA, respetando el medio ambiente y el fortalecimiento ético, moral y profesional de nuestros trabajadores.

2.13.4 Materia Prima.

Para la elaboración de ánodos envarillados se utilizan:

⊕ **Barras metálicas:** Están constituidas por una barra de aluminio, con una porción de acero en la parte inferior, que se denomina Yugo. Las terminaciones de este último, se llaman muñones a través de los cuales se realiza la unión con el bloque de carbón. Estas barras metálicas provienen del almacén de materias primas y mayormente de los cabos, que son ánodos ya usados y desgastados en las celdas de reducción.

⊕ **Bloque de Carbón:** Son hechos de coque y otras aleaciones, en planta de carbón.

⊕ **Fundición Gris:** Es una fundición constituida por aleaciones, tales como: Silicio-Manganeso, Ferro-silicio, Ferro-fósforo, Grafito, Arrabio, Palanquillas y Chatarras, la cual, es reciclada de los mismos anillos formados por dicha fundición gris.

2.13.5 Aspectos Administrativos.

La Planta de Envarillado III, está adscrita a la Gerencia de Reducción de C.V.G ALCASA.

2.14 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALCASA.

En la producción del aluminio primario, la energía eléctrica es recibida por dos grandes subestaciones donde es convertida en corriente alterna a corriente continua, para su utilización directa en las celdas electrolíticas. La alúmina es extraída de la bauxita mediante el proceso Bayer, que consiste en someter con una solución de soda cáustica, a elevada presión y temperatura logrando separar el óxido de aluminio de otros elementos presentes en la bauxita (este proceso es realizado por la empresa BAUXILUM).

La alúmina es depositada en tolvas que alimentan a las Líneas de Reducción y estas a su vez alimentan a cada una de las celdas electrolíticas. Para producir el aluminio como producto semielaborado es necesario que la alúmina sufra un proceso de reducción, que consiste en descomponerla en aluminio y oxígeno, este proceso es llevado a cabo en dichas celdas electrolíticas. Cabe mencionar que cada celda está conformada por tres partes principales: el ánodo, el cátodo y el baño electrolítico.

El procedimiento en si para obtener aluminio es el siguiente: se cuenta con una fuente generadora de potencia que envía a la sala de celdas la corriente eléctrica a través de las barras distribuidoras, esta corriente pasa por los flexibles rumbo al puente para distribuirse a través de los ánodos para continuar por el baño que contiene a la alúmina disuelta en la criolita fundida, la cual se descompone en iones de aluminio y oxígeno.

Por efecto del paso de corriente del ánodo al cátodo, los iones de aluminio son reducidos a aluminio metálico, mientras que los iones de oxígeno se combinan con el carbón de los ánodos formando dióxido de carbono y monóxido de carbono.

La electricidad después de pasar por el baño sigue su camino a través del metal para finalmente salir por las barras, pasando luego a través de los flexibles rumbos a la barra distribuidora que lleva la electricidad a la celda siguiente.

2.15 ÁREAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO.

⊕ Muelle.

Está localizado a cinco (5) kilómetros de la planta, al margen derecho del Río Orinoco, allí se almacenan las diferentes materias primas para la producción de aluminio en las salas de almacenamientos con una capacidad de 74.000 toneladas. Las mismas se descargan a través de una correa transportadora a razón de 300 toneladas por hora. Por su facilidad de acceso al mar gracias a su ubicación, presenta inmensas ventajas para C.V.G. ALCASA, lo cual le permite producir aluminio a precios competitivos (Ver figura 6).



Figura 6. Muelle de C.V.G. ALCASA

⊕ Planta de Carbón

Construida para abastecer el consumo interno de sus cuatro líneas de reducción, la Planta de Carbón de C.V.G ALCASA con tecnología de

mezclado tipo batch, da inicio al proceso de producción de aluminio con la preparación de los ánodos (Ver figura 7), que representan el polo positivo en el proceso electrolítico.

Los ánodos están compuestos de coque de petróleo calcinado y brea de alquitrán que se combinan y compactan en una máquina vibradora a 145°C, para ser sometidos luego a un proceso de horneado. El ánodo cocido es llevado a la sección de envarillado y de allí a las celdas electrolíticas, dando inicio así al proceso de reducción.



Figura 7. Ánodo.

✦ Área 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 (Ver figura 8), 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 el crisol, para ser enviado a la Planta de Fundición.

C.V.G. ALCASA realiza su proceso de reducción por medio de celdas electrolíticas. El complejo operativo de reducción de C.V.G. ALCASA está conformado por cuatro (04) Líneas las cuales suman un total de 684 celdas de tecnología Reynolds: 228 del tipo "Niagara", modificadas a "Guayana", 180 tipo P-20 y 216 tipo P20S, siendo su capacidad nominal de 210.000 toneladas anuales.



Figura 8. Celda electrolítica

✦ Planta de Fundición

C.V.G. ALCASA tiene dos (2) plantas de fundición en operación, **Fundición I**; que recibe y procesa el metal producido en Celdas I (Líneas I y II de Reducción). **Fundición II**; que recibe y procesa el metal producido en Celdas II (línea III) Celdas III (Línea IV) de Reducción y fue planificada su ampliación para recibir y procesar el metal que producirá la futura Línea V de C.V.G. ALCASA. En estas se preparan las mezclas o aleaciones de los diferentes productos de aluminio de acuerdo a los programas de producción y requerimientos de los clientes.

El aluminio líquido proveniente de las celdas de reducción con 99.8% de pureza, es transferido en crisoles y luego trasladado hasta las Plantas de

Fundición (I y II) y vertido en los hornos de retención, hornos de fundición y a moldes de 454 Kg. Respectivamente. Una vez vertido el aluminio líquido en los hornos se le agregan los aleantes tales como ferro-silicio, titanio, magnesio, hierro y cobre a fin de preparar las distintas aleaciones y obtener productos con valor agregado.

El metal líquido en los hornos es agitado, escorificado y sometido a varias pruebas y controles de calidad antes de ser transferido a la unidad de colada respectiva. Durante la colada el aluminio líquido es vaciado en moldes enfriados por agua. El producto final es aluminio primario en forma de pailas, cilindros, planchones y lingotes, con excelente calidad y de acuerdo a las necesidades del cliente (Ver figura 9).



Figura 9. Colada

⊕ **Planta de Laminación**

En esta planta se realiza el proceso de laminación de planchones de aluminio de 457 mm de espesor, 4.394 mm de largo y entre 914 y 1320 mm de ancho, con un peso de 8 toneladas (Ver figura 10), donde se procede a desbastar dos caras del planchón a fin de darle una superficie lisa, libre de irregularidades; evitando así que la lámina pueda romperse o deteriorarse.

Una vez fresados los planchones, pasan al horno de precalentamiento Guinea, donde son calentados a una temperatura que varía según la aleación del planchón, pudiendo oscilar entre 500 °C y 600 °C. Allí permanecen durante ocho (8) horas, con el fin de precalentarlos y homogeneizarlos.

Completado su período de precalentamiento homogeneizado, los planchones son laminados en caliente en el laminador Clecim Cosim, para ser transformados en bobinas de 4,5 a 6 mm de espesor y con una longitud entre 200 y 350 metros aproximadamente (Ver figura 11), concluyendo el proceso de laminación en caliente, con el proceso de enfriamiento por 72 horas.

El proceso de laminación en frío, se inicia cuando las bobinas, son transportadas por la grúa, hasta el laminador Davy Mckee, para reducir su espesor hasta 0,23 mm, también pueden ser enviadas al horno de recocido donde se someten a ciertas temperaturas para acondicionar de nuevo el material, o al laminador United Bliss, por medio de montacargas, de acuerdo a la ruta de producción del material.

Por último, las bobinas pasan a la Línea de Acabado y Empaque, para posteriormente ser enviadas a los clientes, los cuales convertirán este insumo en relucientes y resistentes productos elaborados en Venezuela con el aluminio de C.V.G. ALCASA.



Figura 10. Planchones



Figura 11. Bobinas

⊕ Planta de Envarillado

En esta área se realiza el ensamblaje los ánodos o carbones que provienen de la Planta de Carbón, con el yugo o barra celda para luego ser trasladados a la Planta de Reducción. Además, también se realiza el acople de cátodos a su base para luego ser trasladados al área de reacondicionamiento de Celdas (Ver figura 12).



Figura 12. Ánodos envarillados

2.16 PRODUCTOS ELABORADOS POR LA EMPRESA

La producción de aluminio en C.V.G ALCASA se hace en forma de lingotes tipo estaca y tipo paila, cilindros para extrusión, planchones para laminación, bobinas, láminas, cintas y planchas. Algunos de los productos que se elaboran en la empresa se muestran a continuación (Ver figura 13).

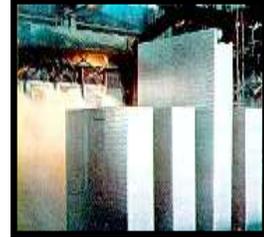
CILINDROS PARA EXTRUSIÓN



LINGOTES TIPO PAILA



PLANCHONES



BOBINAS



**LINGOTES TIPO
ESTACA**

Figura 13. Productos elaborados por la empresa C.V.G. ALCASA.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 PLAN DE MEJORAS.

Se constituye en un objetivo del proceso de mejora continua, y por tanto, en una de las principales fases a desarrollar dentro del mismo. Integra la decisión estratégica sobre cuales son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la organización, para que sean traducidos en un mejor servicio percibido. Dicho plan, además de servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas.

3.2 INDICADORES.

Los indicadores son elementos informativos del control de cómo funciona una actividad, pues hacen referencia a parámetros estables que sirven de magnitud de comprobación del funcionamiento de ésta. Son los elementos básicos de las técnicas de control de gestión. La utilidad y fiabilidad del control de gestión se vincula necesariamente a la utilidad y fiabilidad de los indicadores.

Para ser adecuados, los indicadores deben ser:

- ⊕ Accesibles (fáciles de identificar y recopilar)
- ⊕ Pertinentes (para los que deseamos medir).
- ⊕ Fieles (que informen con fidelidad de las condiciones de los datos que se recogen).
- ⊕ Objetivos (no ambiguos en su interpretación).
- ⊕ Precisos (para la acción que se quiere estimar).
- ⊕ Unívocos (parámetros exclusivos de lo que se mide).
- ⊕ Sensibles (que permitan recoger y estimar variaciones de aquellos que son referentes).

3.2.1 Clases de indicadores.

- **Indicadores de ejecución.**

Son los que aluden a resultados de la actividad. Pueden ser:

De economía: N° recursos empleados/disponibles

De eficiencia: Valoran los recursos empleados en relación a los resultados concretos obtenidos

De eficacia: Comparan los resultados obtenidos con los previstos

De efectividad: Valoran el resultado global concreto con el previsto.

- **Indicadores de proceso**

Aluden a los procesos intermedios de la actividad. Pueden ser:

Estratégicos: Informan de qué factores externos influyen en el proceso de actividad

De Estructura: Valoran los recursos disponibles y los necesarios.

De Proceso: Evalúan cómo se desarrollan las actividades intermedias del proceso de gestión

De Resultado: Miden los resultados finales del proceso

3.3 ESTUDIO DE MÉTODOS.

Es el registro, análisis y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea con la finalidad de tratar de desarrollar métodos más sencillos y eficaces.

3.4 MEDICIÓN DEL TRABAJO.

Es la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea en particular, fijando el tiempo en que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma o rendimiento pre-establecida.

3.5 DIAGRAMAS DE PROCESOS

Se definen los diagramas de procesos representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo, de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, identificándolo mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye toda la información que se considera útil para una mejor definición del estudio del trabajo elegido, y presenta los hechos que posteriormente se analizan, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Los diagramas de proceso persiguen:

- ⊕ Detallar el proceso, visualizar costos ocultos; y con el análisis se trata de eliminar las principales deficiencias en los procesos.
- ⊕ Lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipos y áreas de trabajo dentro de la planta.

Los diagramas de procesos representan uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero de métodos, ya que le permite tener a su

disposición medios que le ayudan a efectuar un mejor trabajo en el menor tiempo posible.

El Análisis del Proceso se realiza utilizando como herramientas básicas los diagramas de operaciones de procesos, de flujo de proceso, y diagramas de recorridos.

El Análisis del Proceso descompone el mismo en cinco actividades: OPERACIÓN, INSPECCIÓN, TRANSPORTE, ALMACENAJE Y DEMORA.

3.6 SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS.

⊕ Operación.

Una operación tiene lugar en un proceso, siempre que un objeto o material es cambiado en cualquiera de sus propiedades características, sean estas físicas o químicas; o cuando se prepara para cumplir con otra actividad; o cuando sale de una actividad precedente. También ocurre una operación cuando el trabajador lleva a cabo una actividad que representa un avance hacia el logro del objetivo del trabajo. Algunos ejemplos serían: alterar la forma el tamaño o el estado de un objeto, reacciones químicas entre distintas sustancias, arreglar, disponer, armar o desarmar conjunto de partes, aplicar esfuerzos físicos y/o mental en forma descriptible al realizar un trabajo.

Los resultados predominantes de una operaron son el avance, el adelanto del proceso, cambios en el material, logros hacia el trabajo encomendado. La operación se representa por el siguiente símbolo:



⊕ **Transporte.**

Ocurre un transporte, cuando se realizan movimientos del material o del trabajador desde el área inmediata de la actividad precedente. El transporte puede realizarse por medios humanos y mecánicos. Ejemplos típicos serían: traslado de partes, materiales, componentes, piezas o productos utilizando grúa, carretilla, montacargas, camión o simplemente llevándolo manualmente. Asimismo, son ejemplos de transportes, el flujo de sustancia a través de una tubería o un trabajador desplazándose de un punto a otro en la ejecución de un trabajo.

Los resultados predominantes de un transporte son el traslado, movimiento o cambio de posición hasta otro punto, bien sea del trabajador o de las piezas, o materiales. El transporte se representa por el siguiente símbolo:

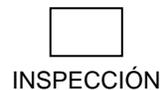


⊕ **Inspección.**

Ocurre una inspección cuando se verifican, chequean o revisan una o más propiedades o características de un objeto o material. Del mismo modo un operador realiza una inspección cuando compara lo obtenido contra lo que debió obtener de acuerdo a las especificaciones del elemento, parte, componente o producto. Ejemplos de inspección serían: la verificación de la cantidad de un producto, elemento, parte, pieza o componentes mediante contaje, medición, pesada u otro procedimiento de verificación de la cantidad de un producto, elemento, parte, pieza o componente, mediante ensayos, pruebas u otros medios que permitan comparar con un determinado patrón.

Es importante reconocer actividades que superficialmente podrían considerarse como inspecciones, pero que en realidad son operaciones. Cuando ocurre una inspección, debe cumplirse la verificación de una o más condiciones del material o de la labor realizada, las cuales se comparan con un determinado estándar o patrón. Si hay discrepancias, se procede a rechazar la labor o aplicar algún tipo de reprocesamiento de la pieza o trabajo, hasta que cumpla con las especificaciones del estándar.

Los resultados predominantes de la inspección son la verificación, el chequeo, la revisión o examen respecto a calidad o cantidad. La inspección se representa por el siguiente símbolo:



⊕ **Demora.**

Ocurre una demora cuando las condiciones del proceso impiden la realización de la actividad subsiguiente. Se aplica para representar las distintas interrupciones, interferencias o retrasos que ocurren en el curso normal del trabajo. Algunos ejemplos serían: detención del flujo de materiales en un proceso, espera de un documento por la firmas autorizadas correspondientes; espera de un trabajador por falta de elementos de trabajo, cuellos de botella en el proceso.

Los resultados predominantes de una demora se traducen en retrasos o interferencias en le proceso productivo. La demora se representa por el siguiente símbolo:



⊕ Almacenaje.

Ocurre un almacenaje, cuando el material, pieza o producto es retenido en un área determinada, de la cual no puede ser liberado sin autorización expresa. El almacenaje se representa por el siguiente símbolo:



3.7 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.

Se puede definir como la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tiene lugar durante un proceso y comprende información considerada necesaria para el análisis como son: tiempo, distancia recorrida y cantidades.

Las actividades del proceso pueden referirse al material o al operario.

Los diagramas de análisis del proceso tratan concretamente de los procesos, inspecciones y movimientos a que son sometidos los materiales.

El diagrama de flujo del proceso, representa los elementos debidamente numerados, empezando por la pieza principal ubicada al extremo derecho del diagrama. Cada símbolo se numera con su propia serie.

Al lado derecho del símbolo se escribe una breve descripción del contenido del mismo. A la izquierda del símbolo se anota el tiempo requerido para llevar a cabo el elemento.

3.7.1 Finalidad del diagrama de flujo de procesos.

- ⊕ Proporcionar una imagen clara en toda la secuencia de los acontecimientos en el proceso.
- ⊕ Estudiar las fases del proceso en forma sistemática.
- ⊕ Mejorar la disposición de locales y el manejo de materiales.
- ⊕ Disminuir demoras.
- ⊕ Comparar dos métodos.
- ⊕ Estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo.

3.8 DIAGRAMA DE RECORRIDO.

Consiste en representar gráficamente hechos, situaciones, la secuencia de rutinas simples, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos. También se puede decir que es un diagrama que expresa gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc.

Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y responsables de su ejecución. Según Chiavenato (1.993); el Flujograma o Diagrama de Flujo, es una gráfica que representa el flujo o la secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución.

3.8.1 Importancia del diagrama de recorrido.

Es importante ya que ayuda a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este. En la actualidad son considerados en la mayoría de las empresas o departamentos de sistemas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema.

Permite la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo está equilibrada, o sea, está distribuida en las personas, sin sobrecargo para algunas, mientras otros trabajan con mucha holgura.

Ayudan en la definición, formulación, análisis y solución del problema. El diagrama ayuda al analista a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidas, le ayudará a analizar esas etapas con el fin de tanto mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración.

3.8.2 Objetivos del diagrama de recorrido

El objetivo fundamental diagrama de recorrido es indicar el flujo de todo el trabajo de un departamento y de toda la empresa u organización, si se quiere elaborando uno para cada actividad y otro para cada persona, de manera que muestre las interrelaciones, procedimientos entre los diferentes departamentos, secciones y personas, considerados en las mayorías de las empresas o departamentos de sistemas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier de métodos y sistemas, es importante que se elabore de forma secuencial y cronológica, ya que así se evita la inconsistencia al momento de transmitir el mensaje.

3.9 MANEJO DE MATERIALES.

El manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta. El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales. Pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado. Aspecto importante de la planificación, control y logística por cuanto abarca el manejo físico, el transporte, el almacenaje y localización de los materiales.

3.9.1 Riesgos de un manejo ineficiente de materiales

⊕ Sobrestadía.

La sobrestadía es una cantidad de pago exigido por una demora, esta sobrestadía es aplicada a las compañías si no cargan o descargan sus productos dentro de un periodo de tiempo determinado.

⊕ **Desperdicio de tiempo de máquina.**

Una máquina gana dinero cuando está produciendo, no cuando está ociosa, si una máquina se mantiene ociosa debido a la falta de productos y suministros, habrá una ineficiencia es decir no se cumple el objetivo en un tiempo predeterminado. Cuando trabajen los empleados producirán dinero y si cumplen el objetivo fijado en el tiempo predeterminado dejarán de ser ineficientes.

⊕ **Lento movimiento de los materiales por la planta.**

Si los materiales que se encuentran en la empresa se mueven con lentitud, o si se encuentran provisionalmente almacenados durante mucho tiempo, pueden acumularse inventarios excesivos y esto nos lleva a un lento movimiento de materiales por la planta.

⊕ **Un mal manejo de materiales puede dislocar seriamente los programas de producción.**

En los sistemas de producción en masa, si en una parte de la línea de montaje le faltaran materiales, se detiene toda la línea de producción del mal manejo de los materiales que nos lleva a entorpecer la producción de la línea así que el objetivo fijado no se llegue a cumplir por el manejo incorrecto de los materiales.

Desde el punto de vista de las relaciones con los trabajadores se deben de eliminar las situaciones de peligro para el trabajador a través de un buen manejo de materiales, la seguridad del empleado debe de ser lo más importante para la empresa ya que ellos deben de sentir un ambiente laboral

tranquilo, seguro y confiable libre de todo peligro. Puesto que si no hay seguridad en la empresa los trabajadores se arriesgarían por cada operación a realizar y un mal manejo de materiales hasta podría causar la muerte.

3.9.2 Dispositivos para el manejo de materiales.

El número de dispositivos para el manejo de materiales de que actualmente se dispone es demasiado grande, por lo que se describirán brevemente sólo algunos de ellos:

⊕ Grúas.

Manejan el material en el aire, arriba del nivel del suelo, a fin de dejar libre el piso para otros dispositivos de manejo que sean importantes. Los objetos pesados y problemáticos son candidatos lógicos para el movimiento en el aire. La principal ventaja de usar grúas se encuentra en el hecho de que no requieren de espacio en el piso.

⊕ Transportadores.

Es un aparato relativamente fijo diseñado para mover materiales, pueden tener la forma de bandas móviles: rodillos operados externamente o por medio de gravedad o los productos utilizados para el flujo de líquidos, gases o material en polvo a presión: Los productos por lo general no interfieren en la producción, ya que se colocan en el interior de las paredes, o debajo del piso o en tendido aéreo.

Los transportadores tienen varias características que afectan sus aplicaciones en la industria. Son independientes de los trabajadores, es decir, se pueden colocar entre máquinas o entre edificios y el material colocado en un extremo llegará al otro sin intervención humana.

Los transportadores proporcionan un método para el manejo de materiales mediante en cual los materiales no se extravían con facilidad. Se pueden usar los transportadores para fijar el ritmo de trabajo siguen rutas fijas. Esto limita su flexibilidad y los hace adecuados para la producción en masa o en procesos de flujo continuo.

⊕ **Carros.**

La mecanización ha tenido un enorme impacto de materiales en años recientes. Entre los que se incluyen vehículos operados manualmente o con motor. Los carros operados en forma manual, las plataformas y los camiones de volteo son adecuados para cargas ligeras, viajes cortos y lugares pequeños. Para mover objetos pesados y voluminosos, se utilizan entre los tractores. La seguridad, la visibilidad y el espacio de maniobra son las principales limitaciones.

Se desarrollaron máquinas para mover material en formas y bajo condiciones nunca antes posibles. El desarrollo repentino hizo que las instalaciones existentes se volvieran casi incompetentes de la noche a la mañana. En la prisa por ponerse al día, se desarrollaron métodos más novedosos. Por supuesto, algunas industrias aun tienen que actualizarse, pero el problema actual más grande es como utilizar mejor el equipo moderno y coordinar su potencial en forma más eficiente con las necesidades de producción.

⊕ **Montacargas.**

Es un vehículo móvil, motorizado utilizado para acarrear, empujar, remolcar izar o apilar materiales. Existen doce (12) tipos diferentes de montacargas y ciertos tipos están designados como aptos para operar con seguridad en diferentes ambientes (por ejemplo: atmósferas inflamables, ambientes polvorientos, etc.).

Los montacargas son una parte muy importante del manejo de materiales en muchas industrias. También son una fuente de accidentes serios. Todo el personal que opere montacargas debe estar entrenado y certificado en su operación segura cada tres años. El entrenamiento incluye instrucción en clase y operación del vehículo.

⊕ **Tractores.**

Son máquinas que convierten la energía de tracción. Su principal objeto es el jalar o empujar cargas, aunque a veces, pueden utilizarse para otros fines. Son máquinas útiles, eficaces y, generalmente, indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras. Se clasifican, tanto por su rodamiento como por su potencia en el valor.

3.10 ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

3.10.1 Objetivos del Estudio de Tiempos

- ⊕ Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
- ⊕ Conservar los recursos y minimizar los costos.
- ⊕ Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de la energía.
- ⊕ Proporcionar un producto que sea cada vez más confiable y de alta calidad.

3.10.2 Elementos y preparación para el Estudio de tiempos.

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

3.10.2.1 Selección de la operación.

Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- ⊕ El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.
- ⊕ La posibilidad de ahorro que se espera en la operación.
- ⊕ Según necesidades específicas.

3.10.2.2 Selección del operador.

Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos:

- ⊕ Habilidad
- ⊕ Deseo de cooperación
- ⊕ Temperamento
- ⊕ Experiencia

3.10.2.3 Actitud frente al trabajador.

- ⊕ El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador
- ⊕ El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos

- ⊕ No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- ⊕ Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- ⊕ El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.
- ⊕ Análisis de comprobación del método de trabajo. Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada.

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica.

En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidotes, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo.

La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y

disminuye la supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos.

3.10.3 Ejecución del Estudio de Tiempos.

Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos.

La información se puede agrupar como sigue:

- ⊕ Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- ⊕ Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina
- ⊕ Información que permita identificar al operario
- ⊕ Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

⊕ **Objeto de la operación.**

Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.

⊕ **Diseño de la pieza.**

El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del **cliente**. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.

⊕ **Tolerancias y eficiencias.**

Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demandada de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas.

Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.

⊕ **Material.**

Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante.

Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.

⊕ **Proceso de manufactura.**

Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes.

⊕ **Preparación de herramientas y patrones.**

La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse.

En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorrotea sobre un gran número de unidades.

En trabajos e alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada.

⊕ **Condiciones de trabajo.**

Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario.

Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.

⊕ **Manejo de materiales.**

La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por

razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.

⊕ **Distribución de maquinaria y equipo.**

Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.

3.10.4 Equipo necesario para el estudio de tiempos.

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o por su conveniencia equipo de computo. Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

3.10.4.1 Cronómetros.

a) El cronómetro decimal de minutos (de 0.01).

Tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto (Ver figura 14).



Figura 14. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)

b) El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min,

Es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.

En la figura 15 se ilustra una adaptación especial de cronómetro decimal de minutos cuyo uso juzgan conveniente muchos de los analistas de tiempos. Las manecillas largas dan una vuelta completa en 0.01 de minuto. El cuadrante pequeño está graduado en minutos y una vuelta completa de su aguja marca 30 min.



Figura 15. Cronómetro decimal de minutos de doble acción.

Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior.

El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

c) Cronómetro decimal de hora

Tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min o sea 0.30 de hora (Ver figura 16). En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.



Figura 16. Cronómetro decimal de hora

3.10.5 Técnicas de cronometrado.

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

En la técnica de **regreso vuelta 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.

3.10.5.1 Lecturas de regreso vuelta a cero.

Esta técnica ("snapback") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento. Además los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Los propugnadores del método de regresos

a cero exponen también el hecho de que con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del número de ciclos a estudiar. En realidad, es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña.

Ventajas.

- ⊕ Los valores se leen directamente por lo que no hay que estar perdiendo tiempo haciendo subtracciones.
- ⊕ Los elementos que son realizados sin seguir el orden normal, pueden registrarse fácilmente sin requerir de anotaciones específicas.
- ⊕ No es necesario registrar las demoras.

Desventajas

- ⊕ Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
- ⊕ 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.
- ⊕ No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

3.10.5.2 Lecturas continuas.

Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus

representantes. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min, y de elementos de 0.02 min cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min o más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres elementos cortos, anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

3.11 TIEMPO ESTÁNDAR.

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.

3.11.1 Aplicaciones del Tiempo Estándar.

- ⊕ Para determinar el salario devengable 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.

3.11.2 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, esto es, 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.

3.11.3 Cálculo del Tiempo Estándar.

El tiempo estándar se obtiene corrigiendo el tiempo normal con los suplementos o concesiones de tiempo en forma porcentual. Su cálculo se efectúa según la siguiente fórmula:

$$TE = TN \times \frac{100}{100 - \text{Concesiones}(\%)}$$

3.12 TIEMPO NORMAL.

Es el tiempo elegido o el tiempo activo de trabajo del operador corregido con el factor de valoración o la calificación de velocidad. El tiempo normal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TN = TPS \times CV$$

Donde:

T PS= Tiempo promedio seleccionado.

CV = Calificación de velocidad.

3.13 NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR.

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

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

3.13.1 Método General Electric.

La General Electric Co, estableció una tabla que se puede apreciar en el (anexo N° 1) como guía para determinar el número de ciclos que deben observarse al realizar un estudio de tiempos.

La medida de la muestra de las observaciones debe estar razonablemente cerca de la media de la población. Por consiguiente, el analista debe tomar suficientes lecturas de manera que cuando registre sus valores obtenga una distribución de valores con una dispersión similar a la de la población.

3.13.2 Método Estadístico.

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (X) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la medida de la población μ . La variable de x con respecto a la medida de población μ es igual a σ^2 / n donde n es el tamaño de la muestra y σ^2 la varianza de la población. Puede calcularse mediante las ecuaciones (1) o bien mediante la ecuación (2)

(1) Número de observaciones requeridas:

$$n_i = \left(\frac{ZS_i}{EX_{ij}} \right)^2 \quad \text{donde:} \quad S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (X_{ij})^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^m (X_{ij}) \right)^2}{m}}{m-1}}$$

Si = Desviación estándar de la serie de desviaciones para el elemento de trabajo i

M = Número de observaciones preliminares realizadas

Xij = Tiempo registrado para cada elemento de trabajo i, en observación j

Ni = Número de observaciones

Z = Calificación Z correspondiente al nivel deseado de confiabilidad

E = Error permisible (5%)

$$Z = \frac{1 - \alpha}{2}$$

(2) Número de observaciones requeridas:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Donde:

- N'' = Número de observaciones requeridas
- K/S = Factor de confianza – precisión = 20
- X = Tiempos elementales representativos
- E = Errores posibles
- N = Observaciones iniciales

3.14 FACTOR DE VALORACIÓN.

Dado que la habilidad, esfuerzo y consistencia de cada persona al desarrollar un trabajo es inherente a él mismo, es lógico pensar que la productividad de cada uno también será diferente. Si a esto se le agregan condiciones de trabajo no iguales, entonces los resultados de producción obtenidos serán variables. Así pues, el tiempo cronometrado para un elemento cualquiera tendrá diferencias si diferentes son los operadores que lo hacen, lo cual no nos permitiría encontrar un tiempo estándar.

Existen actualmente muchas formas de calificar la actuación del operario, entre ellas se pueden mencionar:

- ⊕ Calificación según habilidad y esfuerzo.

- ⊕ Sistema Westinghouse de calificación.
- ⊕ Calificación Sintética.

- ⊕ Calificación Objetiva.
- ⊕ Calificación por medio de películas.

Los sistemas para efectuar la calificación de velocidad se ven influenciados por muchos factores cualitativos que hacen algo subjetivo esta evaluación; por lo cual se necesita un entrenamiento de los analistas para que logren calificar la actuación de la manera más exacta posible.

3.15 SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE (CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN).

La calificación de la actuación es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, ésta, es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. Uno de los sistemas de calificación más, antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Company, en donde se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

a) Habilidad

Se define como “pericia en seguir un método dado”, el cual se determina por la experiencia y aptitudes del operario, así como su coordinación.

b) Esfuerzo o empeño

Se define como “una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. Este es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.

c) Condiciones

Se enfoca al procedimiento de calificación que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

d) Consistencia

Se refiere a las actitudes del operario con relación a su tarea. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta.

Para calificar la actuación de acuerdo al sistema Westinghouse se puede apreciar en el (anexo N° 2) los porcentajes relacionados con la calificación de la actuación, en donde el buen juicio del analista es el punto más importante para calificar de acuerdo a este método.

3.16 DETERMINACIÓN DE TOLERANCIAS.

Después de haber calculado el tiempo normal (tiempo elemental * calificación de la actuación), llamado muchas veces el tiempo “calificado”, hay que dar un paso más para llegar al verdadero tiempo estándar. Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga inherente a todo trabajo.

En general hay que aplicar, las tolerancias, en tres áreas generales. Estas son: retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables.

3.16.1 Necesidades Personales.

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños.

3.16.2 Fatiga.

Ya sea física o mental, la fatiga tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Son bien conocidos los factores más importantes que afectan la fatiga. Algunos de ellos son:

3.16.2.1 Condiciones de trabajo.

- a) Luz
- b) Temperatura
- c) Humedad
- d) Frescura del aire
- e) Color del cuarto y alrededores
- f) Ruido

3.16.2.2 Repetición del trabajo.

- ⊕ Monotonía de movimientos semejantes del cuerpo.
- ⊕ Cansancio muscular debido al esfuerzo de algunos músculos.

3.16.2.3 Salud general del trabajador, física y mental.

- ⊕ Estatura física.

- ⊕ Dieta.
- ⊕ Descanso.
- ⊕ Estabilidad emotiva.
- ⊕ Condiciones familiares.

Ya que la fatiga no puede eliminarse, hay que fijar tolerancias adecuadas a las condiciones de trabajo y a la monótona repetición en el mismo, que tanta influencia tienen en el grado de fatiga. Ha sido demostrada, por medio de experimentos, que la fatiga debe trazarse como una curva y no como una recta.

La Oficina Internacional del Trabajo (OIT) ha tabulado el efecto de las condiciones de trabajo, a fin de llegar a un factor de tolerancias por necesidades personales y fatiga. Al aplicarse esta tabla, el analista debe determinar un valor de tolerancia por cada elemento del estudio.

3.16.3 Retrasos

3.16.3.1 Retrasos Inevitables.

Es aplicable únicamente a elementos de esfuerzo físico, e incluye hechos como: interrupciones de parte del capataz, del despachador, del analista de tiempos, irregularidades en los materiales, dificultades en el mantenimiento de tolerancias y especificaciones, interrupciones por interferencia en donde se asignan trabajos en máquinas múltiples.

3.16.3.2 Retrasos Evitables.

Incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, prestar ayuda a paros de máquinas sin ser llamados y tiempo ocioso que no sea para descansar de

la fatiga. No es costumbre el incorporar alguna tolerancia por estos retrasos. Estos retrasos se llevan a cabo por el operario a costa de su productividad.

Limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina: este debe ser clasificado como retraso inevitable.

3.17 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS.

Las herramientas estadísticas pueden ser descritas genéricamente como "métodos para la mejora continua y la solución de problemas". Consisten en técnicas gráficas que ayudan a comprender los procesos de trabajo de las organizaciones para promover su mejoramiento.

El éxito de estas técnicas radica en la capacidad que han demostrado para ser aplicadas en un amplio conjunto de problemas, desde el control de calidad hasta las áreas de producción, marketing y administración. Las organizaciones de servicios también son susceptibles de aplicarlas, aunque su uso comenzara en el ámbito industrial.

Estas técnicas pueden ser manejadas por personas con una formación media, lo que ha hecho que sean la base de las estrategias de resolución de problemas en los círculos de calidad, y en general en los equipos de trabajo conformados para acometer mejoras en actividades y procesos.

3.18 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa.

3.18.1 Cómo interpretar un diagrama de causa-efecto.

El diagrama causa-efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos podemos probar las causas de los fenómenos observables. Errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación a efectuar es de tipo **Descriptivo – Evaluativo**.

Se considera que es un estudio **Descriptivo** debido a que permite describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza del sistema de traslado que actualmente se emplea para el suministro de ánodos a las líneas de celdas y cabos a la planta de Envarillado. Según Selltiz (1974), “ Las investigaciones descriptivas son aquellos estudios cuyo objetivo es la descripción con mayor precisión de las características de un determinado individuo, situación o grupo con o sin especificaciones de hipótesis iniciales acerca de la naturaleza de tales características.

Seguidamente es de tipo **Evaluativo** ya que se calcularon tiempos de traslados y demoras en el sistema actual, a fin de verificar a que se deben las irregularidades.

La investigación también es de tipo **Aplicado**, ya que mediante la evaluación del sistema actual de traslado de ánodos y cabos, se propusieron mejoras que contribuyan a una mejor eficiencia del mismo.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta investigación es un estudio no experimental de campo donde gran parte de la información fue recabada a través de la observación directa, y entrevistas no estructuradas, elaboradas al personal que labora en las diferentes estaciones de trabajo del sistema, así como a los operadores de los equipos móviles. Según Hernández (2003). “Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos, tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos” y, en este caso proponer soluciones”. Según Sabino (1998). “La investigación de campo son los que se refieren a los métodos cuando los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad mediante el trabajo concreto del investigador y sus equipos”.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población objeto para este estudio, estuvo constituida por todas las áreas de producción y suministro de ánodos y cabos de la empresa C.V.G ALCASA. Según Selltiz (1974): “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

La muestra estuvo representada por todas las estaciones involucradas en el manejo de ánodos y el cabos, comprendidas por : la zona de carga y descarga de envarillado III, línea III y línea IV, galpón de enfriamiento, y estación de baños II de C.V.G ALCASA. Según Hernández (1998), “La muestra es en esencia un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

4.4 TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

4.4.1 Observación directa.

Esta técnica permitió conocer el lugar de trabajo y el personal que allí labora; mediante visitas a las diferentes estaciones de trabajo. Con esta técnica también se pudo tener una visión más amplia de todos los acontecimientos que podrían surgir en cada una de las estaciones así como información explícita de situaciones determinadas.

4.4.2 Entrevistas.

El tipo de entrevista aplicada fue no estructurada, realizadas al personal que labora en las diferentes estaciones así como a, los operadores de los equipos móviles, de forma que puedan suministrar toda la información acerca de cómo se lleva a cabo el traslado y todas aquellas operaciones en las que se puedan generar demoras.

4.4.3 Consultas bibliográficas.

Permitieron obtener toda la información teórica necesaria para la realización de esta investigación.

4.5 MATERIALES.

- ⊕ Tabla de anotaciones, lápiz, borrador y papel, necesarias tanto en las entrevistas como en la elaboración de los borradores.

- ⊕ Equipos de protección personal, para realizar las visitas a las diferentes áreas de trabajo: chaqueta, casco, protector respiratorio, pantalones y botas de seguridad.
- ⊕ Cronómetro, con el cual se tomarán los tiempos necesarios para desarrollar la investigación.
- ⊕ Cámara fotográfica digital.
- ⊕ Computador IBM, empleado en la transcripción del anteproyecto, avances y el proyecto final de trabajo.
- ⊕ Disco extraíble, para almacenar toda la información concerniente al estudio realizado.

4.6 PROCEDIMIENTO.

Para la elaboración de este trabajo fue necesario describir un procedimiento integrado por una serie de tareas relacionadas secuencialmente, cuya agrupación en etapas permitió desarrollar con eficiencia dicho informe, las cuales se mencionan a continuación:

1. Revisión de la documentación existente referente al tema de interés necesario para el estudio.
2. Visitas y recorrido a las diferentes estaciones que integran el sistema de traslado ánodo-cabo.
3. Seguimiento a los operarios de equipos móviles mediante la técnica de observación directa.

4. Realización de entrevistas no estructuradas a las diferentes personas vinculadas en todo el sistema de traslado para obtener información de cada una de las operaciones desarrolladas.
5. Elaboración de un estudio de tiempo por cronómetro mediante el método vuelta a cero, a cada una de las operaciones llevadas a cabo en las distintas estaciones.
6. Elaboración de flujogramas y diagramas de recorrido que facilitaron el estudio del flujo de ánodos y cabos en el sistema.
7. Elaboración de una base de datos en el programa EXCEL que permitió determinar la capacidad de producción en cada estación, así como la cantidad de unidades que se pueden procesar en cada una de ellas.
8. Identificación de las causas esenciales que originan el retraso en la llegada de varillas a las Líneas de celdas a través de un diagrama causa –efecto.
9. Diseño de un Plan de Mejoras, cuya aplicación permita detectar las irregularidades del sistema de modo que se puedan corregir y de esta forma aumentar la productividad de la empresa.
10. Análisis de la información recabada.
11. Elaboración del informe de trabajo de investigación.

CAPÍTULO V.

SITUACIÓN ACTUAL.

5.1 DESCRIPCIÓN DEL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS ENTRE EL ÁREA DE ENVARILLADO III Y LAS LÍNEAS III Y IV.

1) El proceso comienza cuando el carbón 1400 M (llamado ánodo) que es el empleado en las Líneas III y IV, llega a Envarillado III proveniente en un 64% de la Planta de Carbón de C.V.G ALCASA y en un 36% de la Empresa CARBONORCA. Aquí se lleva a cabo el proceso de ensamblaje, el cual consiste en unir el ánodo a una varilla mediante el vaciado de la fundición gris o colada la cual es preparada con una variedad de materiales, según sus especificaciones físicas y composición química tales como: arrabio, chatarra ferrosa (guardacabos, barras catódicas y muñones), grafito, ferro silicio, ferro fósforo y silicio manganeso.

Los ánodos envarillados salen desde la zona de carga y descarga de Envarillado III, estos son tomados desde el transportador aéreo de dos a la vez y colocados en carretas por medio de montacargas, dichas carretas están compuestas por tres vagones y en cada una de ellas van colocadas dos estibas en las cuales se cargan dos ánodos, dando un total de 12 ánodos por traslado, para luego ser transportadas por tractores hasta las Líneas III y IV de la empresa.

2) Los ánodos envarillados son depositados en los pasillos de las líneas de celdas, siendo descargados por montacargas y permanecen allí hasta que se requieran en las celdas para el proceso electrolítico.

3) A medida que se van descargando los ánodos envarillados, se van cargando los cabos calientes, estos son extraídos de las celdas luego de haber cumplido su vida útil mediante una grúa y son colocados en los pasillos, de donde posteriormente son tomados por montacargas para depositarlos en las carretas.

4) Las carretas son transportadas mediante tractores al Galpón de enfriamiento, aquí son depositados los cabos calientes descargados por montacargas hasta que se enfrían totalmente.

5) Los cabos fríos son cargados por montacargas a la carreta, para luego ser trasladados hasta la zona de descarga de Estación de Baño II, donde por medio del sistema de transportador aéreo son descargados para su posterior limpieza, la cual consiste en extraer todo el baño electrolítico que se les ha adherido en el proceso de reducción.

6) Luego que el cabo es limpiado en Estación de Baño II, es descendido del transportador aéreo a las carretas, para finalmente ser transportado por un tractor hasta la zona de carga y descarga de envarillado III.

En los diagramas de flujo de procesos (Ver figuras 17 y 18) se pueden apreciar las actividades realizadas en cada una de las áreas con sus respectivos tiempos.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Comienza: Descarga de cabos

Finaliza: Traslado de cabos

Metodo:	Actual <input type="checkbox"/>	Propuesto <input type="checkbox"/>
seguimiento a:	Material <input type="checkbox"/>	Oparario <input type="checkbox"/>
Realizado por:		
Aprobado por:		

Resumen		
Actividad	Total	
	Cantidad	Tiempo
Operación	○ 6	9,06
Transporte	⇨ 8	39,53
Espera	D 1	1,02
Inspección	□ 1	1,25
Almacenamiento	▽ 1	
Total elementos	17	50,86

EVENTO	SIMBOLO	TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (METRO)	OBSERVACIONES
Descarga de cabos Envarillado III	○ □ ⇨ D ▽	1,27	-	Montacargas
Limpiar estiba	○ □ ⇨ D ▽	1,02	-	Manual
Carga de ánodos Envarillado III	○ □ ⇨ D ▽	1,70	-	Montacargas
A Linea III E2-F2	○ □ ⇨ D ▽	6,15	14,40	Tractor
A Linea III E1-F1	○ □ ⇨ D ▽	8,85	34,61	Tractor
A Linea III Centro	○ □ ⇨ D ▽	7,22	7,22	Tractor
Descarga de ánodos	○ □ ⇨ D ▽	2,09	-	Montacargas
Carga de Cabos	○ □ ⇨ D ▽	2,05	-	Montacargas
Traslado de cabos E2-F2 al Galpón de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	2,96	8,21	Tractor
Traslado de cabos E1-F1 al Galpón de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	3,84	9,70	Tractor
Traslado de cabos Centro al Galpón de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	2,03	3,40	Tractor
Descarga de cabos calientes Gálpon de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	0,97	-	Montacargas
Almacenados cabos calientes	○ □ ⇨ D ▽	-	-	Galpón de Enfriamiento
Verficar cabos fríos	○ □ ⇨ D ▽	1,25		-
Carga de cabos fríos	○ □ ⇨ D ▽	0,98	-	Montacargas
A Estación de Baños	○ □ ⇨ D ▽	2,27	6,84	Tractor
A Envarillado III	○ □ ⇨ D ▽	6,21	25,82	Tractor

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Comienza: Descarga de cabos

Finaliza: Traslado de cabos

Metodo:	Actual	<input type="checkbox"/>	Propuesto	<input type="checkbox"/>
seguimiento a:	Material	<input type="checkbox"/>	Oparario	<input type="checkbox"/>
Realizado por:				
Aprobado por:				

Resumen		
Actividad	Total	
	Cantidad	Tiempo
Operación	○ 6	9,06
Transporte	⇨ 8	42,04
Espera	D 1	1,02
Inspección	□ 1	1,25
Almacenamiento	▽ 1	
Total elementos	17	53,37

EVENTO	SIMBOLO	TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (METRO)	OBSERVACIONES
Desacarga de cabos Envarillado III	○ □ ⇨ D ▽	1,27	-	Montacargas
Limpiar estiba	○ □ ⇨ D ▽	1,02	-	Manual
Carga de ánodos Envarillado III	○ □ ⇨ D ▽	1,70	-	Montacargas
A Linea IV G2-H2	○ □ ⇨ D ▽	4,66	8,44	Tractor
A Linea IV G1-H1	○ □ ⇨ D ▽	7,83	28,44	Tractor
A Linea IV Centro	○ □ ⇨ D ▽	6,23	21,07	Tractor
Descarga de ánodos	○ □ ⇨ D ▽	2,09	-	Montacargas
Carga de Cabos	○ □ ⇨ D ▽	2,05	-	Montacargas
De G2-H2 al Galpón de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	3,54	11,32	Tractor
De G1-H1 al Galpón de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	6,68	1,92	Tractor
Del Centro al Galpón de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	4,62	14,75	Tractor
Descarga de cabos calientes Galpón de Enfriamiento	○ □ ⇨ D ▽	0,97	-	Montacargas
Almacenados cabos calientes	○ □ ⇨ D ▽	-	-	Galpón de Enfriamiento
Verificar cabos fríos	○ □ ⇨ D ▽	1,25	-	-
Carga de cabos fríos	○ □ ⇨ D ▽	0,98	-	Montacargas
A Estación de Baños	○ □ ⇨ D ▽	2,27	6,84	Tractor
A Envarillado III	○ □ ⇨ D ▽	6,21	25,82	Tractor

5.2 CONDICIONES DE LAS ÁREAS INVOLUCRADAS EN EL SISTEMA DE TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS.

El ánodo es la materia prima fundamental utilizada en el proceso de reducción llevado a cabo en las celdas, este sale desde Envarillado III con su respectiva varilla, y regresa como cabo luego de cumplir su misión en el proceso electrolítico. Los ánodos son transportados por medio de tractores y recorren diferentes áreas en las cuales sufren su transformación hasta convertirse en cabos.

A continuación se describe cada una de las estaciones involucradas en el sistema de traslado de ánodos y cabos.

5.2.1 Área de Envarillado III (zona de carga y descarga).

Aquí se realiza el proceso de descarga de cabos y carga de ánodos, este comienza cuando el operador de montacargas descarga los cabos limpios de las carretas y los incorpora al sistema de transportador aéreo (Ver Figura 19), siendo enganchados manualmente uno a uno para luego pasar por los diferentes equipos encargados de desprender el cabo de la varilla,



Figura 19. Zona de carga y descarga Envarillado III

la cual es reutilizada por otro ánodo, mientras que el cabo es enviado a planta de carbón para ser reutilizado en la producción de nuevos bloques de carbón.

A medida que el operador de montacargas descarga los cabos carga ánodos envarillados, al momento de hacer esta última actividad se ve obligado a bajar del montacargas para quitar el exceso de residuos de baño depositado en las estibas, lo que no permite que sean cargados correctamente. Estas estibas deberían venir limpias desde estación de baños, ya que en esta área se encuentra un montacargas rotativo encargado de voltear las estibas para desalojar los residuos encontrados en ella, pero no esta en funcionamiento desde hace algún tiempo.

Luego que el operador de montacargas carga la carreta, ésta es remolcada por un tractor hasta las Líneas III y IV lentamente de manera que no se caigan de las estibas ni se afloje la varilla del ánodo.

5.2.1.1 Capacidad de producción.

La capacidad instalada que posee Envarillado III es de 360 ánodos/turno.

Su producción actual esta entre 250 y 300 ánodos/turno, trabajando 2 turnos diarios de 8 horas cada uno, para dar un total de 9 turnos semanales y 2 turnos adicionales trabajados 2 sábados al mes ya que un turno a la semana es dedicado a las labores de mantenimiento preventivo.

5.2.2 Línea III (zona de carga y descarga).

La Línea III se rige por un programa de cambio de ánodos y dependiendo del área donde se requiera el cambio, el tractor deposita la carreta en cualquiera de las tres zonas de carga y descarga que se encuentran en la línea.



Figura 20. Pasillos Línea III

Luego el operador de montacargas descarga los ánodos y los va depositando en los pasillos (Ver figura 20) hasta que se les requiera. El operador muchas veces se ve entorpecido por alguna maquinaria o grúa que se atraviesa en el pasillo, esto impide que se pueda desplazar libremente a la hora de trasladar el ánodo al pasillo y llevar el cabo caliente al Galpón de Enfriamiento.

En la figura 21 se observan cada una de las áreas por donde son depositados los carbones en la Línea III.

Es importante acotar que cuando se extraen los cabos desde la parte central de la Línea, son directamente llevados al Galpón de Enfriamiento debido a la cercanía de mismo.

5.2.2.1 Requerimiento de ánodos.

La Línea III tiene una capacidad instalada de 180 celdas, en las cuales se disponen 18 ánodos por cada una de ellas.

El requerimiento de la Línea III es aproximadamente de 180 ánodos/turno que trabajando 3 turnos por día, daría un total de 540 ánodos/día, pero actualmente, debido a los problemas suscitados en el manejo de materiales, esta cantidad no es suministrada correctamente, ya que existe un atraso en el cambio de carbones por falta de oportunidad de aproximadamente 90 carbones/día.

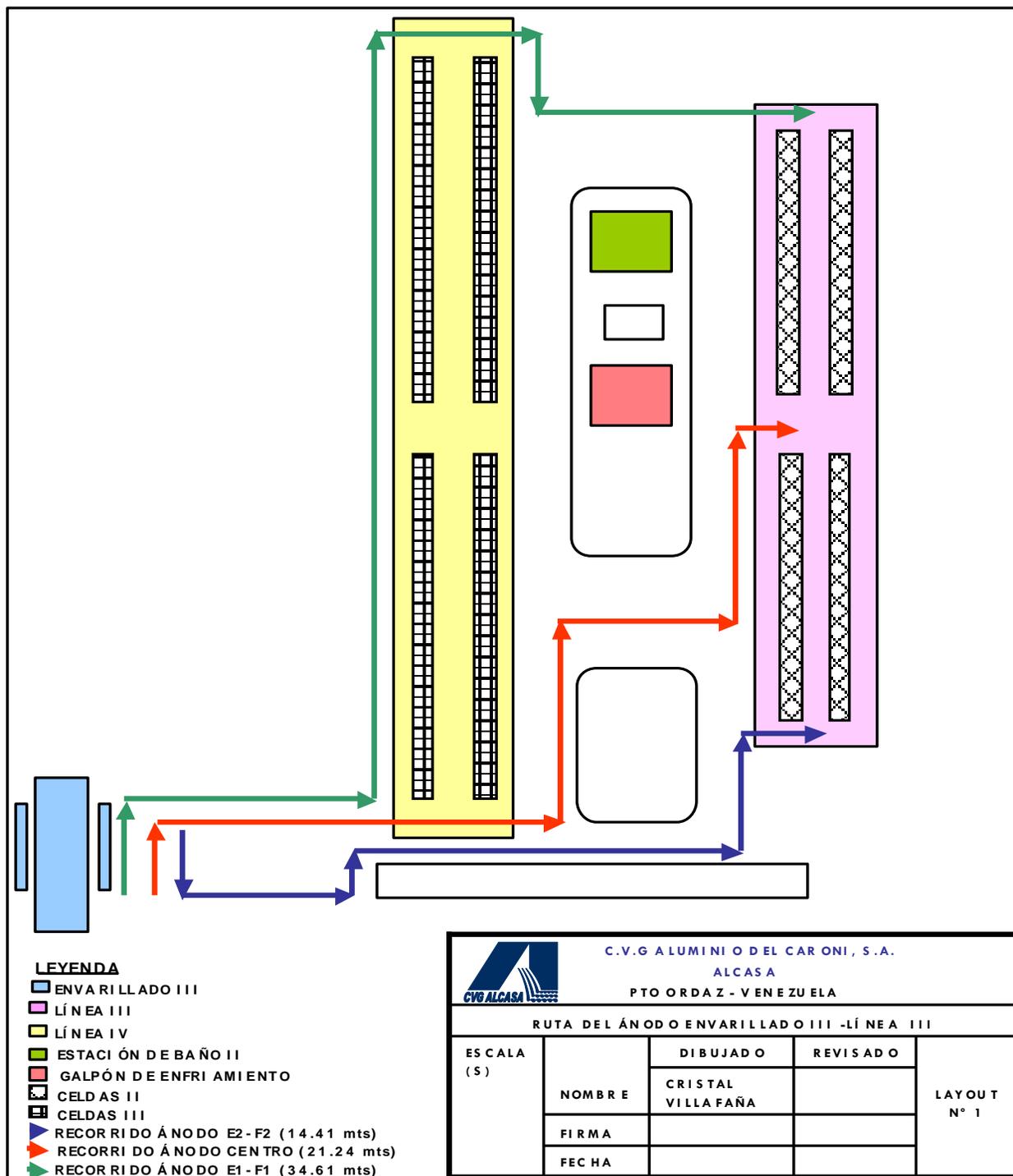


Figura 21 Recorrido del ánodo Envarillado III-Linea III

5.2.3 Línea IV (zona de carga y descarga).

La línea IV también se rige por un programa de cambio de ánodos y dependiendo del área donde se requiera el cambio, al igual que el proceso llevado a cabo en Línea III, el tractor deposita la carreta en cualquiera de las tres zonas de carga y descarga que se



encuentran en la línea. Luego el operador de **Figura 22 Pasillo de carga** los ánodos y los va depositando en los pasillos hasta que se les requiera.

Aquí el operador también se ve impedido muchas veces en el momento de llevar el ánodo al pasillo (Ver figura 22), ya que se atraviesan maquinarias y equipos. La diferencia que tiene este recorrido con el realizado en línea III, es que el operador de montacargas no transporta directamente el cabo caliente al Galpón de enfriamiento debido que la distancia es mas larga, por lo que tiene que cargar el cabo caliente a una carreta para que luego ésta sea remolcada por un tractor hasta el Galpón de enfriamiento. En la figura 23 se observan cada una de las áreas por donde son depositados los carbones en la Línea IV.

5.2.3.1 Requerimiento de ánodos.

La Línea IV es mas grade que la línea III y posee una capacidad instalada de 216 celdas en las cuales se disponen 18 ánodos por cada una de ellas. Su requerimiento es aproximadamente de 216 ánodos/turno, que trabajando 3 turnos por día, daría un total de 648 ánodos/día, pero al igual que la Línea III, por la problemática que se atraviesa actualmente, esta cantidad no es lsuministrada, ya que existe un atrasa de cambio de carbones por falta de oportunidad de aproximadamente 67 carbones/día.

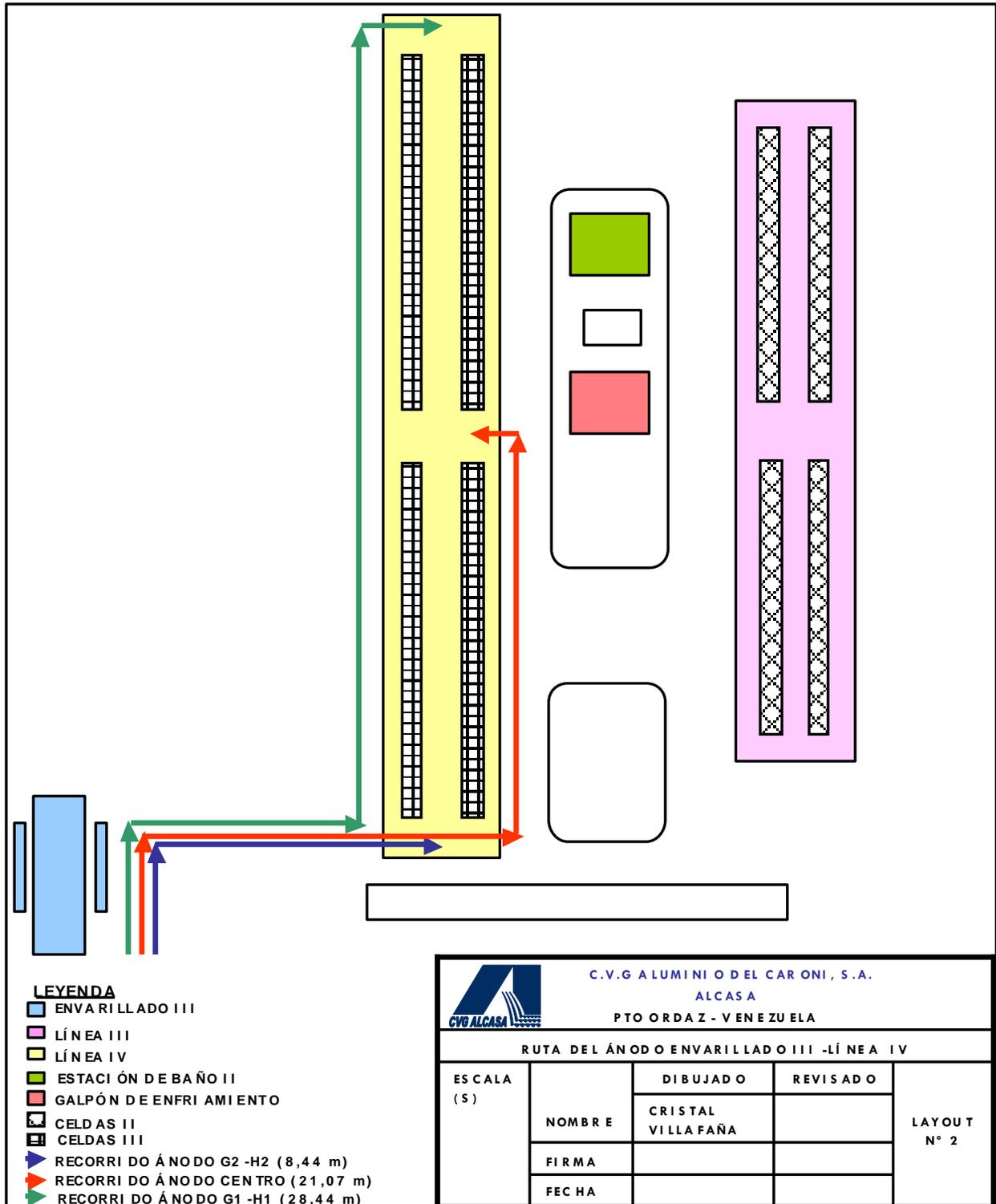


Figura 23 Recorrido del ánodo Envarillado III-Linea IV

5.2.4 Galpón de enfriamiento.

En esta área son depositados los cabos que son extraídos de las celdas y es donde se lleva a cabo en proceso de enfriamiento el cual debe ser de 24 horas al aire libre. A medida que el operador de montacargas descarga las estibas que contienen los cabos calientes de las carretas, va cargando estibas con cabos fríos las cuales deberán ser trasladados posteriormente a Estación de Baño II para su limpieza.

Cuando el operador de montacargas procede a cargar las estibas con los cabos fríos, muchas veces se ve en la obligación de bajarse del equipo para verificar que los cabos estén completamente fríos, ya que si esto no se cumple estos no son admitidos en los equipos de limpieza de Estación de Baño II, esto ocurre porque no hay



Figura 24. Galpón de Enfriamiento

organización en cuanto a la ubicación de los cabos, puesto que los colocan en cualquier espacio que este disponible por la cantidad de baño y alúmina existente (Ver figura 24), sin clasificarlos de manera que se pueda saber cuales están fríos y cuales están calientes.

A medida que se van depositando ánodos envarillados en las Líneas III y IV, se va extrayendo cabos, por lo que la cantidad de cabos que van a ser depositados en el Galpón de enfriamiento será la misma que los ánodos que entran en la líneas que serán de 1188 ánodos/día aproximadamente es equivalente a 396 ánodos/turno.

.En las Figuras 25 y 26 se observan los recorridos hechos por los cabos desde que salen de las Líneas III y IV hasta llegar al Galpón de Enfriamiento.

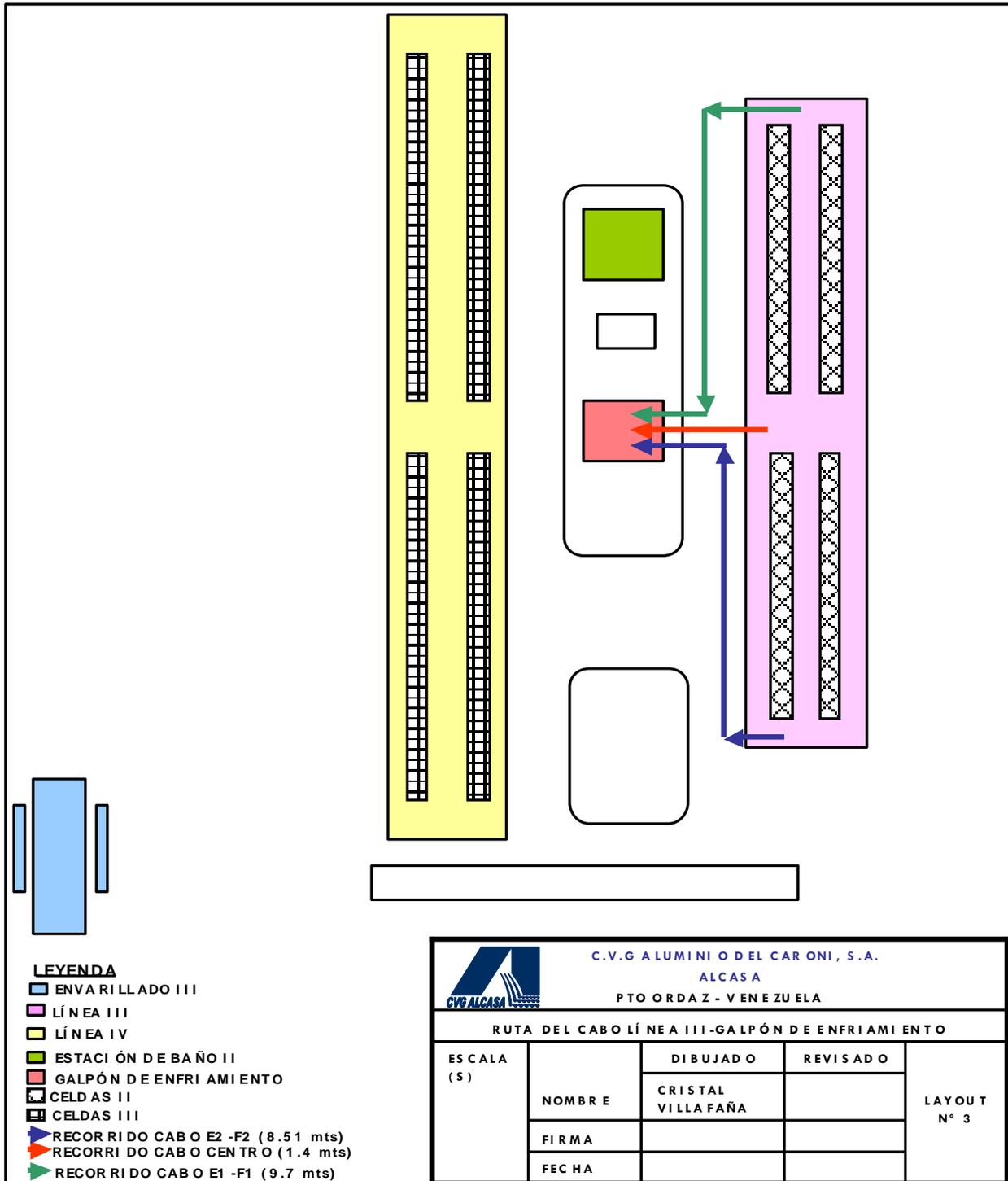


Figura 25 Recorrido del cabo Línea III-Galpón de Enfriamiento

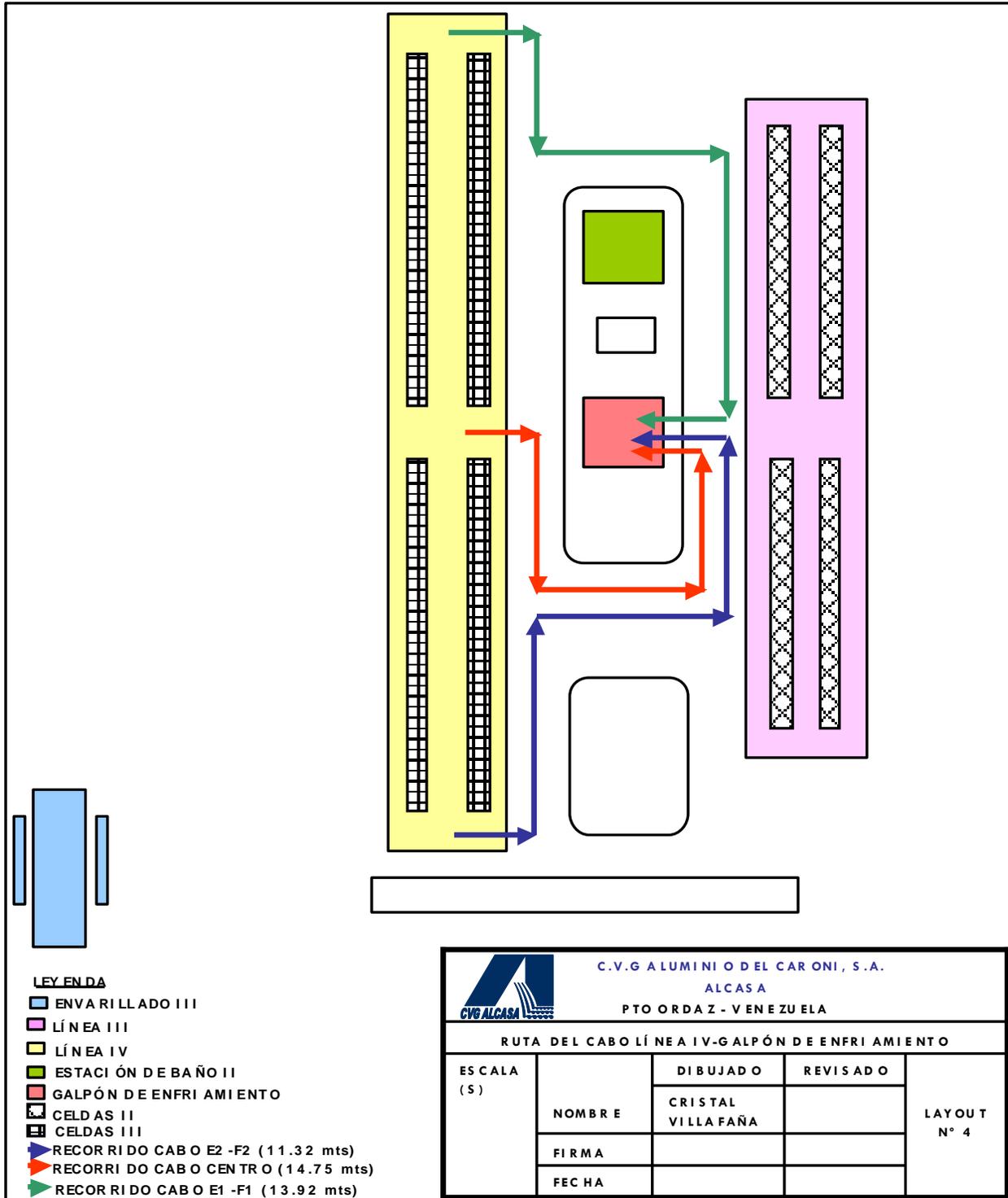


Figura 26 Recorrido del cabo Línea IV-Galpón de Enfriamiento

5.2.5 Estación de Baño II.

Luego que el cabo se enfría totalmente, es trasladado por tractores a Estación de Baño II, al llegar aquí la carreta es acoplada al sistema transportador subterráneo que es el encargado de llevarlas a la zona de carga y descarga (Ver figura 27), donde son colocados uno a uno en el transportador aéreo para su posterior limpieza, la cual consiste en extraer el baño electrolítico que se les



Figura 27. Estación de Baño II

adhieren en el proceso de reducción, para ello, el cabo debe pasar por diferentes equipos como son el Robot de evacuación de baño y la Granalladora..

Al finalizar este proceso, los cabos son descendidos del transportador aéreo a las carretas, para finalmente ser trasladadas a Envarillado III.

Actualmente debido a la escasez de varillas que presenta Envarillado III, la empresa se ha visto en la necesidad de contratar una cooperativa que ayude con la limpieza de los cabos aún calientes con el fin de recuperar la varilla en el menor tiempo posible y de esta manera se pueda satisfacer la demanda que se presenta. Estas personas son ubicadas en el Galpón de enfriamiento, y son dotados de chicoras y otros implementos con los cuales desprenden el baño electrolítico de los cabos.

Dichos cabos no cumplen las 24 horas que deberían tener de enfriamiento debido al requerimiento urgente de varillas en Envarillado III, por lo que estas

personas realizan el trabajo expuestos a altas temperaturas y al gran polvo que se presenta en esta área.

En la figura 28 se presenta el recorrido del cabo desde que sale del galpón de Enfriamiento, pasando por Estación de Baño II hasta regresar a Envarillado III.

5.2.5.1 Capacidad de producción.

La capacidad en estación de baños con respecto a los cabos que se limpian es de 272 cabos/turno y esta es la cantidad mínima que debería llegar a Envarillado III.

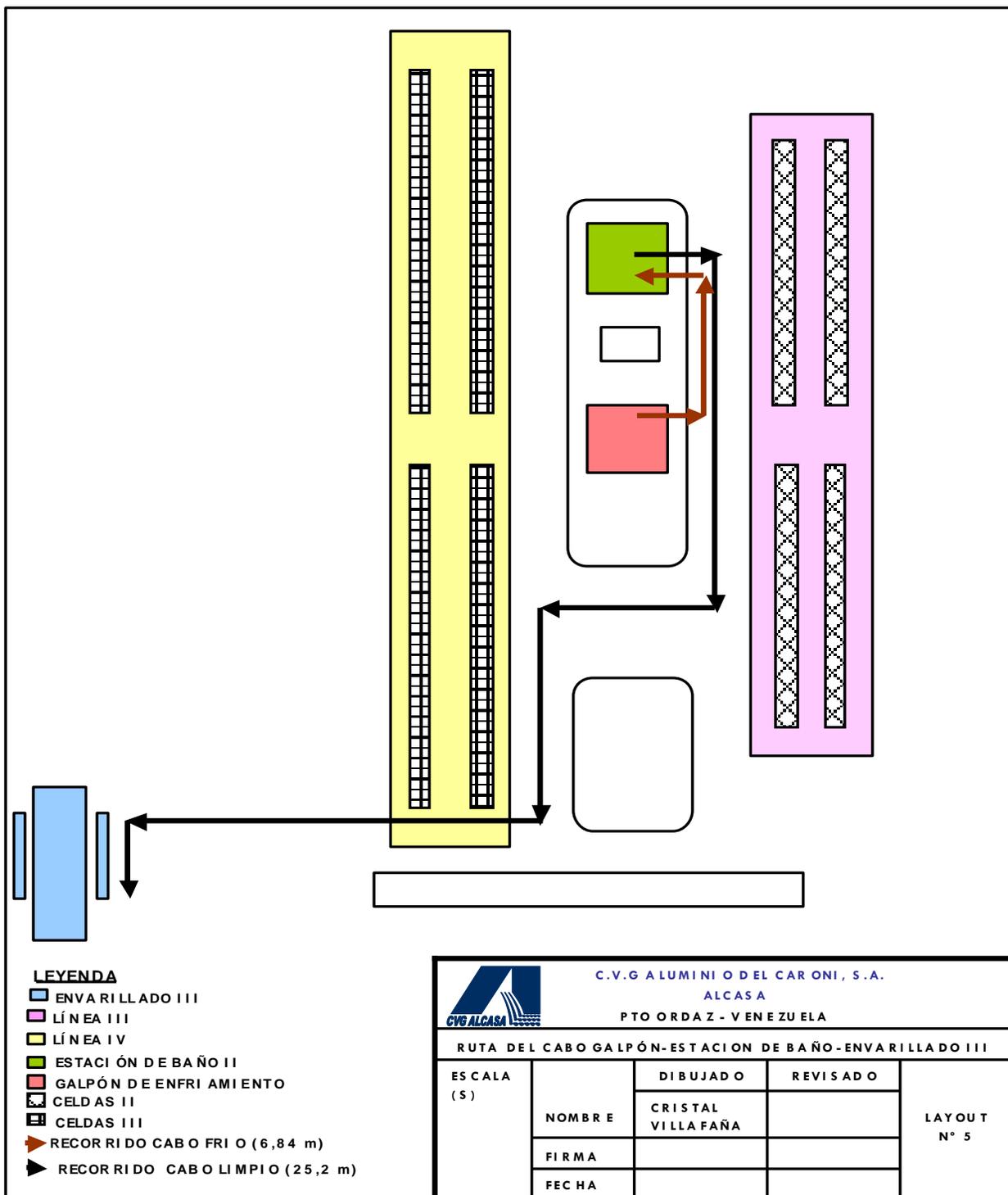


Figura 28 Recorrido del cabo Galpón de Enfriamiento-Estación de Baño-Envarillado III

5.3 MANEJO DE MATERIALES.

5.3.1 Equipos móviles utilizados para el manejo de ánodos y cabos.

Envarillado III cuenta con el servicio de 5 montacargas de los cuales 3 pertenecen a la empresa C.V.G ALCASA y 2 son contratados por la empresa SETOCA, estos se distribuyen de la siguiente manera:

- ⊕ Un (1) montacargas ubicado en el transportador terrestre de Envarillado III y es el encargado de cargar los carbones al sistema.
- ⊕ Un (1) montacargas ubicado en la zona de carga y descarga de Envarillado III, encargado de descargar cabos y cargar ánodos envarillados al sistema.
- ⊕ Un (1) montacargas ubicado en el Galpón de enfriamiento, encargado de descargar cabos calientes y cargar cabos fríos a las carretas.
- ⊕ Un (1) montacargas perteneciente a Envarillado III cuya labor es descargar ánodos envarillados y cargar cabos calientes extraídos de la Línea III a las carretas. En el caso de que los cabos sean extraídos del centro de la Línea lo traslada directamente al Galpón de enfriamiento
- ⊕ Un (1) montacargas perteneciente a Envarillado III, encargado de descargar ánodos envarillados y cargar cabos calientes extraídos de la Línea IV a las carretas.

Envarillado III también cuenta con el servicio de dos (2) tractores (Ver figura 29), contratados a la empresa HELESI, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- ✦ Un (1) tractor asignado a la Línea III, encargado de trasladar ánodos envarillados a las líneas de celdas, cabos calientes al galpón de enfriamiento, cabos fríos al Estación de baño II y cabos limpios a envarillado III.
- ✦ Un (1) tractor asignado a la línea IV, encargado de trasladar ánodos envarillados a las líneas de celdas, cabos calientes al galpón de enfriamiento, cabos fríos al Estación de baño II y cabos limpios a envarillado III.



Figura 29. Tractor

5.4 CONDICIONES DE LAS CARRETAS Y DE LAS ESTIBAS.

Actualmente existe un déficit considerable de estibas y carretas en el sistema.

Las condiciones de las estibas son deplorables (Ver figura 30), la mayoría de estas, no cuentan con agarraderas que permitan mantener el cabo o el ánodo firme de manera que no se caigan al transportarlas, ni se afloje el carbón de la



Figura 30. Estibas

varilla. Presentan gran cantidad de baño así como trozos de cabo, además se encuentran dobladas debido a que los operadores de montacargas no

realizan los trabajos de carga y descarga cuidadosamente y porque las van apilando en cualquier rincón de la empresa lo que hace que se deterioren aún más (Ver figura 31).



Figura 31. Estibas

Igual pasa con las carretas, su estado es caótico, se encuentran dobladas y las ruedas están desgastadas y sobre ellas se acumulan restos de baño lo que impiden la buena estabilidad de las estibas (Ver figura 31).



Figura 32. Carretas

5.5 CONDICIONES DE LAS VARILLAS.

Actualmente en Envarillado III no existe un control de inventarios de varillas, existen retrasos en el tiempo de reemplazo de las mismas al igual que no poseen un plan de mantenimiento en cuanto a sus reparaciones.

Las varillas presentan puntas de yoke desgastadas, producto de los carbones quemados por el retraso en el cambio de carbón.

Presentan coladas pegadas, debido a problemas en la Grafitadora y coladas fuera de rango (bajo porcentaje de carbono) lo cual afecta la dureza y la

resistencia mecánica de la fundición gris para su posterior retiro en el proceso de Envarillado.

Las prensas desprendedoras de anillos no funcionan correctamente, esto hace que restos de anillos queden pegados en las varillas y no puedan ser ensambladas a los carbones, las puntas presentan erosión debido al ataque de baño en la parte superior.

Además de esto una de las razones por las cuales las varillas no llegan a tiempo a Envarillado III, es por su abarrotamiento en los alrededores de la planta y la mala colocación de las mismas en las estibas, (Ver figura 32), ocasionando que se doblen y se dañen. La mala utilización de las prácticas operativas también perjudica la condición de las varillas, ya que no son extraídas de las celdas como debe ser y el manejo que se les da no es el adecuado.



Figura 33. Varillas

5.6 CONDICIONES DE LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN.

Las vías de circulación se encuentran en mal estado (Ver figura 33) ocasionando la mala circulación de los tractores, no existen demarcaciones, acumulación de desechos y chatarras, deterioro de las mismas etc, lo que

trae como consecuencia que los cabos que son trasladados a Envarillado III se caigan de las carretas, demora en la llegada de los tractores a las diferentes áreas, deterioro de las carretas entre otros aspectos que perjudican el traslado.



Figura 34. Vías de circulación

En las figuras 21, 23, 25, 26 y 28 mostradas anteriormente, se puede observar el recorrido que realiza cada uno de los equipos móviles al trasportar los materiales a las diferentes áreas y sus respectivas distancias, como se puede ver las vías ya se encuentran definidas y estas son las mas apropiadas, por lo que no es necesario buscar otras alternativas de acceso.

5.7 DIAGRAMA CAUSA EFECTO.

Uno de los principales problemas que se origina a causa de las irregularidades suscitadas en el traslado de ánodos y cabos, es la tardanza que tiene el cabo limpio en llegar a Envarillado III, ya que actualmente existe un gran déficit de varillas en esta área lo que ocasiona retrasos en los procesos productivos debido a la disposición inoportuna del ánodo envarillado a las líneas de celdas.

En el diagrama causa-efecto que se presenta a continuación (Ver figura 34), se observan algunos de los problemas que originan el retraso en la llegada de ánodos a la Líneas de celdas, entre ellos está principalmente el suministro inoportuno de materiales en cada uno de las áreas donde se requiere de los mismos, a esto se suma la baja disponibilidad y el mal estado de las equipos móviles, las estibas y las carretas, así como el deterioro de las vías de circulación, afectando gravemente la estabilidad de la empresa por no cumplir con la producción requerida, debido a las demoras generadas.

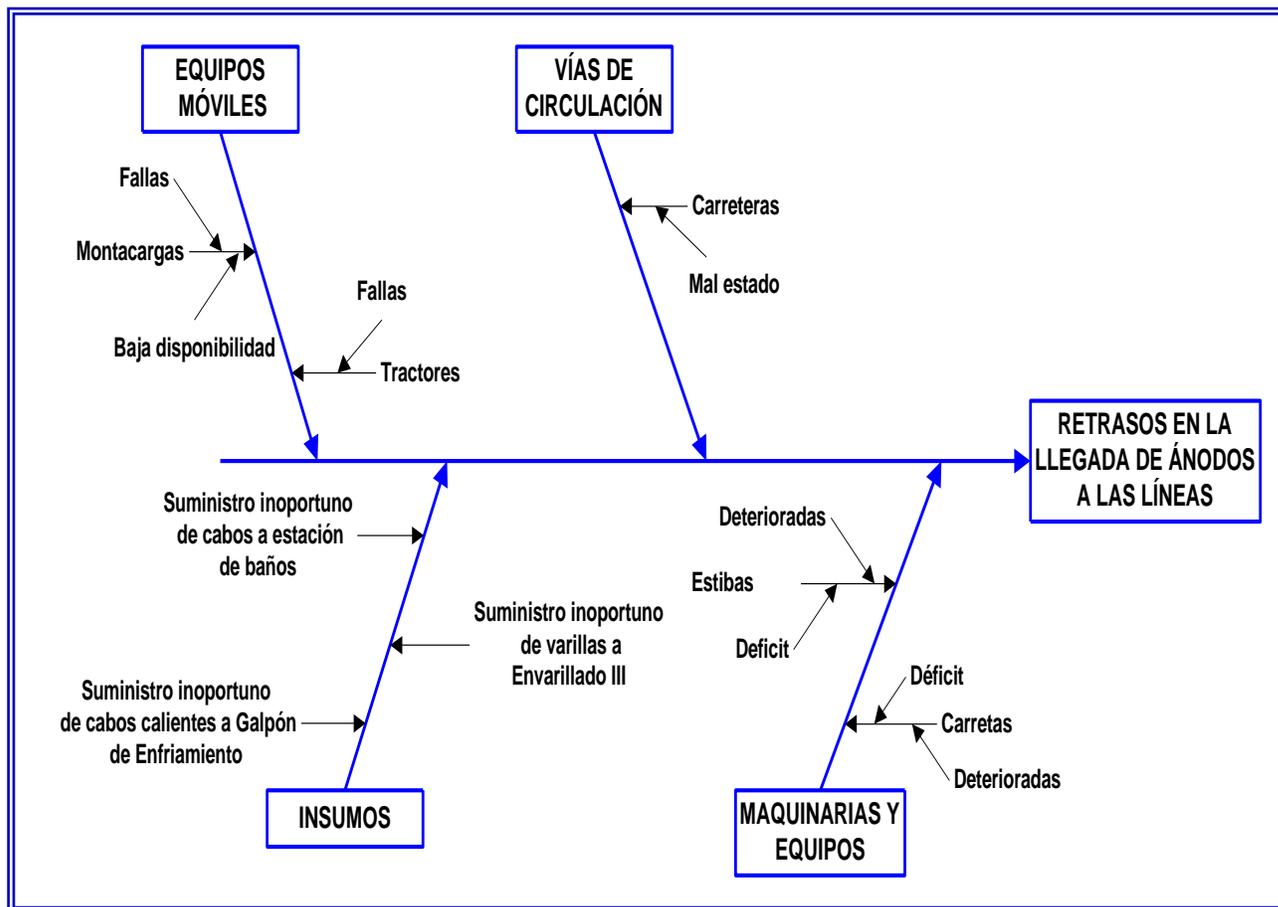


Figura 35 Diagrama Causa-Efecto

5.8 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Una vez evaluada la situación actual presente en cada una de las áreas involucradas en el sistema de traslados de ánodos y cabos, se pudieron detectar muchas irregularidades, entre ellas que los cabos no llegan a tiempo a Envarillado III, que se aflojen los ánodos de las varillas lo cual ocurre durante sus traslados y la más importante la llegada inoportuna de ánodos a las líneas perjudicando gravemente la productividad de la empresa.

Debido a lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de realizar un estudio exhaustivo con respecto al traslado de ánodos y cabos entre el área de Envarillado III y las líneas de celdas por parte de la Superintendencia de Ingeniería Industrial, esto con la finalidad de detectar las fallas en los procesos y proponer mejoras aplicables en pro de una mejor optimización del sistema.

CAPÍTULO VI

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

6.1 DISEÑO DEL ESTUDIO.

Para el diseño del estudio de tiempos, se elaboraron formatos que permitieron vaciar toda la información referente a los tiempos medidos para cada una de las actividades involucradas el traslado de ánodos y cabos, se utilizó para ello el método de vuelta a cero por cronómetro.

Mediante el Sistema Westinghouse se determinó la calificación de velocidad de cada uno de los operarios y para el cálculo de las concesiones a cada trabajador, se empleó un formato propuesto por la empresa.

También se diseñaron formatos que permitieron visualizar los recorridos de los equipos móviles, así como flujogramas en los cuales se describen las actividades ejecutadas con sus respectivos tiempos y distancias.

6.2 CÁLCULO DE LA MUESTRA.

En el Apéndice N° 1, se pueden observar los tiempos tomados para cada una de las actividades, para ello se empleó como se dijo anteriormente el método vuelta a cero, a partir de estos datos se procedió a calcular los

tiempos promedios seleccionados (TPS) Ver tabla N° 1, aplicando la siguiente ecuación:

$$TPS = \frac{\sum L}{n}$$

Donde: L = Lecturas efectuadas
n = Número de observaciones

Tabla N° 1 Tiempos promedios seleccionados (TPS).

ACTIVIDAD	TPS (min)
Descarga de cabos Envarillado III	1,25
Carga de ánodos Envarillado III	1,34
Traslado de ánodos a línea III E2-F2	4,36
Traslado de ánodos a línea III centro	5,11
Traslado de ánodos a línea III E1-F1	6,27
Traslados de ánodos a línea IV G2-H2	3,30
Traslados de ánodos a línea IV centro	4,41
Traslados de ánodos a línea IV G1-H1	5,54
Descarga de ánodos en línea III	1,48
Descarga de ánodos en línea IV	1,82
Carga de cabos en línea III	1,45
Carga de cabos en línea IV	1,52
Traslado de cabos línea III E2-F2 - Galpón de enfriamiento	2,10
Traslado de cabos línea III centro - Galpón de enfriamiento	1,44
Traslado de cabos línea III E1-F1 - Galpón de enfriamiento	2,72
Traslado de cabos línea IV G2-H2 - Galpón de enfriamiento	2,51
Traslado de cabos línea IV centro - Galpón de enfriamiento	3,27
Traslado de cabos línea IV G1-H1 - Galpón de enfriamiento	4,73
Descarga de cabos calientes Galpón de enfriamiento	0,69
Carga de cabos fríos	0,69
Traslado de cabos fríos a Estación de baño II	1,61
Traslado de cabos limpios a Envarillado III	4,4

Para verificar si el tamaño de la muestra era suficiente se empleó el procedimiento estadístico con ayuda de la tabla t Student (Ver anexo N° 1) procediendo de la siguiente manera:

1. Se definió el nivel de confianza (α); que para efectos de este estudio fue establecido en un 95%.

2. Se determinó el coeficiente de confianza (c)

$$c = 1 - \alpha$$

$$c = 1 - 0.95$$

$$c = 0.05$$

3. Se definieron los grados de libertad (ν) para cada una de las actividades:

$$\nu = n - 1 \quad n = \text{N}^\circ \text{ de muestras tomadas}$$

Tomando como ejemplo la descarga de cabos en Envarillado III.

$$\nu = n - 1$$

$$\nu = 31 - 1$$

$$\nu = 30$$

4. Con los valores obtenidos anteriormente, se procedió a buscar el valor de T_c con ayuda de la tabla t Student.

$$T_c = (c, \nu)$$

$$T_c = (0.05, 30)$$

$$T_c = 1.697$$

5. Luego se calculó la desviación estándar mediante la fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n T_i^2 - \frac{(\sum T_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$S = 0.10$$

6. En base a los valores antes calculados, se procedió a determinar el intervalo de confianza aplicando la siguiente ecuación:

$$Lc = I = TPS + T_c \times \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$Lc = I = 0.90 + 1.697 \times \frac{0.10}{\sqrt{30}}$$

$$Lc = 0.94$$

Se calculó el intervalo de la muestra de la forma siguiente:

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1.697 \times 0.10}{\sqrt{30}}$$

$$I_m = 0.08$$

7. Finalmente se aplicó el criterio de decisión definido de la siguiente manera:

Si $I \geq I_m$ se acepta la muestra

Que aplicado a la descarga de cabos en Envarillado III dió el siguiente resultado:

$$0.94 \geq 0.08 \quad \text{Por lo tanto se acepta la muestra.}$$

Este procedimiento se hizo para cada una de las actividades, dando como resultado la aceptación de la muestra para cada uno de los casos (ver Apéndice N° 2).

6.3 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR PARA LAS ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN EL TRASLADO DE ÁNODOS Y CABOS.

Para calcular el Tiempo Estándar fue necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

6.3.1 Calificación de Velocidad.

Para determinar el factor de velocidad, se empleó el Método Whestinghouse (Ver anexo N° 2), para ello se tomó en consideración la habilidad, el

esfuerzo, las condiciones y la consistencia con la que se desenvuelven los operarios en su puesto de trabajo. En la tabla N° 2 se observa el factor de velocidad del operador de montacargas que labora en el área de carga y descarga de Envarillado III, y el cálculo para cada uno de los operarios se observa en el Apéndice N° 3

Tabla N° 2 Factor de velocidad operador de montacargas Envarillado III.

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	C1	Buena	0,05
Condiciones	E	Aceptable	-0,03
Consistencia	C	buena	0,01
Factor de Actuación			0,09

En la tabla N° 3 se puede apreciar el factor de velocidad para cada operario.

Tabla N° 3 Factor de velocidad.

Área	Cargo	Puntuación
Envarillado III	Operador de montacargas	0,09
Envarillado III – línea III	Operador de tractor	0,12
Envarillado III – línea IV	Operador de tractor	0,12
Línea III	Operador de montacargas	0,05
Línea IV	Operador de montacargas	0,04
Galpón de enfriamiento	Operador de montacargas	0,07
TOTAL		0,49
PROMEDIO		0,08

Según los datos arrojados en el Apéndice N° 3, el operador de tractor que trabaja en el Galpón es el más perjudicado, debido a que en esta área la contaminación es muy elevada.

Para obtener la Calificación de Velocidad, se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$CV = 1 + \text{Promedio de factor de velocidad}$$

$$CV = 1 + 0.08$$

$$CV = 1.08$$

6.3.2 Concesiones por Fatiga.

Para determinar las concesiones por fatiga, se deben considerar las tolerancias por fatiga y las tolerancias fijas.

Las tolerancias pos fatiga indican en que condiciones se encuentra el operario al realizar sus labores, tomando como referencia los criterios establecidos en el Anexo N° 3.

Las tolerancias fijas ya están establecidas por la empresa las cuales se describen a continuación:

Necesidades personales 22.5 min = 5%

Demoras inevitables 4.8 min = 1%

Existen ciertas demora evitables en el sistema, entre las cuales se encuentran: llegada tardía del operario al puesto de trabajo, tiempo en reparar fallas a los equipos sumando un total de aproximadamente 3 min/turno.

Para obtener el total de las concesiones por fatiga, se utilizó un formato en Excel proporcionado por la empresa (Ver Anexo N° 4). Y los valores obtenidos se pueden visualizar en el Apéndice N° 4.

Es importante señalar que los cálculos de dichas concesiones (Ver Tabla 4), se hicieron en base a la

jornada efectiva de
trabajo señalada a
continuación:

Donde

JE = Jornada Efectiva de trabajo

JT = Jornada de trabajo = 480 min

Tc = Total de concesiones ofrecidas por la empresa

Tc = 30 min

$$JE = JT - Tc$$

$$JE = 480 \text{ min} - 30 \text{ min}$$

$$JE = 450 \text{ min}$$

Tabla N° 4 Concesiones por fatiga

Área	Cargo	Concesiones (min)	Concesiones (%)
Envarillado III	Operador de montacargas	84	23
Envarillado III – línea II	Operador de tractor	75	20
Envarillado III – línea V	Operador de tractor	75	20
Línea III	Operador de montacargas	87	24
Línea IV	Operador de montacargas	87	24
Galpón de enfriamiento	Operador de montacargas	93	26
	Promedio	83,5	22,83

6.3.3 Tiempo Normal.

El Tiempo Normal se determinó tomando como referencia los TPS de cada una de las actividades y la calificación de velocidad promedio de los operarios empleando la siguiente ecuación:

$$TN = TPS \times CV$$

Tiempo normal para el operador de montacargas Envarillado III:

$$TN = 1,25 \times 1,09$$

$$TN = 1,36 \text{ min}$$

Los resultados obtenidos se observan en la tabla N° 5.

6.3.4 Tiempo Estándar.

El Tiempo Estándar es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación, considerando las concesiones; y se determina sumando el tiempo asignado (tolerancias por fatiga y necesidades personales) a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempo.

El Tiempo Estándar de cada una de las actividades involucradas en el traslado de ánodos y cabos, se realizó en base a los valores obtenidos anteriormente mediante la fórmula:

$$TE = TN + \frac{100}{100 - \%C}$$

Donde: TE = Tiempo estándar

TN = Tiempo Normal

%C = Porcentaje de concesiones (política de la empresa)

Tiempo estándar para el operador de montacargas Envarillado III:

$$TE = 1.25 \times \frac{100}{100 - 22.83\%}$$

$$TE = 1.77 \text{ min}$$

En la Tabla N° 5 se muestran los tiempos calculados de cada una de las actividades involucradas en el traslado de ánodos y cabos.

Tabla N° 5 Tiempo normal y Tiempo estándar

Actividad	TPS (min)	Cv	Concesiones (%)	TN (min)	TE (min)	JT (min)
Descarga de cabos Envarillado III	1,25	1,08	22,83	1,36	1,77	480
Carga de ánodos Envarillado III	1,20	1,08	22,83	1,31	1,70	480
Traslado de ánodos a línea III E2-F2	4,36	1,08	22,83	4,75	6,15	480
Traslado de ánodos a línea III centro	5,11	1,08	22,83	5,57	7,22	480
Traslado de ánodos a línea III E1-F1	6,27	1,08	22,83	6,83	8,85	480
Traslados de ánodos a línea IV G2-H2	3,30	1,08	22,83	3,59	4,66	480
Traslados de ánodos a línea IV centro	4,41	1,08	22,83	4,80	6,23	480
Traslados de ánodos a línea IV G1-H1	5,54	1,08	22,83	6,04	7,83	480
Descarga de ánodos en línea III	1,48	1,08	22,83	1,61	2,09	480
Descarga de ánodos en línea IV	1,82	1,08	22,83	1,98	2,57	480
Carga de cabos en línea III	1,45	1,08	22,83	1,58	2,05	480
Carga de cabos en línea IV	1,52	1,08	22,83	1,66	2,15	480
Traslado de cabos línea III E2-F2 - Galpón de enfriamiento	2,10	1,08	22,83	2,28	2,96	480
Traslado de cabos línea III centro - Galpón de enfriamiento	1,44	1,08	22,83	1,57	2,03	480
Traslado de cabos línea III E1-F1 - Galpón de enfriamiento	2,72	1,08	22,83	2,96	3,84	480
Traslado de cabos línea IV G2-H2 - Galpón de enfriamiento	2,51	1,08	22,83	2,73	3,54	480
Traslado de cabos línea IV centro - Galpón de enfriamiento	3,27	1,08	22,83	3,56	4,62	480
Traslado de cabos línea IV G1-H1 - Galpón de enfriamiento	4,73	1,08	22,83	5,16	6,68	480
Descarga de cabos calientes Galpón de enfriamiento	0,69	1,08	22,83	0,75	0,97	480
Carga de cabos fríos	0,69	1,08	22,83	0,75	0,98	480
Traslado de cabos fríos a Estación de baño II	1,61	1,08	22,83	1,75	2,27	480
Traslado de cabos limpios a Envarillado III	4,40	1,08	22,83	4,79	6,21	480

Los tiempos fueron tomados incluyendo las demoras evitables, como se puede observar, entre las actividades que se llevan mas tiempo para efectuar, se encuentra el traslado de ánodos a la Línea III, esto porque la distancia de recorrido es mas larga además en el camino se atraviesan muchos equipos atrasando la llegada del material a su destino.

Otra de las actividades que origina retrasos en el sistema es el cargar ánodos en Envarillado III, debido a que el operario tiene que bajarse del montacargas para limpiar la estiba manualmente extrayendo restos de baño y trozos de cabo que se depositan en las mismas, labor que no le compete pero que se ve en la obligación de hacer debido a que el volcador de estibas no está en funcionamiento desde hace algún tiempo.

6.4 DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS.

Los equipos involucrados en las diferentes actividades desarrolladas en las áreas de estudio, están representados por tractores y montacargas. A cada uno de ellos se le determinó la disponibilidad; que no es más que la relación entre el tiempo real de operación y el tiempo total disponible para operar.

La tabla N° 6 presenta la disponibilidad de los equipos móviles empleados, dichos datos fueron extraídos de sus respectivos informes técnicos de mantenimiento.

Tabla N° 6 Disponibilidad de los equipos

Equipo	Disponibilidad
Montacargas ALCASA carga y descarga Envarillado III	0.88
Montacargas ALCASA Galpón de enfriamiento	0.88
Montacargas SETOCA Línea IV	0,98
Montacargas SETOCA Línea III	0,98
Tractor HELESI Línea III	0,98
Tractor HELESI Línea IV	0,98

De los valores obtenidos se puede observar que la disponibilidad de los equipos pertenecientes a la empresa ALCASA es muy baja, esto debido a que todos los días antes comenzar el turno de 7:00 a 3:00 se emplean de 1 a 1:30 horas para su mantenimiento ocasionando la paralización del proceso.

6.5 ATRASO DE ÁNODOS EN LAS LINEAS DE CELDAS.

En la actualidad el requerimiento de ánodos en cada una de las líneas de reducción es deficiente, existen muchos atrasos a la hora de cambiar los carbones por falta de oportunidad originando que la producción descienda.

A continuación se presentan gráficos donde se muestra el atraso de carbones por falta de oportunidad en las líneas de reducción. Estos datos fueron obtenidos mediante un informe realizado por la Superintendencia de Reducción –Carbón.

Atraso de Ánodos Línea III

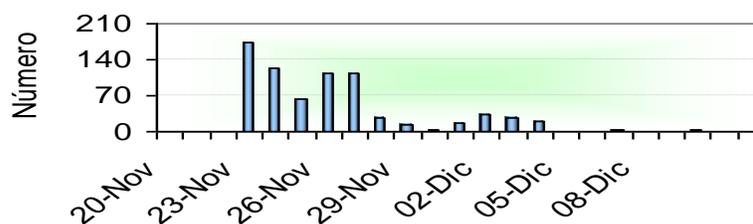


Figura 36. Atraso de carbón Línea III

Atraso de Anodos Línea IV

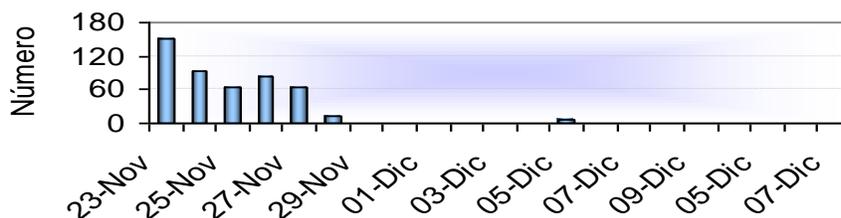


Figura 37. Atraso de carbón Línea I

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

Actualmente la empresa está atravesando una situación muy crítica con respecto al suministro de ánodos envarillados a las líneas de celdas, esto debido a fallas suscitadas en la logística de entrega de varillas a Envarillado III, originando desviaciones operativas en las líneas.

7.1 PLAN DE MEJORAS.

El Plan de mejoras que se propone, consiste en plantear una serie de recomendaciones bien organizadas y especificadas, partiendo de la situación actual descrita anteriormente, enfocándose en las fallas, irregularidades, demoras entre otros aspectos que puedan perjudicar la productividad de la empresa; todo esto en función de lograr la meta, un incremento en la producción actual y evitar que se presenten cuellos de botella que hagan ineficiente el proceso de reducción de la empresa.

A continuación en la figura 38, se muestra el Pan de Mejoras, el cual contempla los aspectos siguientes: Área de mejora, descripción del problema, acciones de mejoras, indicadores y beneficios esperados.

PLAN DE MEJORAS

Area de mejora N° 1: Envarillado III

Descripción del problema	Retrasos en la llegada de varillas y retrasos en la salida de cabos a las líneas de celdas.
Causas que lo originan	Las causas principales recaen en la ausencia de personal tanto para el manejo de montacargas y tractores como para operar el sistema transportador aéreo, a esto se suma el tiempo empleado por el operador de montacargas al bajarse de este para quitar los restos de baño y trozos cabos de las estibas, no se tiene preciso la cantidad de varillas dañadas, la baja disponibilidad de los equipos móviles y el defecto existente de estibas y carretas porta estiba.
Acciones de Mejoras	<ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar supervisión a los operarios para verificar que cumplan con su horario de trabajo. 2) Verificar que las estibas estén limpias antes de cargar los cabos frios. 3) Adquirir o reparar el volcador de estibas de manera que se les pueda extraer los restos de baño y trozos de cabo. 4) Adquirir estibas y carretas porta estibas. 5) Utilización de un formato donde se puedan registrar datos acerca de cuantas varillas están en circulación, cuantas están dañadas entre otros aspectos (Ver apéndice N° 5). 6) Garantizar en almacén el stop mínimo de repuestos necesarios para el reemplazo en los montacargas y tractores pertenecientes a la empresa a la hora de su mantenimiento. 7) Realizar un programa de mantenimiento para equipos móviles (montacargas, tractores).
Indicadores	<p>Tiempo promedio en cargar y descargar ánodos y cabos.</p> <p>Determinar el porcentaje de carretas y estibas en mal estado.</p>
Beneficios Esperados	<p>Mayor efectividad en la salida de ánodos envarillados hacia las celdas.</p> <p>Reducción de tiempos en cargar y descargar ánodos y cabos</p>

Figura 38. Plan de mejoras

Área de mejora N° 2: Líneas III y IV	
Descripción del problema	Retrasos en la llegada de ánodos, varillas, estibas y carretas dobladas y en mal estado.
Causas que lo originan	Retraso en sacar las varillas de las celdas y de las líneas, no utilización de las prácticas operativas, mal estado de las vías de circulación.
Acciones de mejoras	<p>1) Asfaltado de las vías de circulación.</p> <p>2) Ubicación de chatarra y desperdicios en un lugar en específico, de manera que no interrumpan el traslado de los materiales.</p> <p>3) Realizar auditorías que garanticen el uso de las prácticas operativas.</p> <p>4) Asignar a taller central la tarea de controlar y reparar las varillas que se encuentren en mal estado.</p> <p>5) Definir un espacio físico para el almacenaje de varillas.</p> <p>6) Definir la cantidad de carretas y estibas para cada área.</p> <p>7) Crear un departamento de control, reparación y limpieza de las estibas y las carretas.</p> <p>8) Definir un espacio para el almacenamiento de las carretas y las estibas.</p> <p>9) Reemplazar las varillas oportunamente.</p>
Indicadores	Número de varillas dañadas/ semana Número de estibas dañadas/mes
Beneficios Esperados	<p>Suministro oportuno de ánodos envarillados a las líneas.</p> <p>Determinar la cantidad de carretas disponibles y las requeridas</p> <p>Mejora en el estado de las varillas.</p> <p>Mejora en el estado de las estibas y las carretas.</p>

Figura 38. Plan de mejoras continuación....

Área de mejora N° 3: Galpón de Enfriamiento	
Descripción del problema	Retrasos en la llegada de cabos, falta de espacio para almacenar los cabos, tardanza en el proceso de enfriamiento de los cabos.
Causas que lo originan	Retrasos en sacar cabos de las líneas, acumulación de restos de baño en el Galpón, tiempo que emplea el operario en bajarse del montacargas para verificar que los cabos estén totalmente fríos.
Acciones de Mejoras	1) Limpieza del Galpón de Enfriamiento. 2) Utilización de ventiladores industriales que faciliten el proceso de enfriamiento de los cabos.
Indicadores	Cabos fríos enviados a estación de baño/turno
Beneficios Esperados	Mayor efectividad en el suministro de cabos fríos a Estación de Baño II. Reducción de tiempos en cargar y descargar cabos.
Área de mejora N° 4: Estación de Baño II	
Descripción del problema	Retrasos en la llegada de cabos fríos. Retrasos en el proceso de limpieza de cabos.
Causas que lo originan	Ausencia de operadores en el sistema transportador aéreo, fallas en los equipos involucrados en el proceso de limpieza de cabos, mal estado de las vltas de circulación, no utilización de las prácticas operativas.
Acciones de Mejoras	1) Realizar supervisión a los operarios para verificar que cumplan con su horario de trabajo. 2) Realizar un buen plan para el mantenimiento preventivo de los equipos. 3) Realizar auditorías que garanticen el uso de las prácticas operativas.
Indicadores	Producción diaria de cabos limpios
Beneficios Esperados	Suministro oportuno de cabos fríos, Incremento en la salida de cabos limpios hacia Envarillado III, mejor funcionamiento de los equipos.

Figura 38. Plan de mejoras continuación....

Luego de diseñar el Plan de Mejoras, se procedió a evaluar el impacto del mismo en cada una de las áreas a estudiar.

En el caso del Área de Envarillado III, se propone implementar los indicadores siguientes:

Tiempo promedio de descarga de ánodos.

Tiempo promedio de descarga de cabos.

Tiempo promedio de carga de ánodos.

Tiempo promedio de carga de cabos

Esto con la finalidad de que se tenga establecido el tiempo que tarda el operador de montacargas cada una de estas actividades, y de esta forma detectar las fallas en caso de que este tiempo no se encuentre dentro del ya establecido.

Otros de los indicadores propuestos son:

% de carretas en mal estado.

% de estibas en mal estado.

Al obtener este porcentaje, y según los requerimientos de equipos se podrá determinar la cantidad de carretas y estibas que se necesitan y de esta forma solventar el déficit de las mismas.

Las personas que tienen la responsabilidad de que estas actividades se ejecuten correctamente son: El Ingeniero de Producción y los Supervisores Generales de Envarillado III.

Para las Líneas de reducción III y IV, se establecieron los indicadores presentados a continuación:

Nº de varillas dañadas/semana.

Nº de estibas dañadas /semana.

Al aplicarlos, se determinará semanalmente la cantidad de varillas y estibas que se dañan por el mal manejo y que salen de circulación, con esto se podrá estimar la cantidad que hay que reparar y reemplazar para que no se generen retrasos en el sistema.

Entre el personal responsable de que estas acciones se lleven a cabo, se encuentran: Los Supervisores y los Superintendentes de las Líneas III y IV.

Para contribuir al mejoramiento de las actividades realizadas en el Galpón de Enfriamiento, se propone el siguiente indicador:

Nº de cabos fríos enviados a Estación de Baño/Turno.

La implementación de dicho indicador, permitirá controlar la cantidad de cabos fríos que salen de esta área por turno, de forma tal se precise la cantidad promedio que debería entrar en condiciones normales a estación de baño II, con el propósito de evitar demoras en el flujo continuo de los mismos.

Además de esto, se propone la limpieza del Galpón de Enfriamiento, con el cumplimiento de esta acción se podrán ubicar adecuadamente los cabos calientes dependiendo del turno en que se extraen de las líneas para su posterior enfriamiento, con esto se pretende precisar la ubicación de los cabos que ya se encuentran fríos, y de esta forma facilitarle el trabajo al operador de montacargas ya que no se verían en la obligación de bajarse del equipo para verificar la temperatura de los cabos antes de enviarlos a estación de baños.

Esta área pertenece a Envarillado III, por lo que el personal responsable de ejecutar estas acciones es el mismo.

Para el área de Estación de Baño II, se propone aplicar el siguiente indicador:

Nº de cabos limpios/Turno.

Con esto se tendrá precisa la cantidad de cabos limpios que deben salir hacia el área de Envarillado III, y en caso de que no se cumpla con la cantidad requerida, detectar de donde parte la irregularidad de manera que se pueda corregir y evitar demoras en el sistema.

El personal responsable en esta área esta integrado por: Los Supervisores Generales del Galpón de enfriamiento.

Es importante señalar que si se trabaja en conjunto en pro de dar soluciones a los problemas suscitados, se podrán ejecutar todas las acciones planteadas satisfactoriamente a mediano plazo, empleando para ello en lapso menor a 5 meses.

CONCLUSIONES.

Una vez realizado el estudio en las diferentes áreas involucradas en el sistema de traslado de ánodos y cabos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) El estudio de tiempo realizado permitió estandarizar la duración de cada una de las actividades ejecutadas en las estaciones de trabajo.
- 3) De acuerdo al análisis causa-efecto elaborado, se pudo constatar que la principal problemática es el retraso en el suministro de ánodos a las líneas de reducción.
- 4) El retraso de ánodos y cabos a las áreas donde se requieren, se debe principalmente a que existe una mala logística en el manejo de los mismos.
- 5) Mediante los layout elaborados, se pudo verificar que los recorridos que realizan los equipos móviles son los más adecuados, debido a que las distancias entre áreas son las más cercanas.
- 6) El atraso promedio actual de carbones es de aproximadamente 90 en la línea III y 67 en la Línea IV, si se ejecutan las acciones correctivas eficientemente se podrá disminuir esta cantidad hasta en un 50% o más.
- 7) La deficiencia de los equipos de manejo de materiales, procesos etc., impacta de manera negativa en el cumplimiento efectivo de los

compromisos con la producción, debido a que no se cumplen con las cantidades de unidades requeridas en cada una de las áreas.

- 8) Si se ejecutan las acciones propuestas en el plan de mejoras, se podrán solventar satisfactoriamente los problemas en el sistema.

RECOMENDACIONES.

En consideración a las conclusiones, la cual es producto del análisis realizado se dan las recomendaciones siguientes:

- 1) Analizar e implementar el plan propuesto y hacer seguimiento del mismo, de manera que se puedan corregir las fallas y velar por el cumplimiento de las acciones a ejecutar.
- 2) Exigir a los responsables de cada una de las áreas que realicen reportes de las irregularidades que se presenten para el control de las acciones.
- 3) Analizar e implementar los indicadores planteados de manera que se tenga control de cada una de las actividades.
- 4) Realizar evaluaciones de los equipos actuales y fijar políticas de reemplazo según las exigencias de la planta.
- 5) Crear unidades que supervisen y controles los equipos empleados para el traslado de materiales.
- 6) Planificar una buena logística con respecto al manejo de materiales, de manera que se tengan en el momento preciso y sin contratiempos en las áreas donde se requieran.
- 7) Realizar charlas de concientización en las Líneas para la utilización de las prácticas operativas, y de esta forma se evite el doblar de varillas, entre otros, a fin de minimizar el daño a las mismas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Ánodo.

Materia prima importante para la producción de aluminio. A través de ellos se realiza el proceso químico de separación del aluminio del oxígeno. Estos se utilizan como electrodo positivo en las celdas de reducción de aluminio.

Baño electrolítico.

Es un conjunto de sales electrolíticas fundidas en el cual el 40% es criolita, 50% es alúmina y el resto son aditivos químicos. La función básica es servir de medio electrolítico para la disolución de la alúmina (Al_2O_3) suministrada a las celdas.

Basculador.

Equipo que se utiliza para levantar las estibas y voltearlas mediante un mecanismo adecuado, de modo que se resbale el baño de criolita depositado en ellas hacia fuera por su propio peso.

Cabos.

Es el ánodo de carbón sobrante adherido a las barras de distribución. Constituyen los carbones ya utilizados en los procesos de celdas, que han llegado al final de su rendimiento que por lo general es de 22 días y a los horneados con defectos críticos descartados en hornos y envarillados.

Carretas porta ánodos.

Carro metálico de cuatro (4) ruedas y un tiro, empleado para transportar ánodos y cabos.

Descensor.

Es un elemento ubicado en la zona de carga y de descarga de estación de baño II, encargado de elevar o descender los cabos que han sido acoplados al transportador aéreo.

Estibas.

Es el lugar donde se colocan los ánodos y los cabos para ser transportados en carretas móviles.

Fundición gris.

Es utilizada para el envarillado de ánodos. Es una fundición gris laminar de matriz ferrífica la cual debe reunir condiciones físicas y químicas necesarias para que se produzca una buena unión entre el yugo y el ánodo.

Granalladora.

Equipo cuya función es eliminar restos de baño electrolítico adherido al cabo, mediante el lanzamiento de granallas a alta velocidad.

Varilla.

Porción de aluminio de la barra del ánodo.

Yugo.

Porción de acero de la barra del ánodo.

REFERENCIAS

- ⊕ Chiavenato, Idalberto (1993). Iniciación a la organización y control. Editorial Mc Graw-Will
- ⊕ Hernández, Roberto (1998). Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw-Will. Sda edición. Mexico.
- ⊕ Narváez R, Rosa (1997). Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación. Puerto Ordaz. Ediciones UNEXPO. Segunda Edición.
- ⊕ Niebel, Benjamín (2001). Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño de trabajo. México, D.F. 10° Edición. 726 Pág.
- ⊕ Pérez, Keidel (2000). Capacidad de producción y requerimiento de equipos de apoyo a la planta de Envarillado III de C.V.G ALCASA. Trabajo de grado; UNEXPO Puerto Ordaz.
- ⊕ Rodríguez, Jesús (1983). Fundamentos de estudio de trabajo. Ciudad Guayana. Primera Edición.
- ⊕ Sabino, Carlos (1998). Como hacer una Tesis y elaborar todo tipo de escrito. Argentina.
- ⊕ Selltiz,C (1974). Métodos de la investigación en las relaciones sociales. Ediciones Rialp. Séptima edición. España.



APÉNDICE 1
Tiempos tomados

CVG ALCASA

ACTIVIDAD	TIEMPOS (min)													
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Descarga de cabos Envarillado III	1,23	1,21	1,18	1,19	1,19	1,29	1,24	1,25	1,29	1,20	1,24	1,26	1,25	1,21
Carga de ánodos Envarillado III	1,22	1,22	1,17	1,59	2,01	1,26	1,25	1,28	1,28	1,27	1,85	1,27	1,26	1,28
Traslado de ánodos a línea III E2-F2	4,26	4,31	4,36	4,27	4,56	4,63	4,12	4,53	4,21	4,32				
Traslado de ánodos a línea III centro	5,05	5,00	5,23	5,21	5,12	5,08	5,12	5,06	5,08	5,14				
Traslado de ánodos a línea III E1-F1	6,19	6,31	6,32	6,42	6,35	6,21	6,19	6,20	6,21	6,28				
Traslados de ándos a línea IV G2-H2	3,18	3,48	3,20	3,23	3,30	3,22	3,52	3,21	3,12	3,51				
Traslados de ándos a línea IV centro	4,30	4,58	4,78	4,32	4,26	4,05	4,21	4,51	4,68	4,39				
Traslados de ándos a línea IV G1-H1	5,53	5,81	5,49	5,52	5,47	5,55	5,58	5,47	5,41	5,60				
Descarga de ánodos en línea III	1,23	1,26	1,62	1,62	1,52	1,26	1,36	1,52	1,56	1,42	1,52	1,39	1,78	1,7
Descarga de ánodos en línea IV	2,48	1,67	1,41	1,81	1,3	2,16	1,71	1,65	2,01	1,31	1,7	1,23	2,32	1,96
Carga de cabos en línea III	2,13	2,01	1,1	1,18	1,48	1,65	1,42	1,23	1,22	1,22	1,24	1,41	1,52	1,33
Carga de cabos en línea IV	1,59	1,24	2,02	1,16	1,68	2,01	1,96	2,12	1,52	1,32	1,06	2,05	1,58	1,47
Traslado de cabos línea III E2-F2 - Galpón de enfriamiento	2,00	2,05	2,25	1,59	2,25	2,36	2,21	2,12	2,01	2,12				
Traslado de cabos línea III centro - Galpón de enfriamiento	1,36	1,50	1,56	1,42	1,22	1,52	1,48	1,36	1,52	1,42				
Traslado de cabos línea III E1-F1 - Galpón de enfriamiento	2,59	2,54	2,49	2,68	2,78	2,58	3,00	3,05	2,68	2,81				
Traslado de cabos línea IV G2-H2 - Galpon de enfriamiento	2,26	2,45	3,00	2,46	3,04	2,38	2,45	2,25	2,42	2,36				
Traslado de cabos línea IV centro - Galpon de enfriamiento	3,26	3,12	3,28	3,19	3,26	3,51	3,12	3,42	3,26	3,28				
Traslado de cabos línea IV G1-H1 - Galpon de enfriamiento	4,56	4,9	5,05	4,85	5,12	4,62	4,48	4,47	4,61	4,65				
Descarga de cabos calientes Galpon de enfriamiento	0,60	0,61	0,60	0,63	0,62	0,61	0,65	0,55	0,76	0,85	0,58	0,65	0,74	0,81
Carga de cabos frios	0,58	0,58	0,59	0,6	0,71	0,68	0,81	0,61	0,54	0,58	0,71	0,68	0,68	0,88
Traslado de cabos frios a Estación de baño II	1,86	1,86	1,42	1,52	1,56	1,46	1,84	1,47	1,56	1,42	1,85	1,46	1,49	1,55
Traslado de cabos limpios a Envarillado III	4,68	5,02	4,62	4,5	4,62	5,12	3,45	4,28	5,16	5,01	3,16	4,76	4,85	5,00

TIEMPOS (min)																	
T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	TPS
1,28	1,26	1,27	1,26	1,30	1,28	1,26	1,27	1,32	1,27	1,29	1,32	1,24	1,25	1,25	1,28	1,26	1,25
1,26	1,84	1,24	1,26	1,24	1,28	1,26	1,28	1,27	1,59	1,24	1,25	1,25	1,26	1,24	1,24	1,26	1,34
																	4,36
																	5,11
																	6,27
																	3,30
																	4,41
																	5,54
1,38	1,72	1,63	1,56	1,36	1,42	1,4	1,52	1,31	1,4								1,48
1,99	2,3	1,49	2,13	1,79	1,8	2,16	1,23	1,28	2,14	2,47							1,82
1,13	1,21	1,32	1,02	1,23	2,02	1,24	2,25	1,09	2,2								1,45
1,65	2,1	1,86	1,12	1,14	1,23	1,04	1,56	1,32	1,14	1,09							1,52
																	2,10
																	1,44
																	2,72
																	2,51
																	3,27
																	4,73
0,74	0,61	0,65	0,81	0,72	0,63	0,63	0,65	0,85	0,86	0,65	0,6	0,72	0,74	0,7	0,85		0,69
0,71	0,81	0,9	0,75	0,63	0,91	0,63	0,61	0,73	0,62	0,62	0,81	0,75	0,63	0,64	0,77		0,69
1,86	1,54	1,4	1,74	1,42	1,46	1,5	1,51	1,48	1,7	1,71	1,84	1,75	1,74				1,61
4,59	4,28	3,59	3,54	4,56	4,02	3,52											4,40

APÉNDICE 2

Cálculo de la muestra



CVG ALCASA

Cálculo de la muestra

ACTIVIDAD	TPS	S	n-1	Tc	I = Lc	Im	Criterio de decisión
Descarga de cabos Envarillado III	1,25	0,04	30	1,7	1,27	0,02	Se acepta
Carga de ánodos Envarillado III	1,34	0,21	30	1,7	1,4	0,13	Se acepta
Traslado de ánodos a línea III E2-F2	4,36	0,16	9	1,83	4,45	0,19	Se acepta
Traslado de ánodos a línea III centro	5,11	0,07	9	1,83	5,15	0,08	Se acepta
Traslado de ánodos a línea III E1-F1	6,27	0,08	9	1,83	6,31	0,09	Se acepta
Traslados de ándos a línea IV G2-H2	3,30	0,15	9	1,83	3,38	0,17	Se acepta
Traslados de ándos a línea IV centro	4,41	0,23	9	1,83	4,54	0,26	Se acepta
Traslados de ándos a línea IV G1-H1	5,54	0,11	9	1,83	5,61	0,13	Se acepta
Descarga de ánodos en línea III	1,48	0,15	23	1,71	1,53	0,11	Se acepta
Descarga de ánodos en línea IV	1,82	0,39	24	1,71	1,95	0,27	Se acepta
Carga de cabos en línea III	1,45	0,38	23	1,71	1,59	0,27	Se acepta
Carga de cabos en línea IV	1,52	0,37	24	1,71	1,65	0,25	Se acepta
Traslado de cabos línea III E2-F2 - Galpón de enfriamiento	2,10	0,21	9	1,71	2,21	0,23	Se acepta
Traslado de cabos línea III centro - Galpón de enfriamiento	1,44	0,10	9	1,83	1,5	0,12	Se acepta
Traslado de cabos línea III E1-F1 - Galpón de enfriamiento	2,72	0,19	9	1,83	2,83	0,22	Se acepta
Traslado de cabos línea IV G2-H2 - Galpon de enfriamiento	2,51	0,28	9	1,83	2,67	0,33	Se acepta
Traslado de cabos línea IV centro - Galpon de enfriamiento	3,27	0,12	9	1,83	3,34	0,14	Se acepta
Traslado de cabos línea IV G1-H1 - Galpon de enfriamiento	4,73	0,23	9	1,83	4,83	0,27	Se acepta
Descarga de cabos calientes Galpon de enfriamiento	0,69	0,09	29	1,7	0,72	0,06	Se acepta
Carga de cabos frios	0,69	0,10	29	1,7	0,72	0,06	Se acepta
Traslado de cabos frios a Estación de baño II	1,61	0,17	27	1,7	1,66	0,11	Se acepta
Traslado de cabos limpios a Envarillado III	4,4	0,62	20	1,73	4,63	0,40	Se acepta

APÉNDICE 3

Factor de velocidad



CVG ALCASA

Operador de montacargas Envarillado III

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	C1	Buena	0,05
Condiciones	E	Aceptable	-0,03
Consistencia	C	buena	0,01
Factor de Actuación			0,09

Operador de tractor Linea III

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	B2	Excelente	0,08
Condiciones	E	Aceptables	-0,03
Consistencia	C	Buena	0,01
Factor de Actuación			0,12

Operador de tractor Linea IV

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	B2	Excelente	0,08
Condiciones	E	Aceptables	-0,03
Consistencia	C	Buena	0,01
Factor de Actuación			0,12

Operador de montacargas Linea III

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	C2	Buena	0,02
Condiciones	E	Aceptable	-0,03
Consistencia	D	Regular	0,00
Factor de Actuación			0,05

Operador de montacargas Linea IV

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad	B1	Excelente	0,11
Esfuerzo	D	Regular	0,00
Condiciones	F	Deficiente	-0,07
Consistencia	D	Regular	0,00
Factor de Actuación			0,04

Operador de montacargas Galpón de Enfriamiento

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad	B1	Excelente	0,11
Esfuerzo	C1	Buena	0,05
Condiciones	F	Deficiente	-0,07
Consistencia	E	Aceptable	-0,02
Factor de Actuación			0,07



APÉNDICE 4
Concesiones

CVG ALCASA



TOLERANCIA ASIGNADA AL OPERADOR DE MONTACARGAS ENVARILLADO III

SPTCIA. ING. IND.
PÁG. 01
DE 01

I.- FACTORES DE FATIGA		GRADO DE FACTORES (MARQUE CON UNA X)			
TIPO	DENOMINACIÓN	1	2	3	4
A	CONDICIONES DE TRABAJO				
	1.- TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input 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 type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACIÓN	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
c	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FÍSICO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" 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	POSICIÓN DE TRABAJO				
1.- PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	

TOTAL PUNTOS: 305
CONCESIONES POR FATIGA (%): 23
CONCESIONES POR FATIGA (min) 84

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 :

NECESIDADES PERSONALES : 5 %
DEMORAS INEVITABLES: 1 %

TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 29 %



TOLERANCIA ASIGNADA AL OPERADOR DE TRACTOR LINEA III

SPTCIA. ING. IND.

PÁG.. 01

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 checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
	2.- CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input 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 checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACIÓN	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
c	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FÍSICO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
D	POSICIÓN DE TRABAJO				
1.- PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	

TOTAL PUNTOS: 285
CONCESIONES POR FATIGA (%): 20
CONCESIONES POR FATIGA (min): 75

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 :

NECESIDADES PERSONALES : 5 %
DEMORAS INEVITABLES: 1 %

TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 26 %



TOLERANCIA ASIGNADA AL OPERADOR DE TRACTOR LINEA IV

SPTCIA. ING. IND.

PÁG.. 01

DE 01

I.- FACTORES DE FATIGA		GRADO DE FACTORES (MARQUE CON UNA X)			
TIPO	DENOMINACIÓN	1	2	3	4
A	CONDICIONES DE TRABAJO				
	1.- TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
	2.- CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input 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 checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACIÓN	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
c	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FÍSICO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
D	POSICIÓN DE TRABAJO				
1.- PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	

TOTAL PUNTOS: 285
CONCESIONES POR FATIGA (%): 20
CONCESIONES POR FATIGA (min): 75

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 :

NECESIDADES PERSONALES : 5 %
DEMORAS INEVITABLES: 1 %

TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 26 %



TOLERANCIA ASIGNADA AL OPERADOR DE MONTACARGAS LINEA III

SPTCIA. ING. IND.
PÁG.. 01
DE 01

I.- FACTORES DE FATIGA		GRADO DE FACTORES (MARQUE CON UNA X)			
TIPO	DENOMINACIÓN	1	2	3	4
A	CONDICIONES DE TRABAJO				
	1.- TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input 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 type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACIÓN	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
c	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FÍSICO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
D	POSICIÓN DE TRABAJO				
	1.- PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>

TOTAL PUNTOS: 315
CONCESIONES POR FATIGA (%): 24
CONCESIONES POR FATIGA (min): 87

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 :

NECESIDADES PERSONALES : 5 %
DEMORAS INEVITABLES: 1 %

TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 30 %



TOLERANCIA ASIGNADA AL OPERADOR DE MONTACARGAS LINEA IV

SPTCIA. ING. IND.

PÁG. 01

DE 01

I.- FACTORES DE FATIGA		GRADO DE FACTORES (MARQUE CON UNA X)			
TIPO	DENOMINACIÓN	1	2	3	4
A	CONDICIONES DE TRABAJO				
	1.- TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input 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 type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACIÓN	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
c	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FÍSICO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
D	POSICIÓN DE TRABAJO				
1.- PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	

TOTAL PUNTOS: 315
CONCESIONES POR FATIGA (%): 24
CONCESIONES POR FATIGA (min): 87

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 :

NECESIDADES PERSONALES : 5 %
DEMORAS INEVITABLES: 1 %

TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 30 %



I.- FACTORES DE FATIGA		GRADO DE FACTORES (MARQUE CON UNA X)			
TIPO	DENOMINACIÓN	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 type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>
	4.- NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACIÓN	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
c	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FÍSICO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
D	POSICIÓN DE TRABAJO				
1.- PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	

TOTAL PUNTOS: 325
CONCESIONES POR FATIGA (%): 26
CONCESIONES POR FATIGA (min): 93

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 :

NECESIDADES PERSONALES : 5 %
DEMORAS INEVITABLES: 1 %

TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 32 %

APÉNDICE 5

Formato control de varillas



CVG ALCASA

APÉNDICE 6

Formatos empleados



CVG ALCASA

Factor de actuación

	Grado	Factor	Ponderación
Habilidad			
Esfuerzo			
Condiciones			
Consistencia			
	Factor de Actuación		



ANEXO 1
Tabla T de Student

CVG ALCASA

**VALORES T DE STUDENT Y PROBABILIDAD P ASOCIADA EN
FUNCIÓN DE LOS GRADOS DE LIBERTAD**

gl	P (de una cola)									
	0.4	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.326	31.596
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.215	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.768
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.706
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
Infinito	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291



ANEXO 2
Sistema Westinghouse

CVG ALCASA

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

ANEXO 3

Criterios para el cálculo de concesiones



CVG ALCASA

Criterios de temperatura

La temperatura media probable de encontrar en la tarea diaria. (Las temperaturas dadas se refieren a países de climas templados).

- NIVEL 1. Temperatura controlada por medios mecánicos o eléctricos para el confort del personal, usualmente de 22 a 24 grados para personal inactivo o de oficina; 20 a 21 grados para trabajos de planta o normalmente activos.
- NIVEL 2. Temperatura controlada por los requerimientos del trabajo, en donde el calor es generado por las máquinas u hornos o es requerido para el procesamiento de materiales. La temperatura varía de 24 a 29 grados en trabajos en áreas interiores y de 27 a 32 grados en exteriores donde se dispone de circulación normal de aire.
- NIVEL 3. Temperatura controlada por los requerimientos del trabajo, en donde el calor es generado por las máquinas u hornos o es requerido para el procesamiento de materiales. La temperatura varía de 18 grados o por sobre 27 para personal inactivo o de oficina. Por debajo de 4° o por sobre 32 grados en trabajos exteriores o donde se dispone de circulación normal de aire.
- NIVEL 4. Temperatura por sobre 32° donde no se dispone de circulación normal de aire. Temperatura por sobre 35° o por debajo de 2° donde se dispone de circulación normal.

Criterios de ventilación

El suministro de oxígeno al sistema tiene un efecto considerable sobre la fatiga.

- NIVEL 1. Operaciones normales en exteriores o en facilidades con aire acondicionado; con el aire libre de olores.
- NIVEL 2. Facilidades normales de planta u oficina sin aire acondicionado donde pueden presentarse olores casualmente. El movimiento del aire es suplido normalmente por el movimiento del personal o de máquinas. No existe filtración del aire.
- NIVEL 3. Areas extremadamente pequeñas y cerradas donde el movimiento del aire es nulo. También, polvo proveniente del trabajo, sea cual sea el tipo de polvo. Humo limitado, bien sea extraño o generado por el operario.
- NIVEL 4. Condiciones extremadamente tóxicas. Humo y polvo. Nieblas desagradables que tienden a ser nauseabundas y perturbadoras desde el punto de vista mental, aunque no son peligrosas para la salud. El movimiento del aire no remueve los efectos.

Criterios de humedad

La humedad influye en el confort del trabajador. La humedad alta usualmente causa movimientos que no forman parte de la operación, tales como falta de concentración debido a la transpiración, uso de pañuelos o movimientos con las manos para abanicarse. Estos movimientos usualmente no se realizan o no se miden cuando se realiza el estudio de tiempos.

- NIVEL 1. Nivel de humedad normal y confortable, suplido por aire acondicionado o sistemas de calentamiento.No existe atmósfera seca o humeda (Usualmente 40% a 55% de humedad relativa con 21 a 23° de temperatura).
- NIVEL 2. Condiciones muy seca (Menos de 30% de humedad relativa). Alta humedad notoria al entrar a un sitio (60 a 85% de humedad relativa).
- NIVEL 3. Humedad relativa muy alta; la ropa se humedece al cabo de cierto tiempo (por sobre 80% de humedad relativa).
- NIVEL 4. Condiciones de gran humedad, tales como salas de vapor o exteriores bajo lluvia en donde debe usarse ropa especial.

Criterios de ruidos

El ruido causa fatiga a través del sistema nervioso.

- NIVEL 1. Nivel normal de ruidos experimentados en la oficina promedio o planta industrial que produce productos livianos (variaciones entre 30 y 60 decibeles). Música intermitente puede ser escuchada y disfrutada fácilmente.
- NIVEL 2. Areas extremadamente quietas donde el ruido está casi ausente tal como una biblioteca (menos de 30 decibeles). También un área donde el ruido es constante pero bastante alto tal como una latonería, calle de una ciudad, etc. La música podría no oirse con placer.
- NIVEL 3. Areas normalmente quietas con sonidos intermitentes o ruidos desconcertantes. Ruidos secos y por sobre los 90 decibeles (prensa, ribeteadora, etc). También ruidos que no son intermitentes pero por sobre los 100 decibeles.
- NIVEL 4. Ruidos de alta frecuencia intermitentes o constantes.

Criterios de iluminación

La iluminación influye directamente sobre la fatiga de los ojos, a menos que la iluminación sea tan pobre que implique la ejecución de movimientos extras de ciertas partes del cuerpo.

- NIVEL 1. Luz suplida por tubos fluorescentes u otra iluminación indirecta distanciadadas para producir de 20 a 50 pies-luz, suficientes para la mayoría de las aplicaciones industriales y de 50 a 100 para trabajos de oficina e inspección. La ausencia del deslumbramiento es aparente.
- NIVEL 2. El deslumbramiento ocasional es una parte inherente al trabajo o donde se requiere iluminación especial.
- NIVEL 3. El deslumbramiento contínuo es una parte inherente al trabajo. También trabajos que requieren el cambio contínuo de áreas iluminadas a áreas oscuras (menos de 5 pies-luz). Trabajos que requieren un efecto de persiana.
- NIVEL 4. Trabajos en ausencia de luz o donde la visión es imposible debido a la obstrucción. Los ojos no se usan realmente. Ejm. Salón oscuro de fotografía, operario trabajando debajo de una máquina, etc).

REPETITIVIDAD

Criterios de duración

La fatiga varía consistentemente con la cantidad de tiempo requerido para completar el trabajo y la obtención de la impresión de realización o completación de la tarea. Este es un factor psicológico que puede variar entre individuos, pero que varía de una tarea a otra.

- NIVEL 1. Operación o sub-operación que puede ser completada en un (01) minutos o menos.
- NIVEL 2. Operación o sub-operación que puede ser completada en quince(15) minutos o menos.
- NIVEL 3. Operación o sub-operación que puede ser completada en una (01) hora o menos.
- NIVEL 4. Operación o sub-operación que toma más de una (01) hora para completar.

Criterios de repetición del ciclo

La repetición del ciclo tiene gran efecto sobre la fatiga. Las operaciones del ciclo corto, pero que se repiten muchas veces durante el día crean una monotonía y efecto hipnótico que afecta adversamente a la productividad a medida que progresa el día.

NIVEL 1. Operaciones en las cuales el operario varía su patrón o puede programar su propio trabajo. Operaciones que varían de un día a otro o donde las sub-operaciones no pueden ser realizadas diariamente.

NIVEL 2. Operaciones con un patrón razonablemente fijo o las que se realizan bajo presión para su terminación. Las operaciones pueden variar de un ciclo a otro según la preferencia del operario, pero la tarea es regular.

NIVEL 3. Operaciones en donde la completación periódica está programada y es regular en ocurrencia o donde la completación de movimientos o patrones de planeación son hechos al menos 10 veces al día.

NIVEL 4. Operaciones en donde la completación de movimientos o patrones de planeación son hechos durante más de 10 veces al día. También operaciones pautadas por una máquina (la mayoría de las operaciones a destajo caen en esta categoría). Los operarios sufren de aburrimiento y falta de control.

Criterios de demanda física

Si bien el esfuerzo físico tiene un efecto real sobre la fatiga, si el esfuerzo es intermitente con descansos periódicos entre ciclos como parte de la tarea, este efecto disminuye. La tabla siguiente se aplica a diferentes situaciones.

	<u>Nivel aplicable</u>			
	Tiempo de duración del esfuerzo			
Esfuerzo manual	Hasta 15%	15 a 40%	40 a 70%	sobre 70
Hasta 5 libras			1	1
5 a 25 libras			1	2
25 a 60 libras		1	2	3
Sobre 60 libras	1	2	3	4

Añadase un nivel a cada uno de los anteriores, con un máximo de cuatro, si la tarea es realizada en posiciones de trabajos difíciles.

Criterios de demanda mental o visual

Este factor mide el grado de fatiga mental y visual obtenida a través de la concentración y coordinación de mente y vista. Depende del volumen y complejidad del trabajo, ciclo de aplicación y facultades mentales y visuales y de la intensidad de tal aplicación.

- NIVEL 1. Solamente atención mental o visual ocasional, dado que la operación es prácticamente automática o la atención se requiere sólo a intervalos distantes.
- NIVEL 2. Atención mental y visual frecuente, en donde el trabajo es intermitente o la operación comprende el esperar por alguna máquina o proceso para completar el ciclo, con alguna verificación.
- NIVEL 3. Atención mental y visual continua por razones de seguridad o de calidad, usualmente operaciones repetitivas que requieren una atención o actividad constante.
- NIVEL 4. Atención mental y visual concentradas en la distribución o ejecución de trabajos complejos que requieren gran precisión y gran calidad, o en coordinar un alto grado de destreza manual con atención visual concentrada por períodos largos de tiempo. También operaciones puramente de inspección en donde la verificación de la calidad es el objetivo principal

Criterios de posición

Las demandas físicas del cuerpo se consideran en la fatiga en cualquier momento, con excepción de los períodos de descanso. Las posiciones anormales de cualquier parte del cuerpo incrementan la fatiga, si no se produce el cambio de posición.

- NIVEL 1. Posición: sentado o una combinación de sentarse, pararse y caminar, donde los cambios de posición no están distanciados más de 5 minutos. Los brazos y cabeza permanecen a la altura normal.
- NIVEL 2. Parado o una combinación de pararse y caminar; el sentarse se permite sólo durante los períodos de descanso. También donde las manos y la cabeza permanecen en posiciones fuera de lo normal pero sólo por períodos menores de un (01) minuto.
- NIVEL 3. Operaciones que requieren el pararse constantemente en la punta de los pies o donde el trabajo requiere extensión de brazos y piernas.
- NIVEL 4. Operaciones donde el cuerpo permanece en posiciones extendidas o contraídas por largos períodos de tiempo, también donde la atención requiere de un cuerpo inmóvil.

ANEXO 4
Formato para el cálculo de
concesiones



CVG ALCASA



Concesiones por fatiga

SPTCIA. ING. IND.
PÁG. 01
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 type="checkbox"/>
	2.- CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
	3.- HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
	4.- NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
	5.- ILUMINACIÓN	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	REPETITIVIDAD				
	1.- DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
	2.- REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
c	ESFUERZO				
	3.- ESFUERZO FÍSICO	20 <input 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 type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
D	POSICIÓN DE TRABAJO				
	1.- PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>

TOTAL PUNTOS: 0
CONCESIONES POR FATIGA (%): 0
CONCESIONES POR FATIGA (min): 0

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 :

NECESIDADES PERSONALES : 5 %
DEMORAS INEVITABLES: 1 %

TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES:	6 %
--	------------