

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**ESTANDARIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DEL SISTEMA DE
MANEJO DE MINERAL EN LA PLANTA DE
CONCENTRACIÓN DE MINERAL DE CVG FERROMINERA
ORINOCO C.A., UBICADA EN CIUDAD PIAR, ESTADO
BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR EL BACHILLER
ROSALES T. ANGEL L.
PARA OPTAR AL
TÍTULO DE
INGENIERO
INDUSTRIAL**

CIUDAD BOLÍVAR, FEBRERO DEL 2.011

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado “**Estandarización de los tiempos del sistema de manejo de mineral en la Planta de Concentración de Mineral de CVG Ferrominera Orinoco C.A., ubicada en Ciudad Piar, Estado Bolívar.**”, presentado por el bachiller: **Rosales T. Angel L.** ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesora Lizzeth Páez
(Asesor)

Profesor Dafnis Echeverría

Jefe del Departamento de Ingeniería
Industrial

Ciudad Bolívar, febrero de 2011

DEDICATORIA

Primeramente a Dios Todopoderoso, que me permitió llegar a este mundo y vivir esta experiencia de aprendizaje junto a mis padres, mis ángeles guardianes y rodeado de buenos consejeros que siempre ayudaban; a levantarme cuando tropezaba en el largo camino para encontrar esta meta.

A mi madre Aracelis Tejeda de Rosales y mi padre Lorenzo Adolfo Rosales por la educación prestada y por los incesantes deseos de superación para conmigo. Os enseñaron que el dinero podrá irse, pero la educación siempre queda.

Con mucho agradecimiento a mi hermana Lorena Rosales por haberme ayudado y acompañado en los momentos más difíciles de esta etapa de mi formación espiritual y académica. Eres mi columna de apoyo y mi maestra pequeña. Con tu ejemplo; el que persevera alcanza.

A mis abuelos, Francisco Tejeda, Elena Arias y Ángela Rosales que no conocí porque mi Dios los llamo temprano. Pero que con amor, sé el orgullo que este logro causaría en ellos. Dios los tenga en su gloria.

Angel Rosales

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco enormemente a Dios padre, que me dio la fuerza necesaria para superar todos los obstáculos necesarios para cumplir esta tan anhelada meta.

A mi amada madre Aracelis Tejeda y estimado padre Lorenzo Rosales por haber creído en mi potencial e invertir toda su vida, para que su hijo querido logre las metas que se traza, como los grandes. Los quiero padres.

A mis compañeros que compartieron momentos importantes en mi formación académica, dando enseñanza de vida (Aldana Jesús, Carlos Sánchez, Esteban Rodríguez, etc.).

A los profesores que dictaron su cátedra con gran pedagogía, e hicieron sus materias pequeñas ciencias que debíamos comprender, para formar así el raciocinio necesario para ejercer la carrera de ingeniería. A usted profesora María Gabriela Casado que siempre estará en mi corazón como una de las mejores profesoras. “Usted enseñó dentro y fuera del aula.” A la profesora Raíza Rivas por su ardua exigencia que contribuyó a formar mi perfil profesional. A todo el personal de C.V.G. Ferrominera Orinoco por la oportunidad brindada para la culminación de esta meta. Y en especial al Departamento de Mantenimiento Mecánico.

Angel Rosales

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo estandarizar los tiempos del sistema de manejo de mineral en la planta de concentración de mineral de la Corporación Venezolana de Guayana Ferrominera Orinoco, ubicada en Ciudad Piar, estado Bolívar. Donde el mismo presentara el tiempo productivo que se ejecuta en las estaciones de trabajo durante todo el proceso, dicho proceso en la actualidad es representado por una línea de manejo de mineral; descarga, apilado, recuperado y carga de mineral. En cuanto a la metodología de trabajo se toman en cuenta el tipo y diseño de la investigación, la utilizada fue la descriptiva y de campo respectivamente; a través de la primera se desarrolla un análisis de la situación actual del proceso, tomando en cuenta todos los factores que están involucrados en el mismo, en cuanto al diseño, el método tomado fue el de campo, debido a que este permitió visualizar de manera directa el sitio de trabajo asignado para realizar el estudio, y además se logró interactuar con los responsables de las operaciones, con el fin de conocer sus opiniones y capacitaciones, con relación al proceso productivo, los mismos demostraron conocer su labor y su velocidad de desempeño fue constante. También se consultaron referencias bibliográficas que ayudaron a obtener bases para los cálculos utilizados en la determinación de los tiempos estándares, la combinación de las técnicas utilizadas sirvieron como instrumentos para detectar una serie de desviaciones presentes en el proceso productivo, como es el caso de la presencia de tiempos improductivos prolongados en las estaciones de trabajo carga y descarga del mineral. Además del objetivo del estudio de tiempo, este permitió al Departamento de Producción conocer la importancia e impacto que tiene este, para la planificación de la producción en la planta de concentración de mineral de C.V.G. Ferrominera Orinoco.

CONTENIDO

Página

| | |
|---|----|
| HOJA DE APROBACIÓN..... | ii |
| 1.1 Situación objeto de estudio..... | 3 |
| 1.2 Objetivos de la investigación..... | 5 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 5 |
| 1.3 Justificación de la investigación | 5 |
| 1.4 Alcance de la investigación | 6 |
| 3.1 Antecedentes de la investigación..... | 14 |
| 3.2 Bases teóricas de la investigación..... | 15 |
| 3.2.1 Ingeniería de métodos | 15 |
| 3.2.2.1 Medios gráficos:la representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo emplea generalmente siete tipos de diagramas según el Manual de Ingeniería Industrial, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas. Ellos son los diagramas de: a) Operaciones de proceso; b) Flujo del proceso; c) Recorrido; d) Interrelación hombre-máquina; e)Proceso para grupo o cuadrilla; f) Proceso para operario; g) Volumen, distancia y viaje del material. | 16 |
| 3.2.3.2 Objetivo del estudio de tiempos: entre los principales objetivos que se pueden citar están: | 19 |
| 3.2.4. Técnicas de cronometrado..... | 22 |
| 3.2.6 Tiempo promedio | 26 |
| 3.2.7 Desviación estándar | 26 |
| 3.2.8 Distribución t de Student..... | 27 |
| 3.2.8.1 Características de la distribución <i>t</i> de student: | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.2.9 Tabla de la distribución TStudent | 29 |
| 3.2.10 Método rango de aceptación | 31 |
| 3.2.15 Tiempo estándar | 40 |
| 4.2.2 Muestra de la investigación..... | 45 |
| 4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de la información | 46 |
| 4.3.1 Técnicas de recolección de datos..... | 46 |
| 4.3.2 Instrumentos de recolección de datos | 47 |
| 4.4 Técnicas de Ingeniería Industrial utilizadas | 47 |
| 5.1 Análisis de la situación actual del proceso de manejo de mineral..... | 49 |
| Conclusiones..... | 78 |
| 3. Los tiempos improductivos señalados son producto de apreciación empírica, es decir no se utilizó ninguna técnica para determinar los tiempos ya mencionados. Los mismos son producto de la mala organización del personal para con el trabajo a ejecutar. Una de ellas, la estación carga de vagones presenta una demora (40 min) cada 12 ciclos. Es decir, para una carga de 12 vagones de tiempo estándar 299,9 (5 min) deben esperar la demora ya señalada. Este cuello de botella se forma por la incapacidad del sistema automatizado. La gerencia aseguro que en corto tiempo se incorporara otra máquina recuperadora, que solventara según especificaciones de la mismas, la situación. | 78 |
| Recomendaciones para el Departamento de Operaciones de la Gerencia de Planta de Concentración de Hierro de Ferrominera Orinoco c.a. | 79 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| 2.1 Ubicación geográfica de la empresa C.V.G. Ferrominera Orinoco..... | 9 |
| 2.2 Estructura organizativa de la Gerencia de Planta de Concentración de Minerales..... | 12 |
| 2.3 Estructura organizativa de la Superintendencia de Producción..... | 13 |
| 3.1 Simbología de diagrama de procesos..... | 18 |
| 3.2 Curva de la distribución t de Student..... | 29 |
| 5.1 Línea de producción..... | 49 |
| 5.3 Nave de basculado..... | 51 |
| 5.4 colocale el nombre..... | 52 |
| 5.5 colocale el nombre..... | 54 |
| 5.6 Apilado en chevom..... | 55 |
| 5.7 Estructura de la recuperadora de mineral..... | 57 |
| 5.8 Secuencia de actividades del proceso de descarga de mineral..... | 61 |
| 5.9 Secuencia de actividades del proceso de apilado de mineral..... | 63 |
| 5.10 Secuencia de actividades del proceso de recuperado de mineral..... | 64 |
| 5.11 Secuencia de actividades del proceso de carga de vagón..... | 65 |
| 5.12 Tiempos improductivos descarga de vagones..... | 71 |
| 5.13 Tiempos improductivos carga de vagones..... | 72 |

LISTA DE TABLAS

| | Página |
|--|--------|
| 3.1 Distribución t Student. | 29 |
| 3.2 Porcentajes de calificación de destreza según Sistema Westinghouse. | 35 |
| 3.3 Porcentajes de calificación de esfuerzo según Sistema Westinghouse. | 36 |
| 3.4 Porcentajes de calificación de condiciones según Sistema Westinghouse. . | 36 |
| 5.1 Características de las pilas. | 56 |
| 5.2 Resumen de actividades..... | 66 |
| 5.3 Ciclo de estudio descarga de mineral. | 67 |
| 5.4 Ciclo de estudio carga de mineral..... | 68 |
| 5.5 Operaciones preliminares. | 70 |
| 5.6 Valores asignados en los factores de desempeño para cada operario en la estación descarga de mineral..... | 73 |
| 5.7 Porcentajes de las tolerancias de la estación descarga. | 74 |
| 5.8 Valores asignados en los factores de desempeño para el operario de la estación carga de vagones. | 75 |
| 5.9 Porcentajes de las tolerancias en la estación de carga..... | 76 |
| 5.10 Resumen de los tiempos del proceso descarga de mineral. | 77 |
| 5.11 Resumen de los tiempos del proceso de carga de vagones | 77 |

LISTA DE APÉNDICES

| | Página |
|---|--------|
| A | |
| HOJA DE APROBACIÓN..... | ii |
| CAPITULO I..... | 3 |
| SITUACIÓN A INVESTIGAR..... | 3 |
| 1.1 Situación objeto de estudio..... | 3 |
| 1.2 Objetivos de la investigación..... | 5 |
| 1.3 Justificación de la investigación..... | 5 |
| 1.4 Alcance de la investigación..... | 6 |
| CAPÍTULO III..... | 14 |
| MARCO TEÓRICO..... | 14 |
| 3.1 Antecedentes de la investigación..... | 14 |
| 3.2 Bases teóricas de la investigación..... | 15 |
| Tabla 3.1 Distribución TStudent..... | 29 |
| CAPITULO IV..... | 44 |
| METODOLOGÍA DE TRABAJO..... | 44 |
| 4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de la información | 46 |
| 4.3.1 Técnicas de recolección de datos..... | 46 |
| 4.4 Técnicas de Ingeniería Industrial utilizadas..... | 47 |
| CAPÍTULO V..... | 49 |

| | |
|--|----|
| ANÁLISIS e INTERPRETACIÓN de los resultaDOS | 49 |
| 5.1 Análisis de la situación actual del proceso de manejo de mineral..... | 49 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 78 |
| Conclusiones..... | 78 |
| 3. Los tiempos improductivos señalados son producto de apreciación empírica, es decir no se utilizo ninguna técnica para determinar los tiempos ya mencionados. Los mismos son producto de la mala organización del personal para con el trabajo a ejecutar. Una de ellas, la estación carga de vagones presenta una demora (40 min) cada 12 ciclos. Es decir, para una carga de 12 vagones de tiempo estándar 299, 9 (5 min) deben esperar la demora ya señalada. Este cuello de botella se forma por la incapacidad del sistema automatizado. La gerencia aseguro que en corto tiempo se incorporara otra máquina recuperadora, que solventara según especificaciones de la mismas, la situación. | 78 |
| Recomendaciones para el Departamento de Operaciones de la Gerencia de Planta de Concentración de Hierro de Ferrominera Orinoco c.a. | 79 |
| REFERENCIAS | 81 |
| APÉNDICE A..... | 84 |
| APÉNDICE B..... | 88 |
| APÉNDICE c..... | 90 |

INTRODUCCIÓN

En el nacimiento de toda empresa, se emplea un conjunto de expectativas en cuanto a su desarrollo y evolución, esto más que todo, orientado al nivel de producción que esta pueda alcanzar. Donde la eficiencia que pueda generar la funcionalidad de las operaciones productivas permitirá a la empresa asentar bases sólidas para construir la estructura empresarial deseada. Esto refleja la importancia de un estudio del factor productivo para evaluar periódicamente el rendimiento del mismo.

Los tiempos estándar constituyen información altamente confiable para estimar, la duración de prácticamente cualquier trabajo, tanto a nivel operacional industrial como a labores de oficina. Las aplicaciones son extensas y pueden ir desde la planificación de la producción, comparación de métodos alternativos, hasta la determinación de jornadas de trabajo y aplicación de sistemas de incentivos.

Existen varias técnicas para determinar los tiempos estándar, las cuales se han desarrollado desde inicios del Siglo XX, producto de la investigación de muchos ingenieros industriales en la búsqueda de métodos de trabajo que permitan un mejor uso de los recursos, menores tiempos de ejecución y mayor productividad. En este trabajo se resumen los principales métodos: el estudio de tiempos con cronómetro; lectura continua y vuelta a cero, creados a mitad del siglo.

Con el paso del tiempo, y con el nacimiento y desarrollo de los sistemas de información, no solamente se han logrado automatizar los sistemas de tiempos estándar sino que se han encontrado mucho más aplicaciones que las utilizadas a principios de este siglo, como consecuencia de los avances tecnológicos y las necesidades cada vez más exigentes de las organizaciones.

El propósito de este estudio se centra en realizar la estandarización de tiempo del proceso de manejo de mineral (fase 1) en la Planta de Concentración de Mineral de Hierro de C.V.G. Ferrominera Orinoco cía. en ciudad Piar, Estado Bolívar. Con el propósito de conocer los estándares y los mismos sirvan de base para: determinar la capacidad de la planta, mejoramiento del control de producción, ser una herramienta de ayuda para establecer estándares de producción y detectar los tiempos improductivos para ser disminuidos o descartarlos de ser posible.

El presente trabajo de grado se compone de cinco capítulos: Capítulo I, en este se presentan la formulación del problema, los objetivos general y específicos de la investigación. El Capítulo II, lo conforman los antecedentes, misión, visión, funciones y estructura organizacional de la empresa. El Capítulo III, está integrado por los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y el glosario de términos usados a través del trabajo. El Capítulo IV, incluye el tipo de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, y las técnicas de ingeniería industrial utilizadas. El Capítulo V está conformado por los análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Y finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y apéndices.

CAPITULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

La empresa de mineral de hierro del Orinoco compañía anónima, perteneciente a la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) Ferrominera Orinoco, es la pionera en el ramo de la extracción de hierro en el país. Ésta comercializa finos y gruesos del mineral, y pellas para altos hornos y reducción directa.

Ferrominera Orinoco empezó a desarrollar en la década de los 90, un proyecto denominado Planta de Concentración de Mineral de Hierro. El cuál se divide en dos fase, la primera llamada Sistema de Manejo de Mineral y la segunda Planta Concentradora de Mineral.

El avance de esta obra se ha ejecutado en un 60 %, implicando la culminación de la construcción de la fase I (donde se asentará la investigación) y un avance del 10% de la fase II.

La fase I está conformada por las operaciones de manejo de mineral, (descrita por los manuales de operaciones diseñados por la contratista española Duro Felguera) las cuales son: descarga, apilado, recuperado, y carga. Los elementos y equipos que intervienen en el funcionamiento de este sistema son: tolvas de recepción de mineral, cintas transportadoras, apiladora de mineral, recuperadora de mineral, y tolvas para cargar los vagones de mineral. Aparte de las instalaciones que forman el área de producción existe una “sala de control”, provista por computadoras y televisores que transmite imágenes de todo el funcionamiento del sistema.

Desde ésta sala se controlan cintas transportadoras, maquinaria de apilamiento y maquinaria de recuperado de mineral. Mientras que las operaciones de descarga y carga, dependen exclusivamente de la velocidad con que los operarios de esas estaciones de trabajo se desempeñen.

En la planta no existe un tiempo estimado para la descarga o carga de un corte de mineral (tren de mineral). Lo que conduce a un problema significativo, ya que la operación de descarga marca el ritmo de producción de la “fase I”, debido a que conduce la entrada del mineral al sistema. Mientras que el tiempo de operación de la estación de carga permite establecer la capacidad de despacho de la planta.

El desconocimiento de estándares de tiempo, trae como consecuencias que la planta no opere con eficiencia, debido a que no se cuenta con información ajustada y necesaria, para poder registrar la capacidad productiva, elaborar planificaciones de la producción, balance de líneas, estimar costos de operación, y crear una eficiencia en la ejecución de las operaciones mediante la eliminación de tiempos improductivos.

Con fines de interpretar los efectos que alteran el funcionamiento de la línea de producción de la Planta de Concentración de Mineral (GCPM), por causa de la ausencia de los tiempos estándares en las estaciones de trabajo descarga y carga de mineral. Se presentan algunas interrogantes que mostraran de forma genérica el funcionamiento del sistema o problemática existente:

¿Cómo se realizan las operaciones en las estaciones de trabajo descarga y carga de mineral?.

¿Qué relación existe entre las estaciones de trabajo automatizadas y no automatizadas?.

¿Cuáles son los tiempos de desocupación en las estaciones de trabajo descarga

y carga de mineral de GCPM?.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Estandarizar los tiempos del sistema manejo de mineral en la Planta de Concentración de Mineral de CVG Ferrominera Orinoco ubicada en Ciudad Piar, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Analizar la situación actual del proceso de manejo de mineral de GCPM.
2. Estimar los tiempos de las operaciones en las estaciones de trabajo descarga y carga de mineral.
3. Determinar los tiempos improductivos de las estaciones de trabajo descarga y carga de mineral.
4. Calcular los tiempos estándares de las estaciones de trabajo descarga y carga de mineral.

1.3 Justificación de la investigación

La Planta de Concentración de Mineral (GCPM), mediante este estudio dispondrá de información clara y veraz para registrar la capacidad productiva, elaborar planificaciones de la producción, balance de líneas, estimar costos de operación, y crear una eficiencia en la ejecución de las operaciones mediante la

eliminación de tiempos improductivos. Y así contribuir a la preparación de GCPM para la aprobación de normas de calidad en un futuro y sumarse como otra planta que opera bajo estándares optimizados.

Para la Universidad de Oriente esta investigación se justifica debido a que el estudiante pone en práctica los conocimientos adquiridos en dicha institución. Y para los estudiantes de Ingeniería Industrial, le servirá de guía para la ejecución de investigaciones similares.

1.4 Alcance de la investigación

La presente investigación comprende el compendio de información sobre la estandarización de tiempos en líneas de producción y estudio de las estaciones; descarga, apilado, recuperado y carga del sistema de manejo de mineral de GCPM. Se realizará una recolección de muestra en las estaciones de descarga y carga de mineral, para realizar el estudio de tiempos; que permitirá asignar a las estaciones de trabajo su correspondiente tiempo estándar. El mismo permitirá apreciar los valores de esfuerzo, fatiga, consistencia y condiciones de trabajo a lo que están expuestos los operarios en cada centro de trabajo.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Reseña histórica

Después del descubrimiento de reservas de hierro en Venezuela en el año 1783, el gobierno nacional otorgo concesiones a un grupo de persona extranjeras para que explotaran el mineral de hierro. En 1933 nace Iron Mines Co., y su similar en 1949 la Orinoco MiningCompany Co. Constituidas como empresas de capital privado con participación de inversionistas privados y extranjeros. Estas empresas edificaron las principales plantas que conforman hoy día Ferrominera Orinoco C.A (planta de pellas, planta de procesamiento de mineral, planta de trituración los barrancos y planta de briquetas).

El 26 de noviembre el Presidente de la República, Carlos Andrés Pérez, dictó el Decreto 580, que reserva al Estado venezolano la industria de la explotación del mineral de hierro y declara extinguidas -a partir del 1 de enero de 1975- las concesiones mineras otorgadas anteriormente a las empresas Iron Mines Company y Orinoco MiningCompany; asimismo deposita en la Corporación Venezolana de Guayana la responsabilidad de manejar la industria del hierro a nombre del estado venezolano y de llevar adelante todas las gestiones necesarias conexas a la realización del acto de nacionalización.

En 1976 inicia operaciones Ferrominera Orinoco C.A, a partir de este acontecimiento se activa las operaciones en algunas plantas que se encontraban inactivas por falta de inversión. En 1990 reinicia las operaciones la antigua planta de briquetas bajo tecnología midrex, (ese mismo año Ferrominera Orinoco C.A. alcanza record en su producción con 20.3 millones de toneladas)

El 1999 se presenta el proyecto para la construcción de la planta de concentración de mineral en ciudad Piar, estado Bolívar. Ya para 2007, la industria del hierro pone en funcionamiento la primera fase de la Planta de Concentración de Mineral de Hierro, la cual consta de una estación de carga y descarga, sistema de manejo de mineral y patios de apilamiento. Asimismo, arranca de manera inmediata la segunda etapa de este importante proyecto que contempla culminarse en el 2009.

El proyecto fue considerado parte de la nueva economía nacional, ha dicho al respecto el presidente de la República, Inversión para el progreso. La Planta de Concentración de Mineral de Hierro se construye desde 2004, mediante una inversión total de 645 millones de dólares, asumidos de manera conjunta por CVG Ferrominera y diversos entes del Estado. Su propósito es permitir el aprovechamiento de las amplias reservas de bajo contenido de hierro disponibles en el Cuadrilátero Ferrífero San Isidro del estado Bolívar, para asegurar que la industria nacional del hierro y acero cuente con la materia prima que necesita. (CVG Ferrominera Orinoco 2007)

2.2 Ubicación geográfica

C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A. está ubicada en Sur América, Venezuela, en el estado Bolívar en los Municipios Autónomos; Angostura y Caroní. La planta de concentración de mineral, está a 120 kilómetros de Puerto Ordaz, en la zona circundante a Ciudad Piar, Sur del estado Bolívar (Figura 2.1).

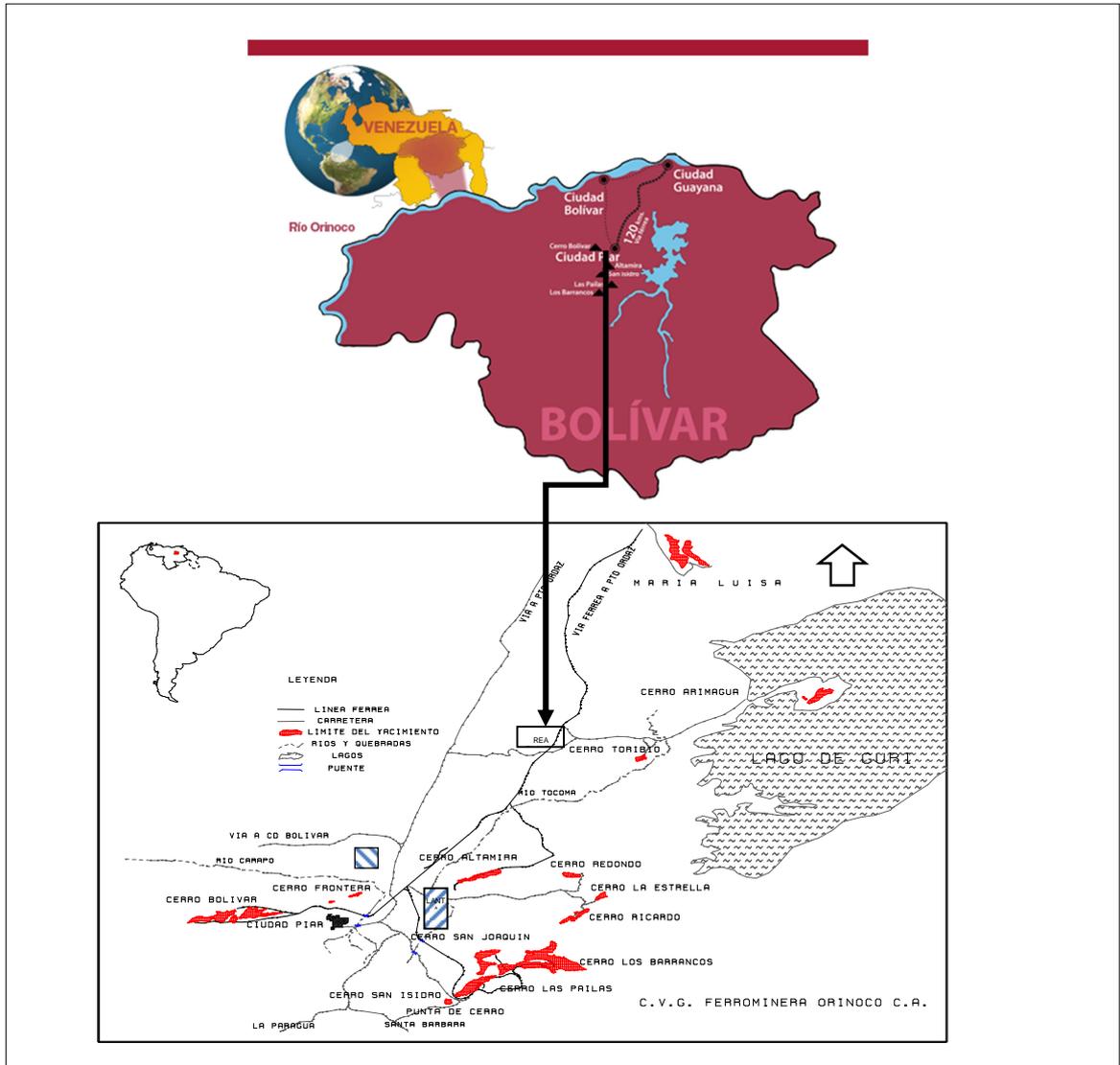


Figura 2.1 Ubicación geográfica de la empresa C.V.G. Ferrominera Orinoco.
(C.V.G. Ferrominera Orinoco 2003)

2.3 Referencia a la visión y misión

C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A., es una empresa dedicada a la producción y comercialización de hierro, con la siguiente filosofía de gestión.

2.3.1 Misión

Extraer, beneficiar, transformar y comercializar mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector siderúrgico nacional, manteniendo relaciones de producción que reconozcan como único valor creador al trabajo y apoyando la construcción de una estructura social incluyente.

2.3.2 Visión

Ser una empresa socialista del pueblo venezolano, administrada por el Estado, base del desarrollo siderúrgico del país, que responda al bienestar humano, donde la participación en la gestión de todos los actores, el reconocimiento del trabajo como único generador de valor y la conservación del medio ambiente, sean las fortalezas del desarrollo de nuestra organización.

2.3.3 Valores organizacionales

2.3.3.1 Solidaridad: Participación solidaria, manifestada en el desprendimiento personal, en el trabajo en equipo, en la colaboración recíproca, en el aprecio y respeto por lo que hace cada quien, y en la manifestación de la igualdad de todos.

2.3.3.2 Ética: Conducta con estricto apego a principios y valores morales, modelando nuestra actuación ante los demás, y desarrollando un impulso que nos convierta en ciudadanos justos, solidarios y felices.

2.3.3.3 Cultura de trabajo: Labor creadora y productiva, impulsada por la colaboración e iniciativa, con el fin de superar las diferencias y la discriminación entre el trabajo físico e intelectual y reconocer al trabajo como única actividad que genera valor y por tanto, que legitima el derecho de propiedad.

2.3.3.4 Calidad: Herramienta dinamizadora de la sustentabilidad y sostenibilidad de la actividad, con el fin de obtener productos de calidad, de tal modo que compitan exitosamente en el mercado nacional e internacionalmente en los países con los cuales se intercambian bienes y servicios.

2.3.3.5 Disciplina: Compromiso de cumplir con los deberes y obligaciones que nos exige el trabajo y la misión de la empresa, actuando ordenadamente para lograr los objetivos, cumpliendo con los valores éticos y haciendo lo que se debe de forma entusiasta.

2.3.3.6 Responsabilidad ambiental: Incentivo del modelo de producción ambientalmente sustentable, optimizando el uso de los recursos naturales y protegiendo, preservando, restaurando y mejorando el ambiente donde operamos.

2.4 Estructura organizativa de la Gerencia de Planta de Concentración de Minerales

C.V.G. Ferrominera Orinoco posee la estructura organizativa, en la cual muestra las más importantes dependencias de GPCM, esta estructura es de tipo

piramidal (horizontal), mediante la cual se refleja sus relaciones en orden jerárquico, es decir, las decisiones de los niveles superiores son acatadas por los niveles inferiores (figura 2.2).

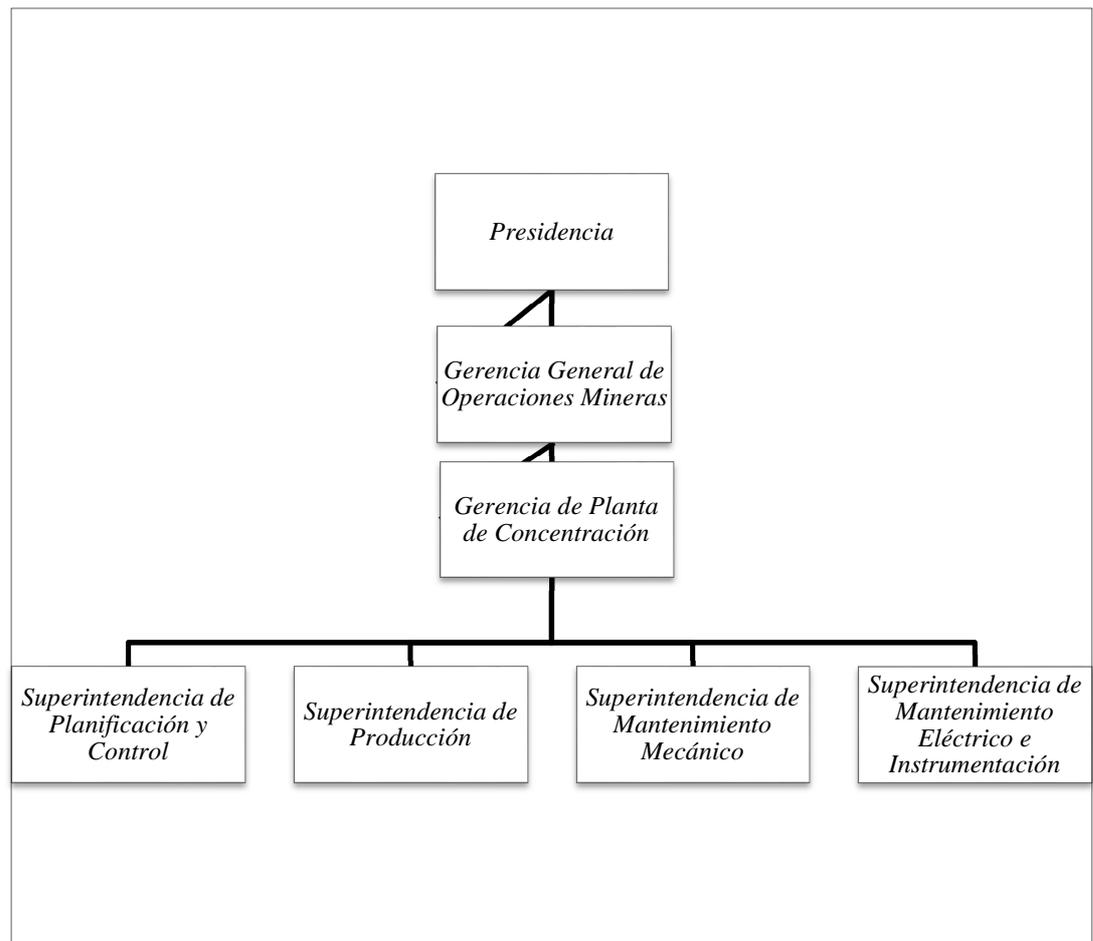


Figura 2.2 Estructura organizativa de la Gerencia de Planta de Concentración de Minerales.

La Superintendencia de Producción, es la responsabilidad de la operabilidad del Sistema de Manejo de Mineral. La cual cuenta con su estructura jerárquica (figura 2.3).

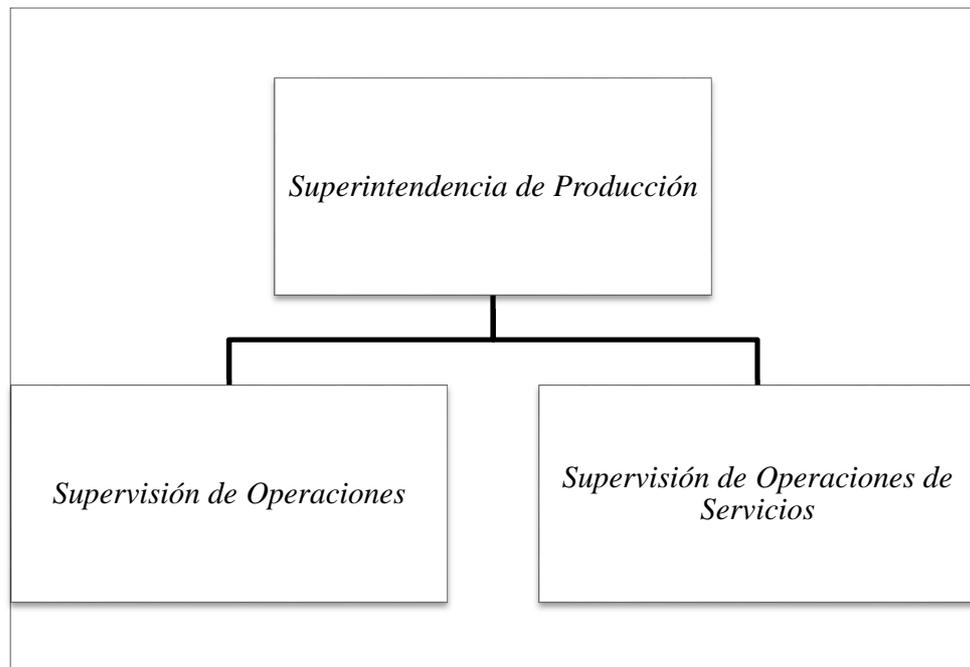


Figura 2.3 Estructura organizativa de la Superintendencia de Producción.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Monsalve, José (1999) en su trabajo de grado “ESTANDARIZACIÓN DE LAS OPERACIONES REALIZADAS POR EL PERSONAL CONTRACTUAL DE LA SUPERINTENDENCIA DE DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ” presentado a la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui. Concluyo que a través del tiempo estándar de las operaciones, es posible llevar a cabo el control de rendimiento del personal, así como, el seguimiento en la elaboración e implantación de procedimientos operacionales. En todo tipo de proceso, el estudio de tiempo es utilizado como herramienta importante, en el momento de analizar información para la programación y control de la producción, en el caso del sistema de manejo de mineral, a través del tiempo estándar se logrará determinar el nivel de rendimiento del personal en las estaciones no automatizadas y así poder diagnosticar la necesidad o no, de un adecuamiento al programa de trabajo que poseen las estaciones ya mencionadas.

López, Johanny (2002), en su trabajo de grado “ESTANDARIZAR EL TIEMPO DE GRANALLADO DE EL TALLER DE CILINDRO I Y II DE LA GERENCIA GENERAL OPERATIVA LAMINACIÓN EN FRÍO EN LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO. SIDOR”, expuesto ante el Instituto Politécnico Santiago Mariño (IUPSM), concluye; determinar las demoras que inciden durante la ejecución de las actividades de granallado, es una labor de suma importancia ya que muestran como éstas influyen de manera negativa en la planificación de la producción. La estandarización permite la detección de procesos de baja eficiencia y operación lenta, de aquí radica la importancia de analizar el sistema de manejo de

mineral y determinar si existen fallas y demoras en el mismo, si es el caso aplicar las respectivas mejoras para de esta forma contribuir en el aumento de la productividad y obtener procesos de mayor calidad.

Herrera, Ángel (2009), en su trabajo de grado “ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO TOMA DE MUESTRA EN LA PLANTA CARATAL DE C.V.G. MINERVEN UBICADA EN EL CALLAO, ESTADO BOLIVAR”, presentado a la Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar. Concluyo que los tiempos estándares son indicadores, que determinan si un proceso de trabajo está estandarizado o no, esto debido a que para la recolección de datos se necesita un entero conocimiento del método de trabajo. La estandarización de tiempos requiere de un seguimiento de las operaciones realizadas en las estaciones de trabajo para determinar los elementos a estudiar, de allí la vinculación con el estudio de tiempo realizado al sistema de manejo de mineral, ya que el mismo permitirá informar a la empresa si el método de trabajo sigue un estándar.

3.2 Bases teóricas de la investigación

3.2.1 Ingeniería de métodos

En 1932, el término fue desarrollado y utilizado por H.B. Maynard* y sus asociados, quedando definido en el manual de ingeniería industrial publicado por el autor ya mencionado, con las siguientes palabras:

"Es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente (y no antes), determina

por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por último (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal"

3.2.2 Seguimiento del trabajo

Es un procedimiento de observación continua que permite obtener información de las actividades realizadas por hombre y/o máquinas. Su utilización es basada en el conocimiento que se adquiere, por medio de las observaciones realizadas de forma continua, acerca de la relación que existe entre las demoras, los elementos de trabajo y el tiempo total de un proceso.

Para llevar a cabo la técnica de seguimiento de trabajo se debe observar las operaciones y diseñar un formato en el cual se indique las actividades observadas con sus respectivos tiempos de duración.

Los resultados del seguimiento del trabajo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo y para evaluar la utilización de los equipos.

3.2.2.1 Medios gráficos: la representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo emplea generalmente siete tipos de diagramas según el Manual de Ingeniería Industrial, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas. Ellos son los diagramas de: a) Operaciones de proceso; b) Flujo del proceso; c) Recorrido; d) Interrelación hombre-máquina; e) Proceso para grupo o cuadrilla; f) Proceso para operario; g) Volumen, distancia y viaje del material.

❖ El diagrama de flujo de procesos: son los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos

mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de:

Operación: Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.

Transporte: Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

Inspección: Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.

Demora: Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.

Almacenaje: Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

Actividad combinada: Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.

En la figura 3.1, se muestra la simbología del diagrama de proceso.

| NOMBRE | SIMBOLO |
|---------------------|---|
| Operación |  |
| Transporte |  |
| Demora |  |
| Inspección |  |
| Almacenaje |  |
| Actividad Combinada |  |

Figura 3.1 Simbología de diagrama de procesos.

3.2.3 Estudio de tiempos

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

3.2.3.1 Alcance: se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

3.2.3.2 Objetivo del estudio de tiempos: entre los principales objetivos que se pueden citar están:

- ❖ Para determinar el salario de vengable por esa tarea específica; para ello solo es necesario convertir el tiempo a valor monetario.

- ❖ Ayuda a la Planeación de la Producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándar después de haber aplicado la medición del trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en puras 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 estos 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, que 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 que facilitan la coordinación entre los obreros y las máquinas y proporcionan a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en casos de expansión.

- ❖ Ayuda a formular un sistema de costos estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota por hora fijada nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

3.2.3.3 División de la operación en elementos: Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de *therbligs* conocidos como "elementos". A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min), el observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min, son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento con tiempo aun más corto como lo es el de 0.02 min.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. De este modo los puntos terminales de los elementos pueden asociarse a los sonidos producidos, como cuando una pieza terminada en fundición, cuando una broca irrumpe en la pieza que se taladra y cuando un par de micrómetros se dejan en el banco o mesa del trabajo. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimientos distintivos.

Los analistas de tiempos de una misma compañía adoptan frecuentemente una división estándar de elementos para determinadas clases de máquina, con objeto de asegurar uniformidad al establecer puntos terminales. El tener elementos estándares como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándares.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.

2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.

3. No combinar constantes con variables.

4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.

5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación. Del mismo modo, los elementos constantes (o sea, aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico) deberían mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado).

Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (*breakingpoint*). La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento no incluye sonido alguno en su terminación. Tratándose de elementos de operaciones de corte, la

alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento. Cuando el elemento se repite, no es preciso describirlo por segunda vez, sino únicamente indicar en el espacio en que debería ir la descripción, el número con que se designó al aparecer por primera vez.

❖ Tipos de elementos del estudio de tiempos

Repetitivos: Están presentes en todos los ciclos de trabajo.

Casuales: Son esporádicos y aparecen en el ciclo de forma regular e irregular.

Constante: El tiempo de ejecución es fijo en todos los ciclos.

Variables: El tiempo de ejecución no es fijo en todos los ciclos, depende de ciertas características del proceso, procedimiento o equipo.

Manuales: Ejecutado por el operador.

Mecánicos: Realizados automáticamente por la máquina.

Dominantes: Su tiempo de duración es mayor que cualquier otro tiempo de los elementos realizados simultáneamente.

Extraños: No forma parte del trabajo, no tiene relación con el ciclo de acción.

3.2.4. Técnicas de cronometrado

Existen dos técnicas para realizar el cronometrado de una operación:

3.2.4.1 Lecturas de regreso vuelta a cero: esta técnica ("*snapback*") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continúa. 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.

W. O. Lichtner señala un inconveniente reconocido del método de regresos a cero, y es que los elementos individuales no deben quitarse de la operación y estudiarse independientemente, porque los tiempos elementales dependen de los elementos precedentes y subsiguientes. Si se omiten factores como retrasos, elementos extraños y elementos transpuestos, prevalecerán valores erróneos en las lecturas aceptadas.

Otra de las objeciones al método de regresos a cero que ha recibido considerablemente atención, particularmente de organismos laborales, es el tiempo que se pierde en poner en cero la manecilla. Lowry, Maynard y Stegemerten expresan: "Se ha encontrado que la manecilla del cronómetro permanece inmóvil de 0.00003 a 0.000097 de hora, en el momento del regreso a cero, dependiendo de la velocidad con la que se oprime y se suelta el botón del cronómetro".² Esto significaría una pérdida media de tiempo de 0.0038 min por elemento, o sea, 3.8% de error en un elemento que durase 0.10 min. Por supuesto, cuanto más corto sea el elemento, tanto mayor será el porcentaje de error introducido; y cuanto más largo sea el elemento, tanto menor será el error. Aun cuando analistas de tiempos experimentados tenderán, al hacer la lectura del cronómetro, a dar un margen por el "tiempo de regreso a cero" leyendo hasta el dígito superior inmediato, debe reconocerse que es posible tener un error acumulado considerable al emplear el método de regreso a cero. Los nuevos relojes electrónicos no tienen esta desventaja puesto que no se pierde tiempo al regresarlos a cero.

En resumen, la técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

- ❖ Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
- ❖ Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (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.

3.2.4.2. 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.

Por supuesto, como se mencionó antes, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

3.2.5 Tiempo estándar para una operación

Este constituye un denominador común o base para expresar una característica o fenómeno en términos cuantitativos. Ejemplos de estándares comunes son el metro, el segundo y el kilogramo. Como cualquier estándar esta unidad de medición es arbitraria, con el único requerimiento de que la población que va a usarlo este en completo acuerdo con ella y que la misma sea comunicable.

Un estándar no tiene por qué ser universal; solo tiene que haber un convenio entre la población que intenta usar ese estándar. Esta población podría consistir por ejemplo: en el personal de una planta dada.

3.2.6 Tiempo promedio

El tiempo promedio (T.P) es una medida aritmética del tiempo que transcurre al ejecutar una determinada tarea; se calcula de la siguiente forma:

$$TP = \frac{\sum X}{n} \quad ($$

Dónde:

X: es cada lectura de tiempo

n: es el número de lecturas tomadas.

3.2.7 Desviación estándar

Es una medida de dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Es una medida (cuadrática)

que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable. Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que representan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad a la hora de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

Expresión de la desviación estándar muestral:

$$\sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad ($$

Donde:

x_i : Valor de la muestra

\bar{x} : Promedio de las muestras

n : Cantidad de muestra

3.2.8 Distribución t de Student

En muchas ocasiones no se conoce σ y el número de observaciones en la muestra es menor de 30. En estos casos, se puede utilizar la desviación estándar de la muestra (s) como una estimación de (σ), pero no es posible usar la distribución Z como estadístico de prueba. El estadístico de prueba adecuado es la distribución t , sus aplicaciones en la inferencia estadística son para estimar y probar una media y una diferencia de medias (independiente y pareada).

3.2.8.1 Características de la distribución t de student:

1. Al igual que la distribución Z , es una distribución continua.
2. La distribución t tiene una media de cero, es simétrica respecto de la media y se extiende de $-\infty$ a $+\infty$ la varianza de t ($V/V-2$) para $V > 2$. Cuando los grados de libertad son suficientemente grandes la varianza de la distribución t tiende a 1.
3. Tiene forma acampanada y simétrica
4. No hay una distribución t , sino una "familia" de distribuciones t . todas con la misma media cero, pero con su respectiva desviación estándar diferente de acuerdo con el tamaño de la muestra n . Existe una distribución t para una muestra de 20, otra para una muestra de 22, y así sucesivamente.
5. La distribución t es más ancha y más plana en el centro que la distribución normal estándar como resultado de ello se tiene una mayor variabilidad en las medias de muestra calculadas a partir de muestras más pequeñas. Sin embargo, a medida que aumenta el tamaño de la muestra, la distribución t se aproxima a la distribución normal estándar (Figura 3.2).

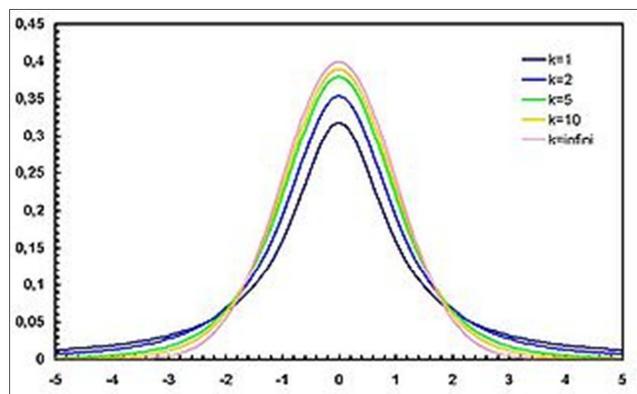


Figura 3.2 Curva de la distribución T de Student.

3.2.9 Tabla de la distribución TStudent

La tabla da áreas $1 - \alpha$ y valores $c = t_{1-\alpha, r}$, donde, $P[T \leq c] = 1 - \alpha$, y donde T tiene distribución t -student con r grados de libertad (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Distribución TStudent.

| r | $1 - \alpha$ | | | | | | | |
|-----|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 0.975 | 0.99 | 0.995 |
| 1 | 1.000 | 1.376 | 1.963 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 |
| 2 | 0.816 | 1.061 | 1.386 | 1.886 | 2.920 | 4.303 | 6.965 | 9.925 |
| 3 | 0.765 | 0.978 | 1.250 | 1.638 | 2.353 | 3.182 | 4.541 | 5.841 |
| 4 | 0.741 | 0.941 | 1.190 | 1.533 | 2.132 | 2.776 | 3.747 | 4.604 |
| 5 | 0.727 | 0.920 | 1.156 | 1.476 | 2.015 | 2.571 | 3.365 | 4.032 |
| | | | | | | | | |

Continuación de tabla 3.1.

| | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | 0.718 | 0.906 | 1.134 | 1.440 | 1.943 | 2.447 | 3.143 | 3.707 |
| 7 | 0.711 | 0.896 | 1.119 | 1.415 | 1.895 | 2.365 | 2.998 | 3.499 |
| 8 | 0.706 | 0.889 | 1.108 | 1.397 | 1.860 | 2.306 | 2.896 | 3.355 |
| | | | | | | | | |
| 9 | 0.703 | 0.883 | 1.100 | 1.383 | 1.833 | 2.262 | 2.821 | 3.250 |
| 10 | 0.700 | 0.879 | 1.093 | 1.372 | 1.812 | 2.228 | 2.764 | 3.169 |
| | | | | | | | | |
| 11 | 0.697 | 0.876 | 1.088 | 1.363 | 1.796 | 2.201 | 2.718 | 3.106 |
| 12 | 0.695 | 0.873 | 1.083 | 1.356 | 1.782 | 2.179 | 2.681 | 3.055 |

| | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13 | 0.694 | 0.870 | 1.079 | 1.350 | 1.771 | 2.160 | 2.650 | 3.012 |
| 14 | 0.692 | 0.868 | 1.076 | 1.345 | 1.761 | 2.145 | 2.624 | 2.977 |
| | | | | | | | | |
| 15 | 0.691 | 0.866 | 1.074 | 1.341 | 1.753 | 2.131 | 2.602 | 2.947 |
| | | | | | | | | |
| 16 | 0.690 | 0.865 | 1.071 | 1.337 | 1.746 | 2.120 | 2.583 | 2.921 |
| 17 | 0.689 | 0.863 | 1.069 | 1.333 | 1.740 | 2.110 | 2.567 | 2.898 |
| 18 | 0.688 | 0.862 | 1.067 | 1.330 | 1.734 | 2.101 | 2.552 | 2.878 |
| 19 | 0.688 | 0.861 | 1.066 | 1.328 | 1.729 | 2.093 | 2.539 | 2.861 |
| 20 | 0.687 | 0.860 | 1.064 | 1.325 | 1.725 | 2.086 | 2.528 | 2.845 |

| | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 21 | 0.686 | 0.859 | 1.063 | 1.323 | 1.721 | 2.080 | 2.518 | 2.831 |
| 22 | 0.686 | 0.858 | 1.061 | 1.321 | 1.717 | 2.074 | 2.508 | 2.819 |
| 23 | 0.685 | 0.858 | 1.060 | 1.319 | 1.714 | 2.069 | 2.500 | 2.807 |
| 24 | 0.685 | 0.857 | 1.059 | 1.318 | 1.711 | 2.064 | 2.492 | 2.797 |
| 25 | 0.684 | 0.856 | 1.058 | 1.316 | 1.708 | 2.060 | 2.485 | 2.787 |
| | | | | | | | | |
| 26 | 0.684 | 0.856 | 1.058 | 1.315 | 1.706 | 2.056 | 2.479 | 2.779 |
| 27 | 0.684 | 0.855 | 1.057 | 1.314 | 1.703 | 2.052 | 2.473 | 2.771 |
| 28 | 0.683 | 0.855 | 1.056 | 1.313 | 1.701 | 2.048 | 2.467 | 2.763 |
| 29 | 0.683 | 0.854 | 1.055 | 1.311 | 1.699 | 2.045 | 2.462 | 2.756 |
| 30 | 0.683 | 0.854 | 1.055 | 1.310 | 1.697 | 2.042 | 2.457 | 2.750 |
| | | | | | | | | |
| 40 | 0.681 | 0.851 | 1.050 | 1.303 | 1.684 | 2.021 | 2.423 | 2.704 |
| 60 | 0.679 | 0.848 | 1.046 | 1.296 | 1.671 | 2.000 | 2.390 | 2.660 |
| 120 | 0.677 | 0.845 | 1.041 | 1.289 | 1.658 | 1.980 | 2.358 | 2.617 |
| □ | 0.674 | 0.842 | 1.036 | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 |

3.2.10 Método rango de aceptación

Se especifica el intervalo de confianza (I) en función de la precisión del estimador (K) y la media de la muestra (\bar{X}), este intervalo indica el error de muestreo, es decir, cuanto puede ser la desviación del valor estimado. En este caso, se fija la precisión $k = 10\%$ y un coeficiente $C = 90\%$, exigiéndose entonces que el 90% de los valores registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentren dentro de este rango no se consideran representativas; por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer nuevos valores.

3.2.10.1 Intervalo de confianza: Se llama intervalo de confianza en estadística a un par de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Formalmente, estos números determinan un intervalo, que se calcula a partir de datos de una muestra, y el valor desconocido es un parámetro poblacional. La probabilidad de éxito en la estimación se representa por $1 - \alpha$ y se denomina nivel de confianza. En estas circunstancias, α es el llamado error aleatorio o nivel de significación, esto es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo.

3.2.11 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 registrarse para el estudio, 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.

3.2.11.1 Aspectos a tomar en cuenta en la estimación de los ciclos a estudiar:

1. El estudio debe hacerse por un número de ciclos que permita observar varias veces los elementos pocos frecuentes.

2. Cuando trabaje más de un operario en la misma tarea será mejor hacer un estudio breve (algunos 10 ciclos) de varios operarios espontáneamente, con preferencia a hacer un estudio largo a un solo operario.

3. El número de ciclos dependerá del grado de exactitud que se desee.

4. El número de ciclos varía en función de las variaciones de los tiempos de los elementos de la tarea.

Existen varios métodos que permiten determinar el número de observaciones a realizar para obtener una muestra representativa en el cálculo del tiempo estándar. Asimismo, se han creado nomogramas y ecuaciones para ayudar en la determinación del número de observaciones por efectuar; una de las ecuaciones para determinar el número requerido de lecturas para una exactitud dada, resulta de igualar $\frac{ts}{\sqrt{N}}$ a un porcentaje de x :

$$\frac{ts}{\sqrt{N}} = K\bar{x}$$

$$N = \left(\frac{ts}{K\bar{x}} \right)^2 \quad (3.4)$$

Dónde:

t : Valor de la tabla t Student

s : Desviación estándar de la muestra

\bar{x} : Valor promedio de la muestra

K : Porcentaje aceptable de \bar{x}

Siempre que sea posible, los estudios de tiempos deben efectuarse con trabajadores que posean velocidad o habilidad media y no con operarios muy rápidos o demasiado lentos. El trabajador representativo o trabajador medio en una clase de trabajo determinado, es el que posee la inteligencia y facultades físicas necesarias, la formación y experiencia suficientes para ejecutarlas con arreglos a normas de calidad aceptable, y cuya habilidad y rendimiento son el promedio dentro del grupo considerado.

3.2.12 Calificación de la actuación (Sistema de Westinghouse)

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. No hay ningún método universalmente aceptado para calificar actuaciones, aún cuando la mayoría de las técnicas se basan primordialmente en el criterio o buen juicio del analista de tiempos. 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.

La fórmula utilizada para el cálculo de la calificación de la actuación es la siguiente:

$$CV = 1 \pm C$$

Dónde:

C: es el Coeficiente de actuación del operador; se obtiene a través del Método Westinghouse.

3.2.12.1 La 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.

3.2.12.2 El esfuerzo o desempeño: 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. Es oportuno destacar que el factor de desempeño sólo se aplica a los elementos de esfuerzo realizados en forma manual; todos los elementos controlados por máquinas se califican con 100 %.

3.2.12.3 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.

3.2.12.4 La 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 las siguientes tablas 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 (tabla 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5)

Tabla 3.2 Porcentajes de calificación de destreza según Sistema Westinghouse.

| DESTREZA O HABILIDAD | | |
|----------------------|----|------------|
| 0.15 | A1 | EXTREMA |
| 0.13 | A2 | EXTREMA |
| 0.11 | B1 | EXCELENTE |
| 0.08 | B2 | EXCELENTE |
| 0.06 | C1 | BUENA |
| 0.03 | C2 | BUENA |
| 0 | D | REGULAR |
| -0.05 | E1 | ACEPTABLE |
| -0.1 | E2 | ACEPTABLE |
| -0.16 | F1 | DEFICIENTE |
| -0.22 | F2 | DEFICIENTE |

Tabla 3.3 Porcentajes de calificación de esfuerzo según Sistema Westinghouse.

| ESFUERZO O EMPEÑO | | |
|-------------------|----|------------|
| 0.13 | A1 | EXCESIVO |
| 0.12 | A2 | EXCESIVO |
| 0.1 | B1 | EXCELENTE |
| 0.08 | B2 | EXCELENTE |
| 0.05 | C1 | BUENO |
| 0.02 | C2 | BUENO |
| 0 | D | REGULAR |
| -0.4 | E1 | ACEPTABLE |
| -0.8 | E2 | ACEPTABLE |
| -0.12 | F1 | DEFICIENTE |
| -0.17 | F2 | DEFICIENTE |

Tabla 3.4 Porcentajes de calificación de condiciones según Sistema Westinghouse.

| CONDICIONES | | |
|-------------|--|-------------|
| 0.06 | | IDEALES |
| 0.04 | | EXCELENTES |
| 0.02 | | BUENAS |
| 0 | | REGULARES |
| -0.03 | | ACEPTABLES |
| -0.07 | | DEFICIENTES |

Tabla 3.5 Porcentajes de calificación de consistencia según Sistema Westinghouse.

| CONSISTENCIA | | |
|--------------|--|------------|
| 0.04 | | PERFECTA |
| 0.03 | | EXCELENTE |
| 0.01 | | BUENA |
| 0 | | REGULAR |
| -0.02 | | ACEPTABLE |
| -0.04 | | DEFICIENTE |

3.2.13 Tiempo normal

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

$$TN = TP \times C.V \quad ($$

Dónde:

TP: Tiempo promedio

CV: Calificación de la velocidad

3.2.13.1 Generalidades: el tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe reducirse para igualarlo al del trabajador normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

3.2.14 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.

3.2.14.1 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. Estudios detallados de producción demuestran la tolerancia de un %, por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones típicas de la empresa.

3.2.14.2 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:

❖ Condiciones de trabajo: a) Luz, b) Temperatura, c) Humedad, d) Frescura del aire, e) Color del cuarto y alrededores, f) Ruido

❖ Repetición del trabajo: a) Monotonía de movimientos semejantes del cuerpo, b) Cansancio muscular debido al esfuerzo de algunos músculos.

❖ Salud general del trabajador, física y mental: a) Estatura física, b) Dieta, c) Descanso, d) Estabilidad emotiva, e) 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.

3.2.14.3 Retrasos: existen dos tipos de retrasos:

❖ 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.

1. 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: a)

Limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina, b) Este debe ser clasificado como retraso inevitable, c) Valores típicos de las tolerancias.

3.2.15 Tiempo estándar

El tiempo estándar para una operación es el tiempo requerido para que un operario tipo medio calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación. El tiempo estándar se puede calcular mediante la expresión siguiente:

$$Te = Tn + (Tn \times \%tol.) \quad (3.7)$$

Donde:

Te: tiempo estándar

Tn: tiempo normal

% tol: porcentaje de tolerancias.

3.3Glosario de términos

Acarreo: amontonamiento de mineral en lugar específico para posterior proceso.

Alto tenor: presencia de hierro (Fe) mayor a 55% en la roca.

Angulo de talud: extremo de la pila de mineral.

Apiladora de mineral: El conjunto de la apiladora se desplaza sobre carriles, está compuesto de dos partes: la máquina apiladora, y el carro tripper. Su función es la de apilar mineral en el parque de almacenamiento.

Apilamiento: acumulación de mineral en pilas cónicas.

Bajo tenor: presencia de hierro (Fe) menor a 55% en la roca.

Bascula: es un peso incorporado a las cintas para determinar el flujo de mineral que esta manipula.

Chute: estructura metálica con compuerta y tres posicionamientos para cargar vagones, esta se encuentra adherida a la compuerta del silo y permite mediante un sistema hidromático abrir y cerrar su compuerta con tan sólo accionar una palanca.

Corte de mineral: es un tren de mineral.

Fe: hierro.

Flotación en columnas: Se basa en la modificación de la actividad superficial de los minerales por acción de reactivos químicos.

Fosa de Basculado: Bajo la nave de cubierta se dispone un foso subterráneo para albergar todo el equipamiento principal de recepción y extracción de minerales. Consiste en un foso de hormigón armado ampliamente dimensionado para soportar las cargas generadas por el equipamiento que aloja.

Gravimetría: es la acción de fuerzas gravitatorias y centrífugas.

Hidro-separación: Proceso de separación de las escorias del mineral por medio de presión de agua.

Homogenizado: proceso mediante el cual, el mineral es depositado en capas superpuestas hasta conformar las condiciones físicas y químicas de acuerdo a las especificaciones de los clientes.

Mineral fino: es todo aquel mineral que luego de la trituración presenta una granulometría de 5 mm o menos.

Mineral grueso: es todo aquel mineral que luego de la trituración presenta una granulometría entre 6mm y 10mm.

Nave de basculado: Se dispone de una nave de cubierta sobre la estación de descarga de vagones. Las dimensiones principales de la nave son 37.5 x 9.45 m y 8 m de altura. La ejecución de la nave está basada en perfiles de acero electrosoldado y disposición longitudinalmente y a porticado transversalmente. La nave está abierta lateralmente y con cubierta de techo.

Patio de almacenamiento: se conforma por 50m de ancho y 912m de largo, donde en los extremos de largo, se encuentran los rieles por los cuales se traslada la recuperadora y la apiladora.

Pila M1: primera pila de mineral.

Pilas M2: segunda pila de mineral.

Ranurada: superficie con canales rectos o inclinados para evitar deslizamiento.

Recuperado: mezcla de las capas superpuestas de mineral.

Separación magnética: Se basa en la diferencia de susceptibilidad magnética.

Tolvas: estructura para almacenar y expedir material granulométrico.

Vagones tipo tolvas: su estructura es de metal con compuertas en su parte inferior, con capacidad de 90t para mineral de alto tenor y 85t para mineral de bajo tenor. Está provisto de un sistema neumático, para que las compuertas del mismo abran con tan sólo presionar un botón.

Las definiciones presentadas en este segmento son del manual PCMH-MAN-A5-G0001 facilitado por la contratista Duro Felguera s.a. la cual es encargada de la construcción y puesta en marcha de la Planta de Concentración de Mineral de Ferrominera Orinoco c.a.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se especifica la metodología del proyecto, el cual contempla el tipo y diseño de la investigación, además de las técnicas y los procedimientos necesarios para realizar el estudio.

4.1 Tipo y diseño de la investigación

4.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo con Sabino, C. (1992), define a la investigación descriptiva como "aquella que se prepara a conocer un grupo homogéneo o fenómenos utilizando criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto su estructura o comportamiento." P. 89. "La investigación desarrollada en este proyecto es del tipo descriptiva, ya que, por medio de ella, se lleva a cabo un análisis de la situación actual y detalla del proceso de manejo de mineral, detallando aspectos y características donde se detectan las posibles desviaciones que afectan de manera continua o discontinua la eficiencia del proceso.

4.1.2. Diseño de investigación

La investigación de campo es definida por Sabino, (1992) "es el proceso mediante el cual los datos son recogidos en forma directa por el investigador con el fin de describirlo y explicar sus causas y efectos hasta entender su propia naturaleza" P. 123.

Se puede definir como una investigación de campo debido a que la recolección de los datos e información se realizó directamente en los sitios de trabajo, específicamente en la planta de concentración de mineral (GPCM) de CVG Ferrominera Orinoco C.A., a través de entrevistas no estructuradas a los encargados de cada área, y con la finalidad de tener una visión amplia de cada etapa del proceso en estudio.

4.2 Población y muestra de la investigación

4.2.1 Población

Arias, (1998) define a la población como: “el conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que representan características comunes afines, también se le define como cualquier conjunto de individuos o de objetos que poseen alguna características común, susceptible de observación y sobre la cual se generalizan las conclusiones de la investigación”. (P.91).

En la presente investigación la población se encuentra representada por el proceso de manejo de mineral (descarga, apilamiento, recuperado y carga) que se realiza en la Planta de Concentración de Mineral de la empresa C.V.G. Ferrominera Orinoco, C.A, Ubicada en una zona a 15 Km de Ciudad Piar, Estado Bolívar, Venezuela.

4.2.2 Muestra de la investigación

Según Arias, (1998) la conceptualiza como “la porción de la población que se selecciona aleatoriamente para fines de análisis. Debe ser representativa, es decir, que cada uno de los elementos de la población tenga la misma oportunidad de ser seleccionado para su estudio”P.92.

La muestra de la investigación se define como no probabilística, debido a que se seleccionó el proceso de manejo de mineral de la planta de concentración de mineral de CVG Ferrominera Orinoco C.A., así pues la población está conformada por las estaciones automatizadas (apilado, recuperado) y no automatizadas (descarga y carga) de la línea de producción de GCPM. Para la ejecución del estudio de tiempos se requirió de tomas de muestra por observación directa. La cual está totalmente desligada a la muestra de la investigación antes mencionada, ya que esta muestra por observación directa se vincula directamente con la realización del estudio de tiempos.

Se recolecto inicialmente una muestra de 20 ciclos (muestra piloto) para estación descarga y 10 ciclos estación carga, a partir de ellas se determinara por ecuaciones estadísticas el número de ciclos necesarios para realizar el estudio de tiempos.

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de la información

4.3.1 Técnicas de recolección de datos

Observación directa: se utilizó como medio para conocer las operaciones realizadas en el manejo de mineral de la Planta de Concentración de mineral perteneciente a la empresa C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A., por medio de la cual, podemos obtener información muy importante de acuerdo a la experiencia del personal encargado de realizar las operaciones productivas, además de poder observar fallas presentes en el proceso.

Entrevistas no estructuradas: Se realizaron entrevistas conformadas por una serie de preguntas no estructuradas al personal de los diferentes niveles de la organización entre ellos Superintendentes, Jefe de División, Jefe de Departamentos,

Jefe de Sección, Supervisores y personal Obreros. Con el objeto de obtener información del proceso productivo de la empresa y hacer un enfoque en el muestreo, conocer sus funciones y responsabilidades dentro de la misma, necesario para desarrollar la investigación.

Consultas Académicas e Industriales: se consultó a los tutores académicos e industriales, para establecer las pautas que conllevo la realización del estudio y obtener orientación de los pasos a seguir para atacar el problema y aclarar dudas referentes al trabajo.

Revisión bibliográfica: consiste en la consulta, recolección y análisis de libros, informes, prácticas operativas, manuales de procedimientos y todo tipo de material documental relacionados con el objeto en estudio y que sirvan para el desarrollo de la investigación.

4.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Cuaderno y Lápiz: los cuales fueron utilizados para realizar las anotaciones pertinentes en la ejecución del estudio.

Cronometro digital: con este se realizó la toma de tiempos vuelta a cero.

Cinta métrica: utilizada para medir el recorrido de los vagones dentro de la fosa de descarga.

4.4 Técnicas de Ingeniería Industrial utilizadas

Estandarizar el tiempo de manejo de mineral, implicó la utilización de técnicas de estudios, muestreo de trabajo y tiempo estándar, recibidas en materias del 6º

semestre como Ingeniería de Método y técnicas de Control de Calidad; también se utilizan las herramientas estadísticas proporcionadas en los semestres 5º, 6º y 7º así como; control estadístico de proceso y estimación de muestras. Además se utilizarán flujo-gramas y diagramas de identificación, que servirán para hacer cualquier tipo de representación esquemática de los procedimientos y procesos.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Análisis de la situación actual del proceso de manejo de mineral

El sistema de manejo de mineral está compuesto por dos sub-conjuntos o líneas denominadas: circuito 1 (estación descarga y apilado de mineral) y circuito 2 (recuperado de mineral y carga de trenes). Estos circuitos se fusionan para llevar a cabo el proceso de homogenización de mineral, en la figura 5.1 se muestra una perspectiva general del proceso.

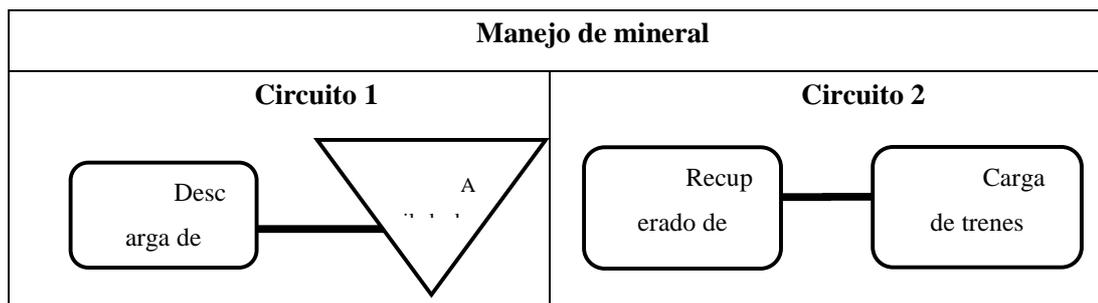


Figura 5.1 Línea de producción.

El tope del circuito 1 se logra cuando el mismo a conformado dos pilas con 302.626 tn respectivamente, cuando se conforme por lo mínimo, una de las dos pilas a conformar es que se podrá proceder con el recuperado de mineral y posterior carga de trenes. Es decir, el sistema funciona en base a las 2 pilas M1 y M2. Mientras el apilador este conformando M1 el recuperador estará recuperando M2 y viceversa (Siempre existirá mineral en inventario).

5.1.1 Descarga de mineral

La Estación de Descarga de mineral de hierro es alimentada por trenes que se componen por vagones tipo tolva de 11,316 m de longitud y 90 t de capacidad de mineral de hierro de alto tenor. Ésta dispone de dos tolvas 02-HP001 y 02-HP002 de recepción del mineral, de 135 m³ (~310 t de capacidad efectiva de mineral de alto tenor) cada una. En las bocas de salida inferiores de las tolvas se dispone de sendos alimentadores de banda, CM-04-01 y CM-04-02, para realizar la extracción y transferencia, (La capacidad de extracción de estas correas es regulable eléctricamente variando su velocidad) hacia la correa CM-04-03 de conexión con el patio de almacenamiento (figura 5.2).

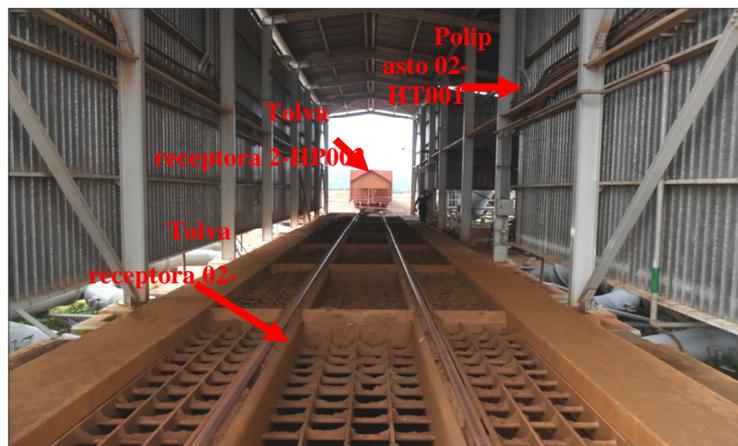


Figura 5.2 Fosa de descarga de mineral.

5.1.1.1 Nave de basculado: Se dispone de una nave de cubierta sobre la estación de descarga de vagones. Las dimensiones principales de la nave son 37.5 x 9.45 m y 8 m de altura. La nave está abierta lateralmente y con cubierta de techo. Esta sólo alberga 3 vagones, por el cual la descarga de mineral se realiza en ciclos que comprenden la cantidad de vagones ya mencionada (figura 5.3).



Figura 5.3 Nave de basculado.

5.1.1.2 Descripción de la operación: la operación de la descarga de trenes se realiza de forma manual, donde 3 operarios manipulan las compuertas del fondo de cada vagón, mediante los dispositivos neumáticos que las controlan. El supervisor de la estación de descarga debe coordinar el movimiento del tren, a través de la estación y el basculado del material dentro de las tolvas receptoras, este capta las señales de semáforos situados en la estación (Semáforo en rojo indica no abrir compuertas del vagón, semáforo en verde indica abrirlas) y las comunica a los operarios. En caso de que el supervisor dé la señal de abrir compuertas, los operarios accionan el botón neumático del vagón correspondiente para abrir, luego verifican la caída del mineral a las tolvas, limpian los rieles para evitar el descarrilamiento del tren, e informan al supervisor que están listos para la descarga de los siguientes vagones. El supervisor una vez enterado, inspecciona si hay obstrucciones en los rieles y luego coordina la entrada de los nuevos vagones cargados a la estación (figura 5.4).



Figura 5.4 posicionamiento de vagones.

Una vez realizada la descarga existe un grupo de cintas transportadoras, que conducen el mineral desde las tolvas receptoras hasta la siguiente estación de trabajo que es la de apilado de mineral. Vale destacar que las únicas cintas transportadoras que poseen reguladores de velocidad son las correas extractoras que posee cada tolva, esto

para controlar el flujo de mineral que se va a enviar a la siguiente estación. Todas las demás poseen velocidades constantes.

5.1.1.3 Rendimiento del sistema: la GPCM tiene un plan de producción basado en laborar 6 días a la semana con 2 turnos de trabajo por día. La estación de descarga recibe 140 vagones tipo tolva por turno, realizando una descarga de 12600tn. Esta cantidad de tonelada descargada representa el trabajo total realizado en un turno de trabajo.

5.1.2 Apilado de mineral

5.1.2.1 Descripción general: El conjunto de la apiladora se desplaza sobre carriles, está compuesto de dos partes: la máquina apiladora, y el carro tripper. Su función es la de apilar mineral en el parque de almacenamiento. En el carro tripper, el ramal superior de la correa del parque es obligado a realizar un lazo de manera que el material transportado por la correa del parque puede ser vertido sobre el transportador de la pluma.

❖ Pluma: Compuesta principalmente por una cinta transportadora (CM-04-05). Con velocidad constante de 4.5 m/s, ancho de banda 1524mm y 25m de largo. Con estas características en la cinta, la pluma puede apilar 5400 tn/h, siempre y cuando se cargue en la cinta 1.5 tn por cada 4.5m. Esta cinta es la responsable de llevar el mineral desde el punto de transferencia interno (paso de mineral de CM-04-04 a CM-04-05) de la apiladora hasta el patio de apilado (figura 5.5).



Figura 5.5 apiladora de mineral

5.1.2.2 Descripción de operación de apilado: La apiladora de mineral puede funcionar en los siguientes modos:

1. Local. Mandos a pie de motores.
2. Manual. Mandos en pupitre de mandos en cabina.
3. Automático-cabina. Mandos en panel táctil cabina.
4. Automático-remoto. Mandos en pantallas SCD sala de control.

El modo de funcionamiento habitual de la apiladora es en modo “automático-remoto” en caso de paradas de mantenimiento esta funcionara en modo “local”, en caso de fallas en el sistema habitual de operación se operara con los modos “manual” o “automático-cabina” hasta restablecer el modo de funcionamiento habitual (Los modos “automático-cabina” y “manual” no deben de utilizarse como modo habitual de operación).

El modo de funcionamiento “automático-remoto” se realiza mediante una programación que lleva a cabo el operador de la sala de control de GPCM. Para la labor de apilado el operario ejecuta las siguientes acciones:

1. El operador de la máquina realiza una inspección preliminar de los rieles, por los cuales va a circular el apilador y de las partes principales de la misma (pluma y carro tripper). De existir obstrucción, la limpia.
2. Aprueba el funcionamiento de la máquina.
3. El operador se traslada al puesto de trabajo (cabina de la apiladora).
4. Desde la sala de control se coloca en operación la apiladora.
5. El operador inspecciona con riguroso cuidado el funcionamiento de la apiladora y el proceso que realiza la misma.

El tipo de apilado utilizado actualmente es el apilado en Chevom, el cual consiste en verter el mineral de forma que el movimiento de traslación en la dirección adecuada, sea continuo, de esta forma el caudal vertido conformara la Pila uniforme(figura 5.6).

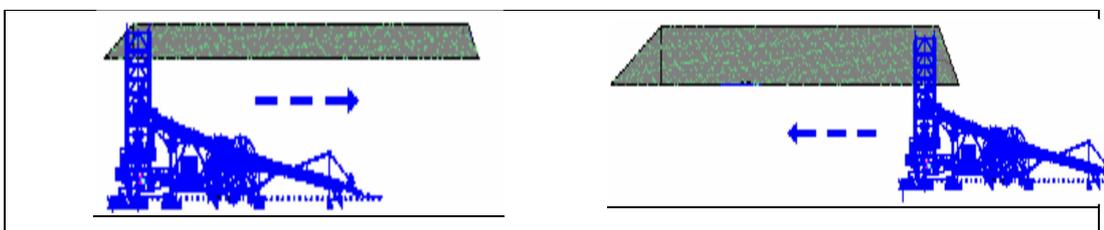


Figura 5.6 Apilado en chevom.

Las características de las mismas se señalan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Características de las pilas.

| Parámetros de pilas chevom | | |
|---|---------|---------|
| Valores previstos | Pila M1 | Pila M2 |
| Altura | 1700cm | 1700cm |
| Punto inicial | 0 mts | 493 mts |
| Longitud apilada entre puntos de vertido. | 412 mts | 412 mts |
| Angulo de talud | 34° | 34° |

5.1.2.4 Capacidad de apilado del sistema: la máxima capacidad de apilado es de 43200 por turno. Pero actualmente se apilan 12600 tn por turno, representando un 29,1 % de la capacidad máxima. Este plan de producción presenta bajo requerimiento en las cantidades de apilado, porque la estación de descarga de mineral trabaja a un ritmo de producción desconocido y por ende inconsistente, generando un desconocimiento del tiempo productivo que se efectúa en dicho puesto de trabajo.

5.1.3 Recuperado de mineral

5.1.3.1 Descripción general: la recogedora es una máquina tipo puente, usada para recuperar mineral de hierro de una pila de almacenamiento. Consta principalmente de un puente con un cabezal fijo y otro pendular, correa extractora, 2 ruedas de cangilones, 2 carros (portantes de los rodetes y los rastrillos) y rastrillos para uniformar el corte de la pila. La máquina se desplaza sobre dos carriles de rodadura situados uno a cada lado de las pilas. El mineral se recoge longitudinalmente entre los dos carriles. El giro de las ruedas de cangilones junto con el desplazamiento de los carros y el avance del puente, recoge el mineral y lo vierte sobre la correa extractora que a través de una tolva de transferencia lo deposita en la correa transportadora del parque, situada a lo largo de uno de los carriles (figura 5.7).

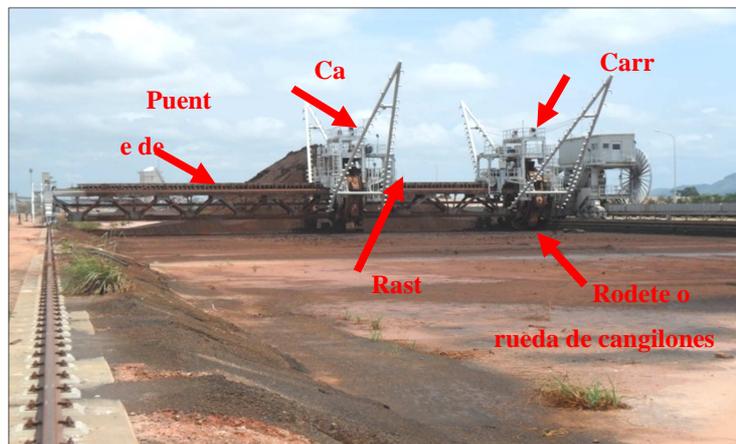


Figura 5.7 Estructura de la recuperadora de mineral.

5.1.3.2 Descripción de operación de recuperado: La Recuperadora se comandar desde los controles instalados en la propia máquina o desde el SCD instalado en la sala de control central. Esto da como resultado cuatro modos de funcionamiento: local, manual, automático-cabina y automático-remoto. Para las operaciones de recogida en explotación normal los modos efectivos y adecuados de funcionamiento son en automático, desde sala de control central.

Una vez conformada las pilas M1 ó M2 con las medidas óptimas (44m de ancho y 17 m de alto), se procede a la operación de recuperado de la siguiente forma:

- 1 El operador de la máquina realiza una inspección preliminar de los rieles por los cuales va a circular la recuperadora y de las partes principales de la misma (rodetes y puente). De existir obstrucción, la limpia.

- 2 Aprueba el funcionamiento de la máquina.

- 3 El operador se traslada al puesto de trabajo (cabina de la recuperadora).

- 4 Desde la sala de control se coloca en operación la recuperadora.

- 5 El operador inspecciona con riguroso cuidado el funcionamiento de la recuperadora y el proceso que realiza.

5.1.3.3 Capacidad productiva: La recuperadora tiene una capacidad máxima de 1800 tn/h para enviar el mineral desde el patio del parque hasta las cintas transportadoras que conducen el mineral hasta los silos de la estación de descarga. Trabajando las 8 horas del turno recuperara 14400 tn/turno.

5.1.4 Carga de mineral

5.1.4.1 Descripción general: La estación de carga de ferrocarril consta fundamentalmente, de un silo metálico, con una capacidad mínima de 1.100 toneladas cuando la densidad del producto a almacenar sea de 2.300 kg/m³ y de 1.300 toneladas con la densidad máxima de 2.700 kg/m³. El silo cuenta con una boca de descarga con diámetro aproximado de 10,50 metros, denominada “tolva de carga”. Por su parte superior, a una altura de aproximadamente 27,141 metros sobre el suelo, recibirá el material por medio de la cinta CP-04-15b, que pueden suministrar hasta 3000 ton/h de material.

La boca de cada silo dispone de un sistema de cierre con doble seguridad (compuerta de silo y chute), de forma que se pueda detener la salida de material en caso de fallo del cierre principal. El sistema de cierre consta de dos válvulas de guillotina accionadas hidráulicamente, siendo el tiempo máximo estimado de cierre ó apertura totales de 2 segundos.

5.1.4.2 Descripción de la operación descarga de mineral: la estación de descarga necesita operaciones preliminares, para ejecutar la carga de vagones estas operaciones son:

El operario al llegar a la estación de descarga, se dirige y activa la fuente de poder (electricidad), luego se dirige a la cabina de la estación, específicamente al tablero de control, desactiva la parada de emergencia (esta se activa una vez terminada la operación de descarga en el turno), acciona botón para cargar sistema hidráulico, sitúa chute para descarga, y por último abre la compuerta del silo. Sumado a esto la estación debe esperar el llenado del silo que tarda 38,6 min. Cuando la recuperadora trabaja a su máxima capacidad.

Cumplidas las operaciones preliminares se procede a la carga de vagones tipo tolva con características similares a los presentados en la estación de descarga de mineral. El modo de operación para la carga de vagones se concibe como un sistema semiautomático en el cual el operario, desde un puesto de control ubicado en una cabina (con visibilidad de la parte superior de cada vagón), será el encargado de la apertura y cierre del chute, logrando de esta manera un correcto llenado de cada vagón. Para ello, el tren se debería desplazar a una velocidad constante durante todo el proceso de carga de los vagones, pero debido a que existe un cuello de botella en esta estación la velocidad del tren se adapta a las necesidades de la misma, esto requiere de que el operador del tren este en permanente comunicación con el operador de la estación de carga y realizar la carga según la capacidad que la misma estación permita.

A continuación se muestra de forma gráfica, la secuencia de las operaciones de los distintos procesos de manejo de mineral.

Secuencia de actividades del proceso de descarga de mineral (figura 5.8).

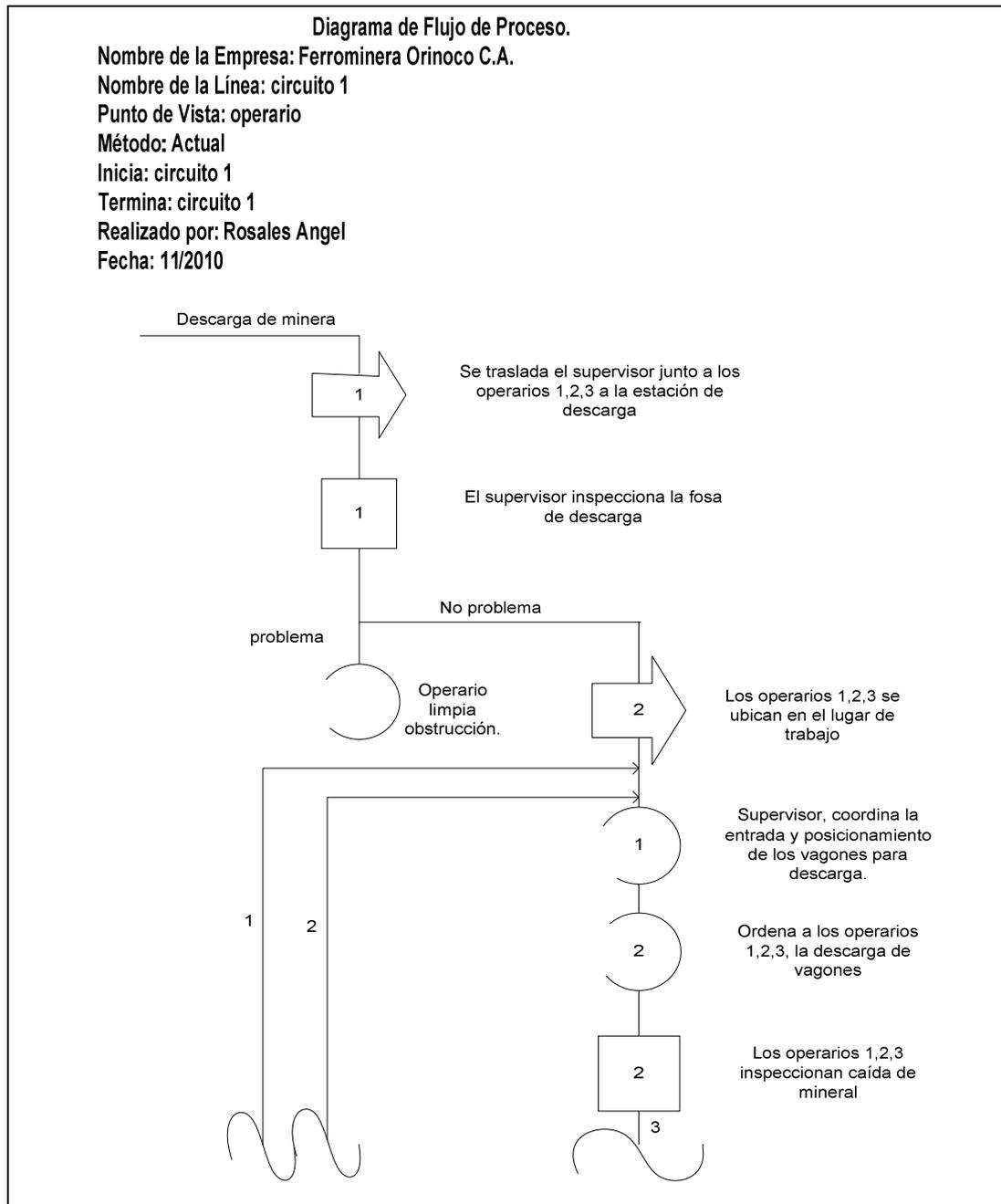
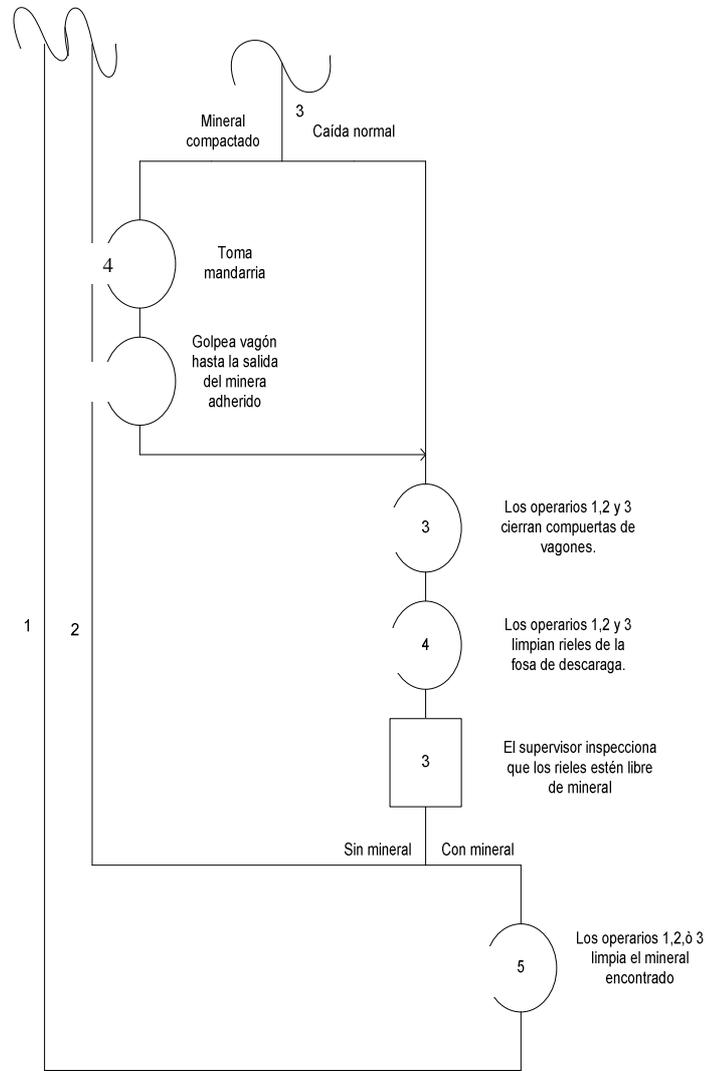


Figura 5.8 Secuencia de actividades del proceso de descarga de mineral.

Continuación figura 5.8.

Página 2



Secuencia de actividades del proceso de apilado de mineral (figura 5.9).

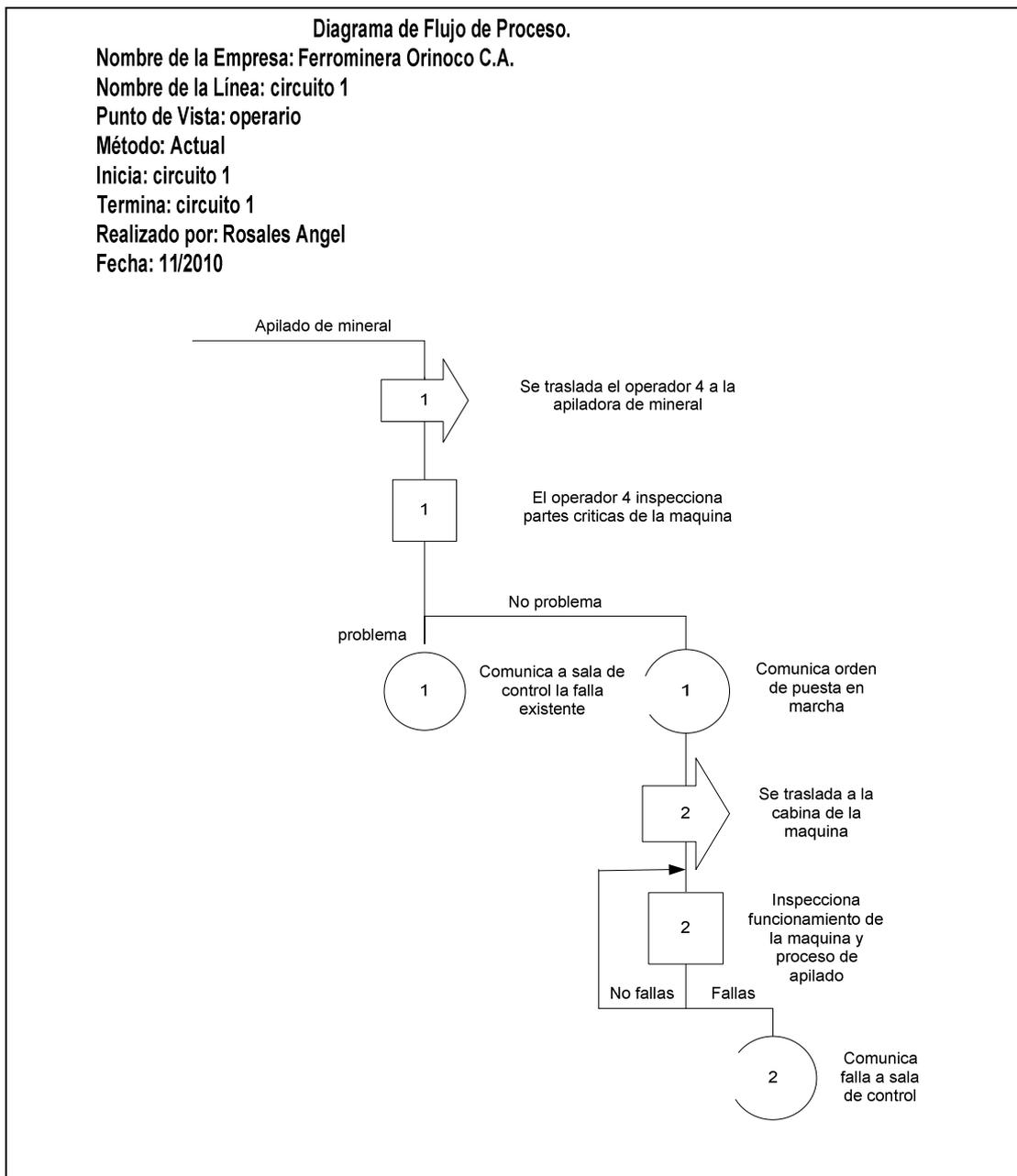


Figura 5.9 Secuencia de actividades del proceso de apilado de mineral.

Secuencia de actividades del proceso de recuperado de mineral (figura 5.10).

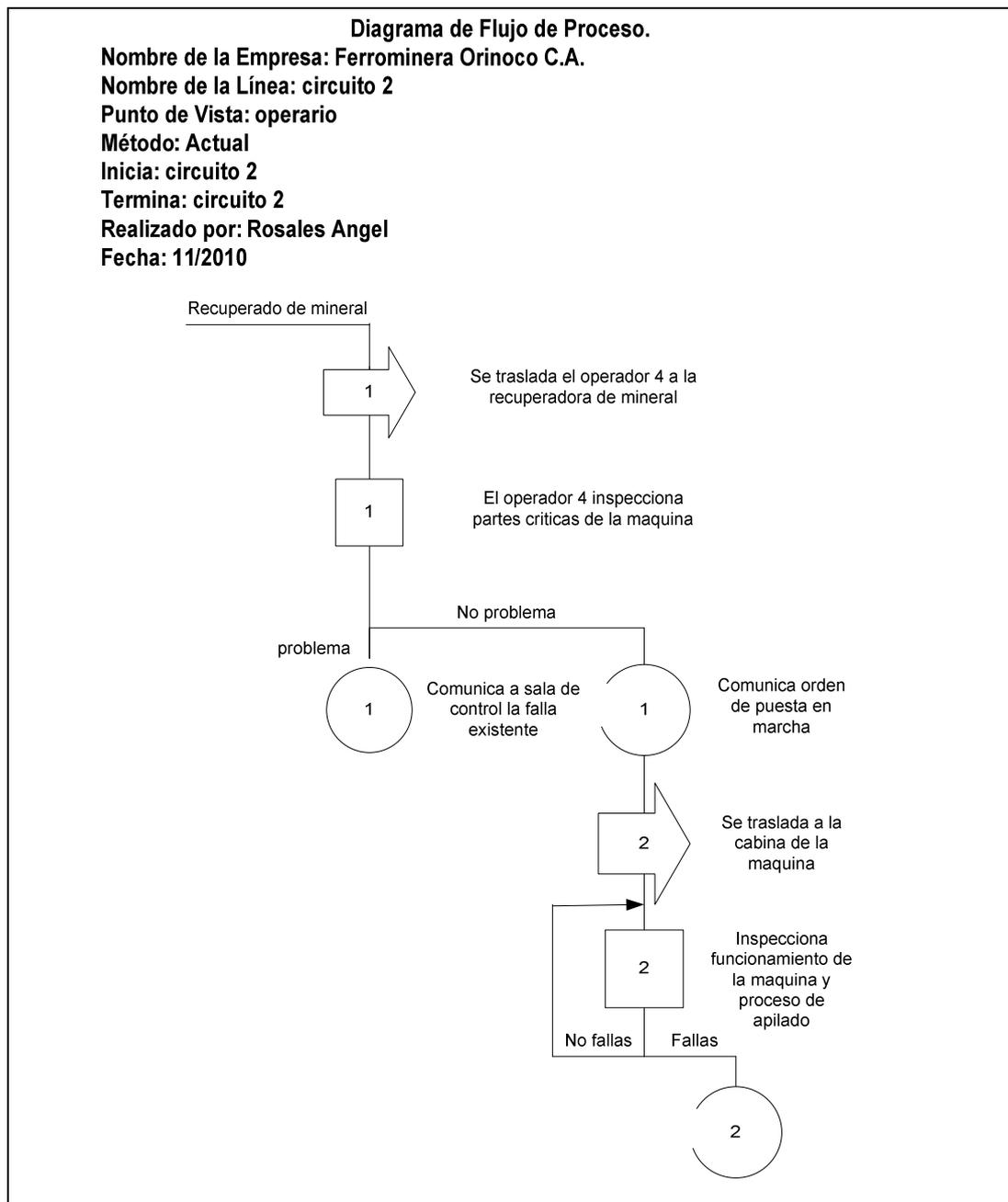


Figura 5.10 Secuencia de actividades del proceso de recuperado de mineral.
 Secuencia de actividades del proceso de carga de vagón (figura 5.11).

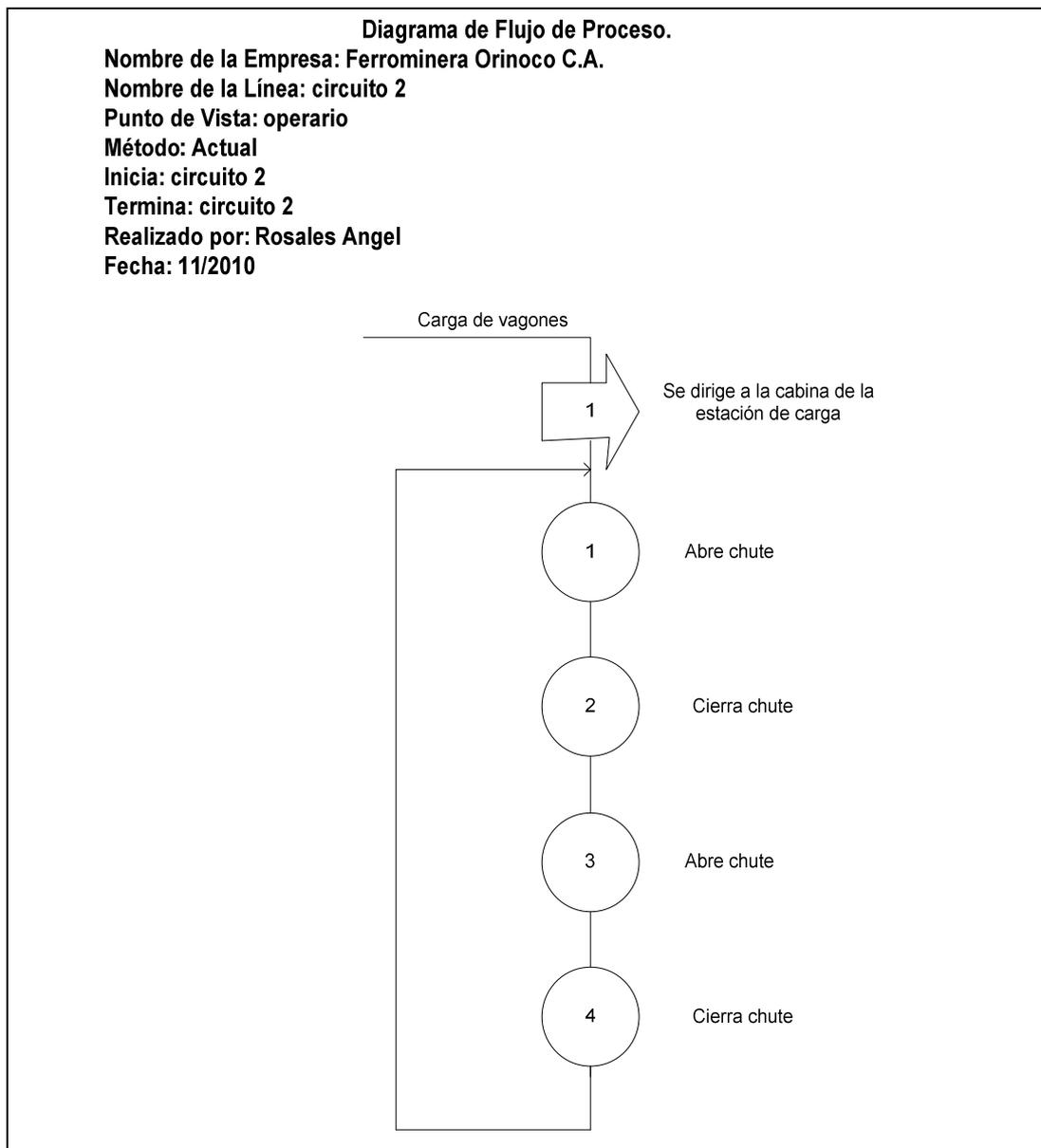


Figura 5.11 Secuencia de actividades del proceso de carga de vagón.

Tabla 5.2 Resumen de actividades.

| Descarga de mineral | | Apilado | | Recuperado | | Carga de vagones | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 2 |  | 2 |  | 2 |  | 1 |
|  | 8 |  | 3 |  | 3 |  | 4 |
|  | 3 |  | 2 |  | 2 |  | |

5.2 Estimar los tiempos de las operaciones en las estaciones de trabajo no automatizadas

Las características que representa las operaciones, requieren de un método de medición de tiempo lo suficientemente versátil, es decir un método que a pesar de las irregularidades del proceso pueda representar lo más próximo posible, el diagnóstico real de la situación actual (tiempo productivo del sistema). El método a utilizar es cronometrado de vuelta a cero; el cual permitirá registrar por separado los elementos de los ciclos, al igual que un registro objetivo e individual de las demoras que retrasan el manejo de mineral de GPCM.

5.2.1 Calcular el número de ciclos a estudiar

Para realizar el estudio de tiempo del proceso productivo, se tomó una muestra piloto o número de ciclos experimentales para hallar el número de ciclos o muestra ideal, que permitirá realizar el estudio con confiabilidad absoluta. El cálculo de la muestra mencionada se describe a continuación.

5.2.1.1 Estación descarga de mineral: se tomó una muestra piloto de 20 ciclos, la cual fue evaluada junto a una confiabilidad de 97,5 %, y un error de 0,025. Estos a su vez arrojaron los datos necesarios para realizar el siguiente cálculo (tabla 5.3).

Tabla 5.3Ciclo de estudio descarga de mineral.

| Ciclo | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|----------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|
| Elementos | Verificar estado de rieles | Orden de vagón | Entrada de vagones | Abrir compuertas | Caída de mineral | Cerrar compuertas | Limpiar rieles |

$$N = \left(\frac{ts}{Kx} \right)^2 (3.4)$$

$$t = 2,093$$

$$s = 16,28980$$

$$x = 310,118$$

$$k = 0,025$$

$$N = \left(\frac{2,093 * 16,28980}{0,025 * 310,118} \right)^2$$

$$N = 19,33909$$

Con el presente resultado se concluye que son necesarias 20 observaciones para realizar el estudio. Es decir la muestra piloto es igual a la muestra requerida.

5.2.1.2 Estación carga de vagones: se tomó una muestra piloto de 10 ciclos, la cual fue evaluada junto a una confiabilidad de 97,5 %, y un error de 0,025. Estos a su vez arrojaron los datos necesarios para realizar el siguiente cálculo (tabla 5.4).

Tabla 5.4Ciclo de estudio carga de mineral.

| Ciclo | | | | | | |
|-----------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| Elementos | Abertura del chute | Caída de mineral | Cerrado de chute | Abertura del chute | Caída de mineral | Cerrado de chute |

$$t = 2,093$$

$$s = 0,7149$$

$$x = 20,33$$

$$k = 0,025$$

$$N = \left(\frac{2,093 * 0,7149}{0,025 * 20,33} \right)^2$$

$$N = 8,6694$$

Con el presente resultado se concluye que son necesarias 9 de las 10 observaciones tomadas para realizar el estudio.

5.2.2 Recolección de los tiempos en las estaciones de trabajo (descarga y carga)

La toma de tiempos en las estaciones de descarga y carga de mineral se realizó en jornadas de trabajo ordinarias y de forma alterna para que la misma reflejara datos en distintos escenarios. De esta forma los datos obtenidos permiten dar un diagnóstico

acertado de la situación.

Los operarios evaluados en las dos estaciones de trabajo fueron diferentes en cada ciclo registrado. Esta evaluación fue debidamente informada al superintendente del departamento de producción con el fin de que este informe a todo su personal.

5.2.2.1 Estación descarga de mineral: en la recaudación de los datos para realizar el estudio, se detectaron elementos constantes y variables. Los constantes son ejercidos por el tiempo en que los vagones descargan el mineral, una vez se hallan realizadas todas las actividades necesarias para ello, mientras que los elementos variables son los relacionados directamente con el desempeño de los operarios. Esta toma de tiempo se enfrentó con una adversidad, debido a que en reiterada ocasiones los vagones contenían mineral húmedo, lo que genera que éste se compacte e impida el desempeño normal de los operarios. Cada vagón que llegaba con mineral compactado interrumpía el ciclo, por lo cual inutilizaba los datos recabados del ciclo ya mencionado. Los ciclos de estudio para esta estación de trabajo lo conforma la descarga de 3 vagones.

5.2.2.2 Estación carga de vagones: en las actividades realizadas en ésta estación, se encuentra una serie de operaciones que debe realizar el operario antes de iniciar la labor de carga de vagones en la estación. Las cuales son esenciales para iniciar las operaciones y por ende se registró el tiempo que implican, para que éstas sumadas al tiempo estándar de las operaciones, conforme el tiempo necesario para laborar en dicha estación (Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Operaciones preliminares.

| Elementos | Tiempo |
|--|--------|
| Accionamiento de la corriente eléctrica en la estación | 2 seg |
| Expulsar botón de parada de emergencia | 1 seg |
| Carga sistema hidráulico del chute | 5 seg |
| Ubica el chute para cargar vagones | 2 seg |
| Abre compuerta del silo | 3 seg |
| Tiempo total | 13 seg |

En la estación de carga vagones se forma un cuello de botella que limita el desempeño de la toma de tiempos. Cada 12 ciclos se para el sistema de carga por falta de mineral en el silo, esto se produce porque el flujo de mineral que llena los vagones es mayor que el flujo que procede de las correas que llenan el silo. El tiempo de espera es de 40 min. El ciclo para ésta estación de trabajo lo conforma la carga de 1 vagón con mineral.

5.3 Determinar los tiempos improductivos de las estaciones de trabajo no automatizadas (carga y descarga)

La recopilación de tiempos improductivos se fundó en todos aquellos períodos donde la actividad de los operarios es nula. Es decir, no ejecutan ninguna labor productiva dentro de las estaciones ya mencionadas. Es importante mencionar que estos tiempos no corresponden a los tiempos requeridos por los operarios para suplir necesidades fisiológicas (tiempo de comida, descanso, beber agua e ir al baño).

5.3.1 Estación de descarga de mineral

Las labores de esta estación se inician con 40 a 50 min de retraso, debido a que el personal cuando ingresa a la planta es llevado directamente a las oficinas de GPGM, las cuales se encuentran bastante distante de la estación. Una vez coordinado el personal que ira a la estación se dispone de las camionetas para transporte interno de la planta, y se envía al personal ya mencionado. El personal labora hasta la hora de comida, es llevado a comer (la empresa otorga 40 min para comida). Después de la comida el personal queda en ocio (2h) hasta la salida de la planta (figura 5.12).

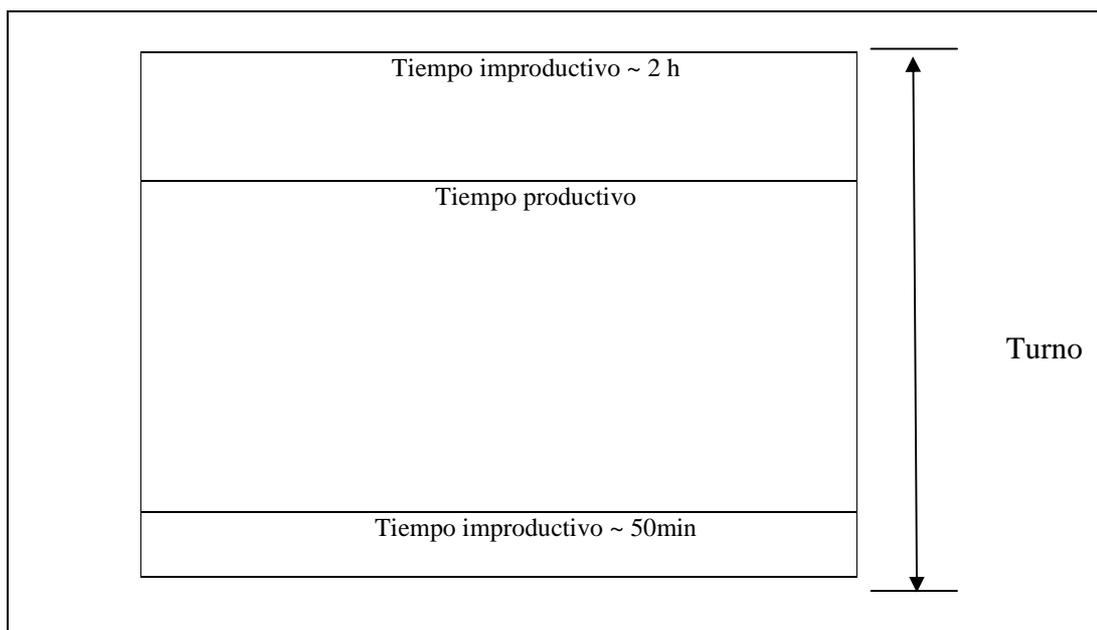


Figura 5.12 Tiempos improductivos descarga de vagones.

5.3.2 Estación carga de vagones

Esta estación se caracteriza por presentar una demora de 40 min, cumplido 12 ciclos de trabajo. Debido a esto la misma presenta una actividad constante, antes y

después del tiempo de comida del operador (cuando llega su hora de comida tiene un remplazo provisional) (figura 5.13).

| |
|------------------------------|
| Tiempo productivo |
| Tiempo de espera = 40 min |
| Tiempo productivo |
| Tiempo de espera = 40 min |
| Tiempo productivo |
| Tiempo de espera = 40 min |
| Tiempo productivo |
| Tiempo de espera = 40 min |
| Tiempo productivo |
| Tiempo de espera = 40 min |
| tiempo improductivo ~ 50 min |

Figura 5.13 Tiempos improductivos carga de vagones.

5.4 Calcular los tiempos estándares de las estaciones de trabajo descarga y carga de mineral

5.4.1 Calcular el tiempo estándar de la estación de descarga de mineral

Una vez establecido la cantidad de observaciones a estudiar que fue de 20 ciclos, el siguiente paso es determinar el tiempo normal, para esto se debe asignar un

coeficiente de velocidad (factor de desempeño), de acuerdo al análisis de la agilidad del operario cuando realiza sus actividades. Para este caso se evaluaron 3 operarios, a continuación se muestra una tabla con los valores asignados de cada factor de desempeño para cada operario (tabla 5.6).

Tabla 5.6 Valores asignados en los factores de desempeño para cada operario en la estación descarga de mineral.

| Factor de desempeño | Operario | Símbolo | Puntaje | Descripción |
|---------------------|----------|---------|---------|-------------|
| Habilidad | 1 | C1 | +0,06 | Bueno |
| | 2 | C1 | +0,06 | Bueno |
| | 3 | C1 | +0,06 | Bueno |
| Esfuerzo | 1 | B2 | +0,08 | Excelente |
| | 2 | C1 | +0,05 | Bueno |
| | 3 | B2 | +0,08 | Excelente |
| Condiciones | 1 | C | +0,02 | Bueno |
| | 2 | C | +0,02 | Bueno |
| | 3 | C | +0,02 | Bueno |
| Consistencia | 1 | C | +0,01 | Bueno |
| | 2 | C | 0 | Regular |
| | 3 | C | +0,01 | Bueno |

Según la fórmula $CV = 1 \pm C$

Primer operario $0,17 + 1 = 1,17$.

Segundo operario $0,13 + 1 = 1,13$.

Tercer operario $0,17 + 1 = 1,17$.

De las tres puntuaciones anteriores se estableció un promedio, con el fin de trabajar con un solo coeficiente de velocidad y el valor obtenido fue de: $3,47 / 3 = 1,16$.

Con los valores del coeficiente de velocidad y el promedio de los tiempos de cada elemento, se puede calcular el tiempo normal. Para presentar la metodología con el cual se realiza los cálculos se seleccionó un elemento, ya que los cálculos se llevaran de forma individual, es decir elementos por separado. El tiempo normal para el elemento seleccionado es:

$$T_n = 51,77 * 1,16 = 60,053$$

Con el tiempo normal se puede determinar el tiempo estándar, pero se debe asignar un porcentaje de tolerancias que viene agrupando el tiempo invertido en satisfacer las necesidades personales, así como también, el perdido en las demoras inevitables y las condiciones de trabajo que originan fatiga; todo esto se puede resumir en suplementos o tolerancias. Seguido se presenta una tabla con los valores de puntos porcentuales, luego de haber analizado a cada factor, para lograr calcular el tiempo estándar (tabla 5.7).

Tabla 5.7 Porcentajes de las tolerancias de la estación descarga.

| Suplementos o tolerancias | Porcentaje asignado (%) |
|---------------------------|-------------------------|
| Fatiga | 5 |
| Necesidades Personales | 5 |
| Demoras varias | 3 |
| Total | 13 |

Luego de obtener éste porcentaje (13%), se determina el tiempo estándar, medido para ejecutar el elemento nº 7 del proceso de descarga de mineral, y éste mismo procedimiento se realizó para determinar los tiempos estándar de cada uno de los elementos que conforman el proceso de descarga de mineral y carga de vagones.

$$Te = 60,053 * (1 + 0,13) = 67,859$$

5.4.2 Calcular el tiempo estándar de la estación de carga de vagones

Una vez establecido la cantidad de observaciones a estudiar que fue de 9 ciclos, el siguiente paso es determinar el tiempo normal, para esto se debe asignar un coeficiente de velocidad (factor de desempeño), de acuerdo al análisis de la agilidad del operario cuando realiza sus actividades. Para este caso se evaluó 1 operario, el cual, fue masculino, a continuación se muestra una tabla con los valores asignados de cada factor de desempeño para el operario (tabla 5.8).

Tabla 5.8 Valores asignados en los factores de desempeño para el operario de la estación carga de vagones.

| Factor de desempeño | Operario | Símbolo | Puntaje | Descripción |
|---------------------|----------|---------|---------|-------------|
| Habilidad | 1 | C1 | +0,06 | Bueno |
| Esfuerzo | 1 | B2 | +0,08 | Excelente |
| Condiciones | 1 | B | 0,04 | Bueno |
| Consistencia | 1 | A | 0,04 | Bueno |

Según la formula $CV = 1 \pm C$

El operariode la estación de carga de vagones tiene una puntuación;
 $0,22+1=1,22$

Con los valores del coeficiente de velocidad y el promedio de los tiempos de cada elemento, se puede calcular el tiempo normal, en el caso del elemento que se seleccionó para demostrar los cálculos, el tiempo normal es:

$$T_n = 8,166 * 1,22 = 9,962$$

Con el tiempo normal se puede determinar el tiempo estándar, pero se debe asignar un porcentaje de tolerancias que viene agrupando el tiempo invertido en satisfacer las necesidades personales, así como también, el perdido en las demoras inevitables y las condiciones de trabajo que originan fatiga; todo esto se puede resumir en suplementos o tolerancias. Seguido se presenta una tabla con los valores de puntos porcentuales, luego de haber analizado a cada factor, para lograr calcular el tiempo estándar (tabla 5.9).

Tabla 5.9 Porcentajes de las tolerancias en la estación de carga.

| Suplementos o tolerancias | Porcentaje asignado (%) |
|---------------------------|-------------------------|
| Fatiga | 2 |
| Necesidades Personales | 2 |
| Demoras varias | 2 |
| Total | 6 |

Luego de obtener éste porcentaje (6%), se determina el tiempo estándar, medido para ejecutar el elemento n° 2 del proceso de carga de vagones, y éste mismo procedimiento se realizó para determinar los tiempos estándar de cada uno de los elementos que conforman el proceso de carga de vagones.

$$Te = 9,962 * (1 + 0,06) = 10,559$$

A continuación se muestran varias tablas que presentan los datos obtenidos (ciclo promedio, tiempo normal, tiempo estándar) de forma resumida de la estación descarga de mineral y la estación carga de vagones. Esto se puede visualizar de una manera más amplia en los apéndices A y B (tabla 5.10)

Tabla 5.10 Resumen de los tiempos del proceso descarga de mineral.

| Tipo | Seg. |
|---------------------------------|-----------------|
| Tiempo deciclo promedio | 320,1390 |
| Tiempo normal de la operación | 369,4412 |
| Tiempo estándar de la operación | 415,9086 |

Tabla 5.11 Resumen de los tiempos del proceso de carga de vagones

| Tipo | Seg. |
|--|---------------|
| Tiempo de ciclo promedio para la carga del vagón | 20,233 |
| Tiempo normal para la carga del vagón | 23,804 |
| Tiempo estándar para la carga del vagón | 24,992 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. A través de la descripción y análisis realizado del sistema de manejo de mineral se determinó; las cantidades de operaciones, transporte e inspección. Así como también la descripción general del funcionamiento y capacidad productiva de los equipos que conforman las operaciones automatizadas (apiladas y recuperadas de mineral). Mostrándose los grandes desbalances existentes en los diferentes ritmos de trabajo que conforman el sistema de manejo de mineral lo que representa un gran impacto de improductividad.

2. La recolección de la muestra piloto y la experimental, fueron con total orientación del personal que labora en las estaciones de trabajo; descarga y carga de mineral, estos tuvieron un seguimiento con el proceso de toma de muestra, permitiendo tomar al investigador la esencia de los procesos en estudios.

3. Los tiempos improductivos señalados son producto de apreciación empírica, es decir no se utilizó ninguna técnica para determinar los tiempos ya mencionados. Los mismos son producto de la mala organización del personal para con el trabajo a ejecutar. Una de ellas, la estación carga de vagones presenta una demora (40 min) cada 12 ciclos. Es decir, para una carga de 12 vagones de tiempo estándar 299,9 (5 min) deben esperar la demora ya señalada. Este cuello de botella se forma por la incapacidad del sistema automatizado. La gerencia aseguro que en corto tiempo se incorporara otra máquina recuperadora, que solventara según especificaciones de la mismas, la situación.

4. En la realización del estudio de tiempo se encontraron varios elementos

constantes, los mismos se evaluaron con calificación de actuación (cv) de 100 %, según lo estipulado en los parámetros establecido en el sistema de Westinghouse. Por lo que el tiempo tomado del elemento representaría el tiempo estándar del mismo. Antes de determinar el tiempo estándar de los procesos, se calculó los tiempos normales de las estaciones de descarga y carga, que son los que se muestran a continuación: descarga de vagones, tiempo normal de 369,4412seg.; carga de vagones, tiempo normal de 23,804seg.

5. Los tiempos estándares hallados en los correspondientes ciclos de las estaciones descarga y carga de vagones permiten establecer el tiempo efectivo de la descarga de un corte de mineral de 140 vagones y la carga de corte de 124 vagones.

Descarga: a) 3 vagones representan un tiempo estándar de 415,9086 seg, b) 140 vagones representan un tiempo estándar de 19409,06seg.

Carga: a) 1 vagón representa un tiempo estándar de 24,992 seg, b) 124 vagones representan un tiempo estándar de 3099,008 seg.

Recomendaciones para el Departamento de Operaciones de la Gerencia de Planta de Concentración de Hierro de Ferrominera Orinoco c.a.

1. Establecer a partir de los tiempos estándares encontrados un análisis de balance de línea para conocer el rango de improductividad que manejan. E implantar las mejoras necesarias mediante las herramientas de la ingeniería.

2. Asignar como velocidad constante para efectos de carga de vagones 0.5 m/s, la cual fue evaluada repetidamente junto a varios operarios, considerando de forma unánime que la misma es la velocidad óptima para realizar el proceso.

3. Estandarizar todos los procesos (operativos y administrativos) que conforman la organización, a fin de promover el mejor método de trabajo. Logrando así altos índices de calidad en el trabajo de la organización, lo que aumentaría considerablemente la productividad de la empresa.

4. Encontrar los medios para que los operarios encargados del funcionamiento de cada estación de trabajo lleguen directo a las mismas, ya que en cada una se dispone de sendas cabinas para alojar al personal ya mencionado. Esto eliminaría las demoras que ocurren en la primera hora de cada turno.

5. Habilitar en el menor tiempo posible todas las máquinas y equipos que intervienen en el proceso, según planificación. Esto evitará el esfuerzo extra del sistema, para tener un desempeño aceptable de producción. El esfuerzo mencionado causará en un futuro, paradas de emergencia (mantenimiento correctivo) traducidos en grandes pérdidas económicas.

REFERENCIAS

Arias (1998). **ESTADISTICA APLICADA** (Primera Edición). Editorial McGraw Hill.

Canavos George C.(1988). **PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA. APLICACIONES Y MÉTODOS**(Primera Edición). México: Editorial Mc Graw Hill.

García Criollo Roberto (1991). **ESTUDIO DEL TRABAJO. INGENIERÍA DE MÉTODOS Y MEDICIÓN DEL TRABAJO** (Segunda Edición) Editorial: Mc Graw Hill, México D.F.

Hernández Sampieri Roberto (1997) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**(Primera Edición) Editorial Mc Graw Hill Interamericana Mexico.

[Http://www.taringa.net/posts/ebooks-tutoriales/Ingenieria-de-metodos-\(Estudio-del-trabajo\).html](http://www.taringa.net/posts/ebooks-tutoriales/Ingenieria-de-metodos-(Estudio-del-trabajo).html).

Hodson, W. (1998). **MAYNARD MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL**. (Tomo I). México: Editorial Mc Graw-Hill. P. 25.

Hodson, W. (1.998). **MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL**. (4^{ta} Ed.). México: McGraw-Hill. Pp 4.13-4.37.

Herrera L. Angel R.(2009)“**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO TOMA DE MUESTRA EN LA PLANTA CARATAL DE C.V.G. MINERVEN UBICADA EN EL CALLAO, ESTADO BOLIVAR.**”

Kanawaty George (1996). **INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO**. Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo.

López, Johanny (2002),“**ESTANDARIZAR EL TIEMPO DE GRANALLADO DE EL TALLER DE CILINDRO I Y II DE LA GERENCIA GENERAL OPERATIVA LAMINACIÓN EN FRÍO EN LA SIDERÚRGICA**

DEL ORINOCO. SIDOR”

Meyer E. Fred (1999) **ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MANUFACTURA ÁGIL**. Pearson Educación. (Segunda Edición) México.

Monsalve, José (1999) **“ESTANDARIZACIÓN DE LAS OPERACIONES REALIZADAS POR EL PERSONAL CONTRACTUAL DE LA SUPERINTENDENCIA DE DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA REFINERÍA DE PUERTO LA CRUZ, EN LA CIUDAD DE PUERTO LA CRUZ, ESTADO ANZOATEGUI.”**

Niebel, B. (1990). **INGENIERÍA INDUSTRIAL**. México: Ediciones Alfaomega, S. A.

Sabino, C. (1.992). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas, Venezuela: McGraw Hill. Pp 26-34.

APÉNDICES

APÉNDICE A

**Determinación del tiempo estándar del proceso de descarga de mineral,
para el inicio del sistema de manejo de mineral**

Tabla A.1 descarga de vagones.

| | | | |
|---|---------------------------|---|--------------------|
| Nombre de la empresa: CVG Ferrominera Orinoco | |  ESTUDIO DE TIEMPO  | |
| Producto: mineral de hierro | | | |
| Unidad de tiempo: seg | | | |
| Operarios: 3 (masculinos) | | | |
| Analista: Rosales Angel | | | |
| Operación: descarga de mineral | elementos | | |
| | verifica estado de rieles | ordena la entrada de vagones | entrada de vagones |
| ciclo1 | 50,01 | 4,02 | 190,01 |
| ciclo2 | 49,82 | 3,04 | 243,5 |
| ciclo3 | 41,05 | 4,09 | 192,09 |
| ciclo4 | 32,09 | 3,02 | 171,4 |
| ciclo5 | 30,5 | 4,05 | 195,7 |
| ciclo6 | 49,01 | 3,23 | 169,5 |
| ciclo7 | 30,4 | 4,45 | 196,9 |
| ciclo8 | 35,5 | 3,13 | 223,76 |
| ciclo9 | 31,5 | 3,97 | 192,4 |
| ciclo10 | 54,7 | 3,58 | 212,6 |
| ciclo11 | 44,91 | 3,71 | 189,54 |
| ciclo12 | 55,01 | 4,16 | 194,4 |
| ciclo13 | 54,4 | 3,56 | 192,7 |
| ciclo14 | 57,9 | 4,65 | 200,7 |
| ciclo15 | 50,9 | 4,08 | 190,6 |
| ciclo16 | 53,98 | 3,37 | 199,09 |
| ciclo17 | 53,19 | 4,67 | 187,5 |
| ciclo18 | 38,5 | 3,65 | 196,11 |
| ciclo19 | 51,76 | 4,56 | 198,5 |
| ciclo20 | 36,71 | 3,23 | 210,5 |
| Promedio | 45,10157895 | 3,811 | 197,375 |
| Cv | 1,16 | 1,16 | 1,16 |
| Tolerancia | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| tiempo normal | 52,31783158 | 4,42076 | 228,955 |
| Tiempo estándar | 59,11914968 | 4,9954588 | 258,71915 |

Continuación Tabla A.1.

| Nombre de la empresa: CVG Ferrominera Orinoco | |  ESTUDIO DE TIEMPO  | | |
|---|---------------------|---|-------------------|-------------------|
| Producto: mineral de hierro | | | | |
| Unidad de tiempo: seg | | | | |
| Operarios: 3 (masculinos) | | | | |
| Analista: Rosales Angel | | | | |
| Operación: descarga de vagones | Elementos | | | |
| | abrir compuertas | caída de mineral | cerrar compuertas | limpiar rieles |
| ciclo1 | 6 | 10,06 | 6 | 59,6 |
| ciclo2 | 6 | 10,08 | 6 | 77,8 |
| ciclo3 | 6 | 10,07 | 6 | 43,2 |
| ciclo4 | 6 | 10,08 | 6 | 41,9 |
| ciclo5 | 6 | 10,01 | 6 | 59,87 |
| ciclo6 | 6 | 10,03 | 6 | 71,5 |
| ciclo7 | 6 | 10,04 | 6 | 43,8 |
| ciclo8 | 6 | 10,05 | 6 | 42,6 |
| ciclo9 | 6 | 10 | 6 | 41,5 |
| ciclo10 | 6 | 10,18 | 6 | 68,9 |
| ciclo11 | 6 | 10,05 | 6 | 43,4 |
| ciclo12 | 6 | 10,1 | 6 | 42,1 |
| ciclo13 | 6 | 10,18 | 6 | 75,6 |
| ciclo14 | 6 | 10,01 | 6 | 43,9 |
| ciclo15 | 6 | 10,08 | 6 | 40,01 |
| ciclo16 | 6 | 10,15 | 6 | 69,6 |
| ciclo17 | 6 | 10,2 | 6 | 60,56 |
| ciclo18 | 6 | 10,11 | 6 | 43,02 |
| ciclo19 | 6 | 10,03 | 6 | 60 |
| ciclo20 | 6 | 10,06 | 6 | 51,98 |
| promedio | 6 | 10,0785 | 6 | 51,7729412 |
| cv | 1 | 1,16 | 1 | 1,16 |
| tolerancia | 1 | 1,13 | 1 | 1,13 |
| tiempo normal | 6 | 11,69106 | 6 | 60,0566118 |
| Tiempo estándar | 6 | 13,2108978 | 6 | 67,8639713 |

Tipo
seg.
Tiempo de ciclo promedio.
320,1390
Tiempo normal de la operación.
369,4412
Tiempo estándar de la operación.
415,9086

APÉNDICE B

Determinación del tiempo estándar del proceso de carga de vagones, final del sistema de manejo de mineral.

Tabla B.1 Carga de vagones.

| Nombre de la empresa: CVG Ferrominera Orinoco Producto: mineral de hierro Unidad de tiempo: seg Operarios: 1 (masculino) Analista: Rosales Angel | | |  AUDIO DE TIEMPO  | | | |
|--|-------------------|------------------|--|----------------|------------------|------------------|
| Operación: carga de vagones | Elementos | | | | | |
| | abertura de chute | caída de mineral | cerrado de chute | abertura chute | caída de mineral | cerrado de chute |
| ciclo1 | 1 | 8,1 | 1 | 1 | 7,9 | 1 |
| ciclo2 | 1 | 8 | 1 | 1 | 8,1 | 1 |
| ciclo3 | 1 | 7,9 | 1 | 1 | 8 | 1 |
| ciclo4 | 1 | 7,8 | 1 | 1 | 8,1 | 1 |
| ciclo5 | 1 | 9,3 | 1 | 1 | 8,7 | 1 |
| ciclo6 | 1 | 8 | 1 | 1 | 7,9 | 1 |
| ciclo7 | 1 | 8,6 | 1 | 1 | 7,8 | 1 |
| ciclo8 | 1 | 7,8 | 1 | 1 | 8 | 1 |
| ciclo9 | 1 | 8 | 1 | 1 | 8,1 | 1 |
| promedio del elemento | 1 | 8,166666 | 1 | 1 | 8,066666 | 1 |
| Cv | 1 | 1,22 | 1 | 1 | 1,22 | 1 |
| Tolcrancia | 1 | 1,06 | 1 | 1 | 1,06 | 1 |
| tiempo normal | 1 | 9,963333 | 1 | 1 | 9,841333 | 1 |
| Tiempo estadar | 1 | 10,56113 | 1 | 1 | 10,43181 | 1 |

Tipo

seg.

Tiempo de ciclo promedio.

20,233

Tiempo normal de la operación.

23,804

Tiempo estándar de la operación.

24,992

APÉNDICE C

Hoja de metadatos

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

| | |
|------------------|--|
| Título | <i>ESTANDARIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DEL SISTEMA DE MANEJO DE MINERAL EN LA PLANTA DE CONCENTRACIÓN DE MINERAL DE CVG FERROMINERA ORINOCO C.A., UBICADA EN CIUDAD PIAR, ESTADO BOLÍVAR.</i> |
| Subtítulo | <i>Estudios de tiempos</i> |

Autor(es)

| Apellidos y Nombres | Código CVLAC / e-mail | |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <i>Rosales T., Angel L</i> | CVLAC | 18.478.963 |
| | e-mail | Lorenzo_Rosales19@hotmail.com |
| | e-mail | |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |

Palabras o frases claves:

| |
|----------------------------------|
| <i>Estudios de tiempos</i> |
| <i>Tiempo promedio</i> |
| <i>Tiempo normal</i> |
| <i>Tiempo estándar</i> |
| <i>Calificación de actuación</i> |
| |
| |
| |

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

| Área | Subárea |
|--|------------------------------|
| <i>Departamento de Ing. Industrial</i> | <i>Ingeniería Industrial</i> |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Resumen (abstract):

Los tiempos estándar constituyen información altamente confiable para estimar, la duración de prácticamente cualquier trabajo, tanto a nivel operacional industrial como a labores de oficina. Las aplicaciones son extensas y pueden ir desde la planificación de la producción, comparación de métodos alternativos, hasta la determinación de jornadas de trabajo y aplicación de sistemas de incentivos. Existen varias técnicas para determinar los tiempos estándar, las cuales se han desarrollado desde inicios del Siglo XX, producto de la investigación de muchos ingenieros industriales en la búsqueda de métodos de trabajo que permitan un mejor uso de los recursos, menores tiempos de ejecución y mayor productividad. En este trabajo se resumen los principales métodos: el estudio de tiempos con cronómetro; lectura continua y vuelta a cero, creados a mitad del siglo.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

| Apellidos y Nombres | | ROL / Código CVLAC / e-mail |
|-----------------------|---------------|--|
| <i>Páez, lizzeth</i> | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |
| <i>Quintero, Iván</i> | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |
| <i>Valle, Max</i> | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |
| | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

| | | |
|------|----|----|
| 2011 | 04 | 26 |
|------|----|----|

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

| Nombre de archivo | Tipo MIME |
|---|---------------------------|
| <i>TESIS- CVG FERROMINERA ORINOCO.doc</i> | <i>application/msword</i> |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J
K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x
y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ -**

Alcance:

Espacial:

Temporal:

Título o Grado asociado con el trabajo: *Ingeniero Industrial*

Nivel Asociado con el Trabajo: *Pregrado*

Área de Estudio: *Ingeniería Industrial*

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: *Universidad de Oriente*

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado “Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario”

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

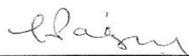


AUTOR 1

AUTOR 2

AUTOR 3

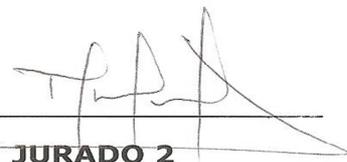
AUTOR 4



TUTOR



JURADO 1



JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:

