



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE MOLIENDA DE  
MINERALES EN LA LÍNEA N°4 DE LA CORPORACIÓN AMERICAN  
MINERALS C.A.**

**Autor:**

Joston J. Mijares M.

CI: 17.516.622

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego.

Teléfono: (0241) 8714240 (máster) - Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE MOLIENDA DE  
MINERALES EN LA LÍNEA N°4 DE LA CORPORACIÓN AMERICAN  
MINERALS C.A.**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de  
**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Joston J. Mijares M.

CI: 17.516.622

Tutor: Manuel Cuadrado García.

San Diego, Febrero 2019



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INDUSTRIAL**



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

**FI-1 -018-2018-IIICR**

Valencia, 31 de Octubre de 2018.


Ciudadanos:  
Joston Mijares  
C.I: 17.516.622  
Presente.-

Cumpro con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 31-10-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE MOLIENDA DE MINERALES EN LA LINEA N°4 DE LA CORPORACIÓN AMERICAN MINERALS C.A.** presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Manuel Cuadrado, C.I: 7.067.357 y la Ing. Alicia Yáñez, C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,



  
**Prof. Zulay Salcedo**  
**Decana de la Facultad de Ingeniería**

**c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (H)**

ZS/ff

San Diego, Febrero de 2019



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INDUSTRIAL**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INDUSTRIAL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Manuel Cuadrado García, portador de la cédula de identidad N° V-7.067.357, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por el ciudadano: Mijares Marquez Joston Javier, portador de la cédula de identidad N° V-17.516.622 titulado PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE MOLIENDA DE MINERALES EN LA LINEA N°4 DE LA CORPORACIÓN AMERICAN MINERALS C.A. Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 07 días del mes de enero del año dos mil diecinueve.

  
Ing. Manuel Cuadrado García  
C.I.: V-7.067.357

San Diego, Febrero de 2019

## **INDICE GENERAL CONTENIDO**

	<b>Pp.</b>
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABLAS .....	vi
LISTA DE GRAFICOS.....	vii
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	7
 <b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	12
1.2 Formulación del Problema.....	16
1.3 Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Justificación.....	17
1.5 Alcance y limitaciones.....	18
 <b>II MARCO TEORICO</b>	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	19
2.2 Bases Teóricas.....	22
2.2.1 Proceso y Productividad.....	22
2.2.2 Medida de los Indicadores.....	27
2.2.3 Ingeniería de Métodos.....	28
2.2.4 Diagrama Causa-Efecto.....	30
2.2.5 Mantenimiento Preventivo Correctivo y Predictivo.....	31
2.3 Definición de Términos.....	34

### **III MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo de Investigación.....	35
3.2 Diseño de la Investigación.....	35
3.3 Nivel de la investigación.....	36
3.4 Población y Muestra .....	37
3.5 Técnicas e instrumentos de Recolección de datos.....	37
3.6 Fases Metodológicas.....	39

### **IV. RESULTADOS**

4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual.....	40
4.1.1 Descripción del proceso de producción de la empresa CAM.....	40
4.1.2 Descripción del proceso de producción en la LP4.....	48
4.2. Fase II: Análisis las debilidades encontradas en el diagnóstico para fortalecer los procedimientos.....	62
4.2.1 Aplicación del método REBA al proceso de ensacado-Paletizado.....	62
4.2.2 Análisis de la problemática a través del diagrama Causa-Efecto.....	77
4.2.3 Ponderación de las causas a través del Método de observación directa.....	80
4.3 Fase III. Elaborar un plan de mejoras para el proceso de producción en función a lo encontrado anteriormente.....	83
4.3.1 Propuesta N° 1: Dispositivo para la eliminación de levantamientos de carga (manipulador de sacos).....	83
4.3.2 Propuesta N° 2: Dispositivo para la eliminación de posturas inadecuadas adoptadas por los operarios (Mesa Hidráulica Ergonómica.....	87
4.3.3 Propuesta N° 3: Diseño de un cernidor de materia prima para disminuir el tiempo de procesamiento de materia prima.....	92
4.4 Fase IV. Evaluar los costos – beneficios del plan de mejora.....	95
4.4.1 Cuantificación de los Beneficios.....	100

4.4.2 Beneficios Asociados a la reducción de riesgos disergonómicos.....	100
4.4.3 Beneficios adicionales.....	101
4.4.4 Beneficios asociados al aumento de la capacidad y a la reducción de tiempos de procesamiento de materia prima elevados.....	103
4.4.5 Costos asociados a cada propuesta.....	104
Conclusiones.....	106
Recomendaciones.....	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
ANEXOS.....	110

## LISTADO DE FIGURAS

### CONTENIDO

FIGURA	Pág.
Nº 1, Organigrama Funcional de la empresa CAM, C.A.....	41
Nº 2, Diagrama de proceso de transformación de minerales no metálicos.....	42
Nº 3, Diagrama general del proceso de producción de talco esterilizado.....	43
Nº 4, Posturas riesgosas en el paletizado.....	47
Nº 5, Presentación de los sacos multipliegos para talcos y carbonatos de la empresa CAM C.A.....	57
Nº 6, Dimensiones de las hojas de rollo en polietileno especiales empleadas en la empresa CAM para los procesos de embalaje y paletizado de producto termina.....	58
Nº 7, Proceso de sellado de sacos multipliegos.....	63
Nº 8, colocar el saco en la ensacadora .....	72
Nº 9, Levantar el saco .....	73
Nº 10, Colocar el saco en la balanza.....	74
Nº 11, Colocar el saco en la paleta .....	75
Nº 12, Diagrama Causa-Efecto.....	78
Nº 13, Dispositivo manipulador de carga .....	84
Nº 14, Elementos que componen el dispositivo manipulador de cargas.....	85
Nº 15, Base de la mesa hidráulica ergonómica .....	88
Nº 16, Tijeras de la mesa hidráulica ergonómica.....	88
Nº 17, Plataforma de la mesa hidráulica ergonómica .....	89
Nº 18, Grupo hidráulico para la mesa ergonómica.....	90
Nº 19, Dimensiones de la mesa hidráulica ergonómica.....	90
Nº 20, Vista lateral y dimensiones de la mesa hidráulica ergonómica.....	91
Nº 21, Diseño de un cernidor de materia prima.....	93
Nº 22, Estructura, resortes y malla tamizadora.....	94

## LISTADO DE TABLAS

### CONTENIDO

<b>TABLA</b>	<b>Pág.</b>
Nº 1, Descripción general del proceso en la línea LP4.....	49
Nº 2, Descripción del producto.....	50
Nº 3, Especificaciones Técnicas de Talcos Cosméticos.....	51
Nº 4, Especificaciones Técnicas de Talcos Industriales.....	53
Nº 5, Especificaciones técnicas de Carbonatos.....	54
Nº 6, Descripción de los sacos multipliegos de papel (2x97).....	55
Nº 7, Equipos y Herramientas.....	61
Nº 8, Análisis de los movimientos del cuerpo del grupo A: Cuello, tronco y piernas.....	64
Nº 9, Análisis de los movimientos del grupo B: brazos, antebrazos y muñecas.....	65
Nº 10, Puntuación del grupo A.....	66
Nº 11, Puntuación del grupo B.....	67
Nº 12, Incremento de puntuación del grupo A por carga o fuerzas ejercidas .....	68
Nº 13, Incremento de puntuación del grupo B por calidad de agarre.....	68
Nº 14, Puntuación C.....	69
Nº 15, Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.....	70
Nº 16, Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.....	71
Nº 17, Diagnóstico actual de los indicadores.....	77
Nº 18, Observaciones de ocurrencia de causas potenciales en la LP4.....	81
Nº 19, Inversión necesaria para la propuesta 1.....	96
Nº 20, Inversión necesaria para la implementación de la propuesta 2.....	97
Nº 21, Inversión necesaria para la implementación de la propuesta 3.....	99
Nº 22, Gastos mensuales.....	104

## LISTADO DE GRÁFICOS

### CONTENIDO

<b>GRÁFICO</b>	<b>Pág.</b>
Nº 1, Diagrama de pareto de las causas con mayor incidencia en la línea de producción Nº 4 de la empresa CAM .....	82

## **Dedicatoria**

Primeramente a Dios por darme de salud sabiduría y valentía para la realización de este proyecto

A mis padres José Rafael Mijares y Auxiliadora Marquez porque gracias a ellos he llegado donde estoy

A mi hermano José Ángel Mijares por estar presente y darme su apoyo cuando lo necesite.

A mi abuela Evangelista Mijares que me apoya desde el cielo pilar fundamental de mi crianza.

A toda mi Familia por el apoyo prestado en todo momento a lo largo de la carrera

## **Agradecimientos**

A Dios primeramente.

A mi familia padre, madre, hermano y abuela por todas las enseñanzas y apoyo durante el transcurso de mis estudios.

A mi tutor Manuel Cuadrado por guiarme y ayudarme en la realización de este proyecto.

A todos los profesores que me brindaron sus conocimientos a lo largo de la carrera.

**GRACIAS A TODOS POR ESTAR PRESENTES!!**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE MOLIENDA DE  
MINERALES EN LA LINEA N°4 DE LA CORPORACIÓN AMERICAN  
MINERALS C.A.**

Autor: Joston J Mijares M

Tutor(a): Ing. Manuel Cuadrado García.

Fecha: agosto 2018

**RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo general proponer mejoras en el proceso de molienda de minerales no metálicos en la empresa Corporación American Minerals C.A., ubicada en el municipio Puerto Cabello del Estado Carabobo. Este trabajo está enmarcado bajo la modalidad de proyecto factible el cual se apoya en una investigación de campo utilizando la línea LP4 de molienda y esterilización como unidad de análisis, de igual forma la observación directa y entrevistas no estructuradas como herramientas para la recolección de datos con la finalidad de conocer las condiciones actuales del proceso. Asimismo, se aplicó el método de observación directa, apoyado por el diagrama Causa-Efecto para realizar el análisis de la situación actual, logrando identificar la causa raíz del problema. Aplicando el método REBA se pudo evaluar el nivel de riesgo asociado a la aparición de trastornos de tipo músculo-esqueléticos en el área de ensacado-paletizado, ya que en esta interviene el operario de forma directa, arrojando como resultado que las actividades de colocar el saco en la ensacadora, levantarlo y posteriormente colocarlo en la paleta presentan un nivel de riesgo considerado como muy alto y recomendando la inmediata intervención por parte de la organización. Las propuestas planteadas van dirigidas a reducir los tiempos de procesamiento de materia prima, mejor aprovechamiento de los espacios y eliminar el esfuerzo excesivo que compromete la salud de los operarios; dichas propuestas fueron evaluadas con el propósito de conocer su impacto económico, arrojando un TR de la inversión de 7,9 meses para la implementación de las propuestas.

**Palabras Clave:** Mejoras, REBA, Eficiencia, Observación.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas buscan evolucionar y utilizar nuevas tecnologías en sus procesos de producción, ya que estos son base fundamental para mejorar e incrementar notablemente la capacidad de producción de muchas plantas industriales, sin importar a qué ramo o rubro puedan dedicarse.

Este estudio se realizara en la empresa Corporación American Minerals C.A, la cual se encarga de la fabricación y distribución de Carbonato de Calcio y Talco. En la actualidad, la empresa presenta una serie de problemas a lo largo del proceso de producción relacionada con posturas inadecuadas, reprocesos, tiempos de ejecución elevados, almacenaje de materia prima, entre otros aspectos que afectan la capacidad de producción, generan costos adicionales y por ende disminuye el beneficio obtenido por la organización. En vista a las condiciones actuales en las que opera la empresa surgió como objetivo del presente estudio, el planteamiento de una serie de propuestas de mejoramiento que permitan eliminar o reducir lo más posible los problemas anteriormente mencionados.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera:

**Capítulo I**, describe el problema objeto de estudio, se aborda la formulación del mismo, los objetivos generales, específicos, justificación y por último el alcance, el objetivo de este capítulo es conocer las situaciones problemáticas que dieron origen al desarrollo de la presente investigación.

**Capítulo II**, narra y explica lo referente al marco teórico referencial, antecedentes, las bases teóricas y la definición de los términos básicos, el objetivo de este capítulo es contribuir y complementar las diferentes teorías y herramientas que permitan resolver las situaciones problemáticas.

**Capítulo III**, este corresponde al marco metodológico, en el cual se define el tipo y nivel de la investigación, población y muestra, las herramientas de recolección de datos y la descripción de las fases metodológicas, tomando como referencia los objetivos específicos de la investigación y el propósito de este capítulo es definir la metodología que resulte más conveniente para el logro de los objetivos planteados.

**Capítulo IV**, en este capítulo finalmente se presentan los resultados obtenidos en la investigación realizada y el objetivo estructurado de este es mostrar los beneficios esperados en cada una de las evaluaciones de acciones correctivas.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

Muchas empresas en el mundo han jugado un papel muy importante en el campo industrial, con el pasar de los años han surgido nuevas tecnologías, nuevos métodos de estudios, procesos avanzados, ideas brillantes y nuevas competencias que han marcado el ritmo del crecimiento industrial a nivel mundial, este crecimiento acelerado ha dejado fuera del juego a muchas empresas por no contar con las condiciones exigidas por su entorno.

La competencia y ser competitivo siempre ha sido un factor indispensable para las industrias al pasar de los años, pero en la actualidad, se ha convertido en una de las cualidades más importantes que debe mantener una empresa para poder estar a la altura del mercado; esta necesidad por mantenerse vigentes y ser competitivo ha logrado, por un lado, que las organizaciones logren alcanzar un nuevo nivel en la manera como logran exigirse y llevar al máximo sus procedimientos y métodos de trabajo, por otro lado, ha ocasionado que empresas que no cuentan con una sólida estructura arriesguen mucho más al momento de implementar estrategias para mantenerse competitivos, obteniendo resultados totalmente desfavorables.

Estas exigencias de un mercado que se encuentra en un constante crecimiento, consumidores que esperan productos que cumplan con sus especificaciones, deseos, estándares de calidad, la posibilidad de poder elegir entre una alta variedad de productos, son variables que determinan el bienestar de una organización, y una manera de garantizarlos es a través de la productividad.

Esta idea comienza con la necesidad de lograr aumentar el nivel de utilización y aprovechamiento de todos los recursos que se utilizan durante el proceso de producción como: Materiales, maquinaria, infraestructura, mano de obra, entre otras, y así de esta manera, obtener como resultado una mejora continua, ser competitivo (mejorando calidad de servicio, calidad del producto, procesos de fabricación, métodos de trabajo) que parten, como base principal, desde el deseo de alcanzar una mayor productividad.

Dentro del ambiente industrial de Venezuela, se encuentran empresas públicas y privadas, empresas manufactureras que se han visto en la obligación de planificarse, crecer y distribuirse con las exigencias del mercado. Entre estas empresas se encuentra CAM Corporación American Minerals, C.A., organización que se vio en la necesidad de mejorar su sistema productivo con el objetivo principal de disminuir los producción defectuosa para alcanzar la producción planificada, por lo tanto se requirió mejorar los procesos para lograr el nivel de producción deseado y así satisfacer las exigencias del mercado.

CAM C.A., empresa productora de minerales no metálicos presenta inconvenientes que afectan los procesos de molienda. A continuación se presentan algunos de ellos:

- El Carbonato de Calcio, es uno de los principales productos que se fabrican en CAM C.A., su producción es de gran importancia por tratarse de un producto que presenta una alta demanda en el mercado, siendo de utilidad en diferentes procesos industriales y sectores como plásticos y cauchos, cerámicas, farmacia, alimentos, agriculturas, entre otros. En total, para la fecha, se requirieron 570 toneladas de carbonato de calcio al Departamento de Producción, y sólo se lograron producir 316 toneladas, es decir, sólo se pudo cumplir con el 55 % de las exigencias de ventas, dando como resultado

pérdidas significativas en lo que va de año (2018). Las principales causas de este problema están relacionadas con:

- Ø Las características que posee la materia prima: ya que por motivos de fallas en el control de calidad, el material defectuoso ingresa al proceso. Se realizan las inspecciones sólo del primer camión recibido por cada lote de materia prima, cabe destacar que los lotes de materia prima vienen divididos en 4 camiones aproximadamente y la diferencia entre las llegadas de cada uno puede ser de hasta un mes, en donde la materia prima varía considerablemente en sus características y de igual forma están siendo almacenadas en un mismo montículo por lote (mezclándose sin importar las diferencias debido a que no se cuenta con un área de almacenamiento acondicionada para este fin).
- Ø El proceso de producción no cuenta con actividades ni operaciones para garantizar el acondicionamiento de la materia prima antes de ser molida. En este sentido se tiene registrado desde septiembre del 2015 hasta la fecha, una cantidad de 47 toneladas fuera de especificaciones sólo en el caso del carbonato de calcio con materia prima blanca-blanca (Dolomita), lo que representa un 69 % de producto defectuoso. Cabe destacar que parte de la materia prima suministrada por las canteras de minerales son aceptadas en condiciones de suciedad por la falta de materia prima de mejores características (importadas).
- Ø Tiempo de puesta a punto elevado: como se mencionó anteriormente, cada vez que se reporta cambio de materia prima en una línea de producción, luego de parar la línea se debe acondicionar la cámara de molienda para dicha actividad, para esto se requiere una parada de la línea de 35 min en promedio para extraer de la cámara de molienda todo el material retenido en el molino. Actualmente, este proceso se realiza en promedio cinco veces por semana en cada línea de producción. Cabe destacar que éste consumo de

tiempo se debe a que la operación es netamente manual y no se cuenta con herramientas que agilicen la operación.

- Malas posiciones de trabajo: adoptadas por los operadores en el proceso de paletizado. Esto se debe a que la paleta se encuentra en el piso y luego de pesar cada saco deben inclinarse para colocarlos en la paleta, cada saco pesa 25 kg en promedio, repitiendo este proceso 50 veces, ya que ese es el número de sacos por paleta. Seguidamente, luego de llevar la muestra al laboratorio y esperar el posicionamiento de una nueva paleta, repite los pasos descritos anteriormente. Durante la jornada laboral de 8 horas se completan en promedio 14 paletas por cada línea de proceso.
- Incumplimiento del almacenaje: lo cual afecta el desenvolvimiento del proceso de producción. Se evidencia claramente materiales con distintas fases de producción ubicados en un mismo almacén temporal o permanente. Específicamente, existen equipos y herramientas que se encuentran alojados en lugares inadecuados obstruyendo el paso y abarcando espacios que pueden ser utilizados de forma más eficiente para agilizar y mejorar el proceso. Existe maquinaria parada por falta de herramientas y repuestos, éstas fueron desinstaladas pero no han sido movidas a un área acondicionada para tal fin, sino que aún se encuentran abarcando espacio, lo mismo ocurre con los empaques Big Bac donde llega la materia prima, éstos son reutilizados como empaque para producto terminado, una vez extraída la materia prima contenida en ellos, los Big Bac que se encuentran en buen estado son alojados en áreas que no están destinadas para ellos, desaprovechando este espacio. Cabe destacar que los procesos han sido modificados empíricamente para agilizar el proceso pero estos han ocasionado una desestabilización en el proceso de almacenaje posiblemente debido a la ubicación inadecuada de los almacenes.

- En referencia al manejo de inventario, la empresa no tiene una política establecida para su control ni cuenta con un procedimiento para la estimación de los inventarios de seguridad para la elaboración de las órdenes de compra ni para el almacenaje de productos terminados. En la actualidad la empresa tiene un almacenaje desproporcionado con relación al volumen de venta de cada producto, es decir, no se toma en cuenta la demanda para estimar estas cantidades almacenadas por cada producto.
- Operaciones realizadas en el área de ensacado:
  - Ø El tiempo en la operación de ensacado no está estandarizado, siendo la actividad en donde se genera un cuello de botella en el proceso. Además, ésta operación se ejecuta de distintas maneras según el operador que esté de turno, esto afecta la planificación de producción y las estimaciones reales de procesamiento. El proceso de ensacado funciona de manera semiautomática, de modo que es el operador quien acciona la ensacadora para realizar su función; durante el proceso el operario debe activar la ensacadora, supervisar el llenado, retirar, pesar y paletizar cada saco, arrojando como resultado que la ensacadora este operativa sólo 30 segundos por vez; además, momentos previos a comenzar el ensacado, el operador debe preparar el material de empaque sellándolo según el lote de producción, peso neto y producto procesado, ésta actividad mantiene sin operatividad a la ensacadora 5 minutos.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo se puede mejorar el proceso productivo de la línea N° 4 de la empresa CAM Corporación American Minerals, C.A.?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general:**

Proponer mejoras en el proceso de molienda de minerales en la línea N° 4 de la Corporación American Minerals, C.A con el fin de hacer más eficiente la línea de producción.

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Describir la situación actual del proceso de molienda de minerales no metálicos.
- Analizar las debilidades presentes en el proceso de molienda de minerales no metálicos para fortalecer los procedimientos.
- Diseñar un plan de mejoras que permita aumentar la producción y disminuir las malas posiciones de trabajo encontradas en el análisis realizado.
- Evaluar las propuestas de mejoras, con el propósito de conocer su impacto económico y otros beneficios.

### **1.4 Justificación**

La empresa CAM Corporación American Minerals, C.A, tiene como fundamento mantener sus estándares de calidad, garantizando productos que cumplan con las especificaciones del cliente; en la actualidad existe una serie de irregularidades que han puesto en riesgo el óptimo funcionamiento de sus procesos, por ello es prioridad para la organización concentrarse en la necesidad de elevar los niveles de producción, usando de la mejor forma posible los recursos materiales y humanos, disminuyendo los desperdicios de tiempos en el proceso y buscar del mismo modo, garantizar un suministro de materia prima con características de calidad

que permita obtener números positivos con respecto a producto terminado dentro de las especificaciones.

Partiendo de estas premisas, con este estudio se logra evidenciar las deficiencias del proceso y al mismo tiempo se elaboraran propuestas de mejoras que buscan minimizar o eliminar estas debilidades, brindándole a la empresa las herramientas de mejoramiento, así como un estudio en el proceso de producción de minerales no metálicos molidos, para buscar las posibilidades de mejora en el proceso y en los puestos de trabajo. Asimismo, ofrece a la organización nuevas oportunidades de desarrollo a través de la filosofía del mejoramiento continuo con miras a tener un mejor impacto en la industria carbonatera y de minerales en general, identificando la causa-raíz y establecer las mejoras necesarias para reducir los tiempos requeridos en la ejecución de los trabajos o mejorar los métodos existentes, conservando los recursos, reduciendo los costos y proponiendo si es conveniente operaciones o dispositivos con un mínimo de inversión, que agreguen valor a la producción para así generar un producto cada vez más confiable, de alta calidad y una máxima satisfacción de sus empleados y clientes, obteniendo mejores ganancias y beneficios en el mercado.

### **1.5 Alcance y Limitaciones**

El presente trabajo está limitado geográficamente al espacio físico de la planta de molinería de la empresa CAM Corporación American Minerals C.A, Puerto Cabello Estado Carabobo, y está enfocado a establecer propuestas de mejoras para el proceso, tomando en cuenta la gestión de almacenaje, planeación, suministros y las actividades desarrolladas por los operarios en la planta. En lo que respectan las líneas de molienda se estudia el proceso de producción de la línea de procesos N° 4.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación.

Para la realización de toda investigación es necesario examinar y analizar trabajos de grados que se relacionen con el tema investigado, lo cual incluye una revisión documental considerando que dichos trabajos servirán de soporte y tienen gran valor para el desarrollo del proyecto.

Escorcha y Rivas, (2013), en su Trabajo Especial de Grado para optar por el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Carabobo titulado: “Propuestas de mejoras en los métodos de trabajo para incrementar la productividad en el proceso de corte de cintas de seguridad en 3M Manufacturera Venezuela, S.A.”, se plantearon como objetivo principal proponer mejoras en los métodos de trabajo para incrementar la productividad en el proceso de corte de cintas de seguridad T309T/3/4” x 330 en la empresa 3M Manufacturera Venezuela, S.A., para ello se realizó un diagnóstico de la situación actual usando como herramientas de recolección de datos la observación directa y entrevistas no estructuradas, y luego analizaron la información haciendo uso de técnicas de cronometrado, análisis REBA, diagramas de Causa-Efecto y diagramas Hombre-Máquina. Se idearon una serie de propuestas de mejoras que incluyen la colocación de un alineador de Log-Roll que disminuye los desperdicios en el proceso de cortes de cintas en un 100% y el recorrido en un 93,61 % así como una disminución del tiempo de ciclo general en un 38,38 %, con todas las mejoras propuestas se logró un aumento teórico de 83,5 % en la productividad del proceso.

Este trabajo guarda relación con la presente investigación ya que estuvo orientado a la creación de propuestas de mejoras en métodos de trabajo con el fin

de eliminar desperdicios, aportando información necesaria acerca de la implementación y evaluación de las diferentes herramientas de análisis antes mencionadas.

Por su parte, Aguiar y Monasterio (2013), en su Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad José Antonio Páez titulado: “Plan de mejoras en la línea de envasado N°10 de la empresa Cervecería Polar, C.A., San Joaquín, se plantearon como objetivo principal proponer un plan de mejoras que permitiera reducir los tiempos de paradas no planificadas en la línea de envasado n°10. En dicho trabajo se desarrolló una investigación enmarcada como un proyecto factible, con un diseño de campo, realizando un diagnóstico de la situación actual empleando la observación directa y la entrevista no estructurada como método de recolección de datos. Asimismo, analizaron la información obtenida con la ayuda de técnicas como estudio de tiempos y análisis REBA. Por otro lado, la implementación de la propuesta de trabajo permitió la obtención de beneficios tales como la disminución de sobrecarga de actividades del personal que labora dentro de la unidad operativa evaluada, debido a que todos los equipos se encontrarán funcionando al 100%, ésta disminución fue medida de forma cualitativa. Asimismo se obtuvo un aumento en ingresos por la disminución de compra de equipos debido a daños por falta de prevención de fallas, partiendo de un plan de capacitación de los operarios que les permitiera adquirir adiestramiento para la buena utilidad de los equipos, permitiéndole a la empresa recuperar la inversión en un lapso de seis (6) meses. De igual forma se logra la disminución de los tiempos de paradas de línea producto de la capacitación recibida por parte de los operarios para realizar de manera efectiva y a tiempo, los mantenimientos necesarios en los equipos, específicamente en el área de envasado n° 10 de la empresa objeto de estudio.

Este trabajo especialmente aporta a esta investigación la metodología de implementación y elaboración de un plan de mantenimiento así como las bases teóricas relacionadas al mantenimiento industrial.

De manera similar, La Verde y Castro (2016) desarrollaron un Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica de Pereira titulado: “Propuesta de mejoramiento productivo para la línea de producción de tijeras para Motocicletas en la empresa SOLOMOFLEX Industrias &Manufacturas” se plantearon como objetivo principal la elaboración de un plan de mejora para la línea de producción de tijeras en la Industrias & Manufacturas mediante la aplicación de las metodologías del Lean Manufacturing .

Este análisis global de la fabricación de esta referencia en todas sus etapas productivas permitió identificar todas aquellas actividades que se representaban en tiempos improductivos que igualmente afecta la eficiencia y productividad de la línea de producción. Teniendo en cuenta los anteriores factores se genera una propuesta de mejora con el fin de implementar en el área de troquelado y soldadura la herramienta 5Ss, Poka Yoke, SMED, y mantenimiento preventivo para troqueles esperando minimizar altos costos de producción, mejorar el entorno laboral e involucrando al personal a través de sensibilización sobre los beneficios de la metodología lean y así ser más eficiente el proceso productivo.

Por su similitud del punto de vista descriptivo y analítico con este trabajo, su aporte a la presente investigación es de gran importancia, ya que permite definir con claridad los aspectos relacionados a la Productividad y a la Ingeniería de Métodos, la creación e implementación de un plan que permita la capacitación del personal y la implementación de los indicadores de gestión.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Proceso y Productividad**

#### **Proceso**

Definido por Falconi (1992), como un conjunto de causas que provoca uno o más efectos. Una empresa es un proceso y dentro de ella pueden efectuarse varios de estos, los cuales pueden ser de manufactura o de servicio, siendo este último el efectuado en el centro de distribución.

Existen dos tipos principales de procesos que se pueden presentar tanto en las empresas manufactureras como en las empresas de servicios:

\* Proceso intermitente: se caracteriza por un bajo nivel de producción y por tipo de producto, utilizando equipos de uso general, con la peculiaridad de presentar cambios constantes en la planeación de la producción y una gran variedad de productos a fabricar.

\* Proceso continuo: se caracteriza por presentar altos niveles de producción y utilización de la maquinaria especializada para realizar las operaciones.

#### **Productividad**

La palabra “productividad” en su sentido formal según Sumanth (1990) se mencionó por primera vez en un artículo de Quesnay en el año de 1776, un siglo más tarde en 1883 Littré definió la productividad como “la facultad de producir”; pero fue hasta principios del siglo XX que el término adquirió un significado más preciso como una relación entre lo producido y los medios empleados para hacerlo, conocido en la actualidad como el enfoque tradicional de la productividad, el cual está influenciado por las viejas doctrinas de la Ingeniería Industrial, que desde el

Taylorismo hablan de la productividad laboral enfatizando que la clave de la productividad radica en aumentar la cantidad de unidades de productos producidas, disminuyendo el consumo de recursos.

Ferguson (1985) menciona que “Productividad es simplemente la relación entre los productos generados por un sistema y los insumos suministrado para crear esos productos. Los insumos en la forma general de trabajo (recursos humanos), de capital (financiero y físico), energía, materiales, etc., que se introducen en el sistema. Estos recursos se transforman en productos (bienes y servicios)”. De acuerdo con Gómez (1985) la productividad es “la relación entre la cantidad física de bienes y servicios obtenidos en un periodo determinado y la cantidad de recursos gastados en lograrla” (pág.19).

Perel, Blanco y Shapira (1991), consideran que lograr la productividad, es maximizar la creación de riqueza de todos los recursos (hombre, tiempo, ideas, información y los insumos materiales). Davis y Newstrom (1993), definen la productividad como:

La relación que existe entre la producción total y el resultado final (outputs), y los recursos tiempo, dinero y esfuerzo (inputs) utilizados para lograrla. Si se incrementa la producción como la misma cantidad de recursos, se obtiene una mayor productividad, al igual que si se emplean menos recursos para lograr la misma meta. Mientras más alto sea el nivel de productividad del proceso físico, mayor será la probabilidad de que una entidad sobreviva y prospere económicamente, (pág.23).

En términos generales la productividad es una medida de la eficiencia, la cual indica que tan bien una compañía usa los recursos en un periodo determinado. En la actualidad hay que enfatizar tres elementos que diferencian la concepción de la productividad:

1. Los trabajadores: los cuales han cambiado sus necesidades, metas y deseos. En la actualidad los trabajadores se valoran más y exigen mejor clima de trabajo y oportunidades.

2. La tecnología: a medida que avanza ejerce un impacto sobre métodos y procesos establecidos, exigiendo que el recurso humano está más capacitado.

3. Responsabilidad por la productividad: en la actualidad no recae solamente en el gerente, sino que debe ser compartida por los trabajadores y aceptada por todos los miembros de la organización.

\* Factores que afectan la productividad de las empresas

Hodson (2001), califica los factores que afectan la productividad de la siguiente manera:

1. Tecnológico

2. Tecno-organizativo

3. Humano

En cuanto a los factores tecnológicos a los que se refiere el autor, están constituidos por las maquinarias equipos e instalaciones necesarias en la transformación de la materia prima en productos, al igual que los conocimientos sobre dichos factores. Factores tecno-organizativos, se incluyen todos los métodos, sistemas, normas y procedimientos que afectan la productividad de una organización. El factor humano es vital en el proceso productivo, porque da movimiento y vida a la empresa; por su inteligencia es el único recurso creativo, y de allí su importancia en las organizaciones.

\* Medida de la productividad

Según Crespata (2011), establece que la medida de la productividad se calcula de la siguiente manera:

Productividad mono factorial

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{Inputs empleados}}$$

Productividad multifactorial:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Outputs (bienes y servicios)}}{\text{Trabajo+Material+Energía+Capital+Varios}}$$

Otras empresas miden su productividad en función del valor comercial de los productos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Ventas netas de la empresa}}{\text{Salarios pagados}}$$

Un aumento de la productividad se conseguirá cuando se emplee para una misma producción, el menor capital, la más pequeña cantidad de materiales de la calidad suficiente, el menor tiempo de fabricación con el mismo trabajo.

$$\text{Mayor productividad} = \frac{\text{Igual producción}}{\text{Menor cantidad de elementos empleados}}$$

$$\text{Mayor productividad} = \frac{\text{Mayor producción}}{\text{Igual cantidad de elementos empleados}}$$

Indicadores

Según (Rodríguez, 2003), sostiene que “los indicadores de gestión son expresión cuantitativa que permiten analizar cuán bien se está

Administrando una empresa, en áreas como uso de recursos (eficiencia), cumplimiento del programa (eficacia), errores de documentos (calidad), entre otros”. Algunos de los indicadores de medición de la productividad utilizados son:

a) Eficiencia

Por su parte, para (Figueroa, 2000), “la eficiencia es la capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles”. Está relacionado con utilizar en forma óptima los recursos para lograr objetivos.

b) Eficacia

Según la norma ISO 9000 (2005), cita que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

c) Efectividad

(Mejía, 1998), indica que la efectividad involucra tanto la eficiencia como la eficacia, es decir el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Supone hacer lo correcto con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero.

### **2.2.2. Medida de los indicadores**

Según Blanca (2000), la medida de los indicadores se calcula de la siguiente manera:

## **Importancia de la productividad**

Jiménez (2008), considera que el único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad. Para ello, el instrumento fundamental es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios: siempre y cuando haya una conjugación de hombres, materiales e instalaciones para lograr este objetivo. Lo más importante en el análisis de la productividad es el descubrimiento de posibles ahorros que se pueden hacer en los materiales, en los diseños, métodos, forma de producir, uso de servicios públicos, tecnología, etc., que lleven a disminuciones significativas en los costos de producción, y por ende, al encuentro de precios competitivos en el mercado.

### **2.2.3. Ingeniería de Métodos**

Para (Burgos, 2009), es el estudio de los métodos, materiales, equipos y herramientas involucrados en una tarea particular, está relacionada directamente con el establecimiento de métodos de trabajo, determinación del tiempo necesario para realizar una actividad y desarrollo del material que se requiere para darle uso práctico a estos datos.

#### **Estudio de método**

Es una técnica que somete a cada operación de un trabajo a un análisis detallado para eliminar todo elemento u operación innecesaria además; Consiste en el registro, análisis, examen crítico y sistemático de los métodos existentes de las propuestas para llevar a cabo a un trabajo y en el desarrollo y aplicación de los métodos más sencillos y eficientes. Consiste en mejorar la forma de hacer un trabajo y en adiestrar al personal en los nuevos procedimientos (Riggs, 1998).

## **Manejo de materiales**

(Rachadell y Gómez, 2004) Señalan que el manejar materiales consiste en el suministro, mediante el uso del método correcto, de la cantidad exacta del material adecuado, en el lugar indicado, en el momento preciso, en la secuencia indicada en las mejores condiciones y al mínimo costo posible.

## **Método REBA**

Hignett S. y Mcatamney L, (2000) citado por Mas (2015), señalan que el método REBA está dirigido al análisis de extremidades superiores y a trabajos en los que se realizan movimientos repetitivos. Este método posee las siguientes características:

Busca dar respuesta a la necesidad de disponer de una herramienta que sea capaz de medir los aspectos referentes a la carga física de los trabajadores.

El análisis puede realizarse antes o después de una intervención para demostrar que se ha rebajado el riesgo de padecer una lesión. Da una valoración rápida y sistemática del riesgo postural del cuerpo entero que puede tener el trabajador debido a su trabajo. Universidad Politécnica de Valencia, España.

El desarrollo del REBA pretende:

Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos músculos esqueléticos en las tareas realizadas por los operadores de la celda de mecanizado de DCC.

Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.

Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a 52 posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.

Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.

Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.

Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.

Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel).

#### **2.2.4. Diagrama Causa-Efecto.**

Para Ortiz y Illada (2000) “El diagrama causa efecto es una herramienta desarrollada para representar la relación existente entre algún efecto y todas las posibles causas que lo influyen. Estas causas se encuentran agrupadas de acuerdo con su origen o raíz principal” (pág.53).

Para elaborar el diagrama causa efecto se siguen los siguientes pasos:

1. Definir claramente el efecto o síntoma cuya causa han de identificarse.
2. Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole.

3. Con la ayuda de la lluvia de ideas identificar las posibles causas.
4. Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas de 70°. Aproximadamente.
5. Añadir sub causas a las causas principales a lo largo de la línea principal.
6. Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).
7. Comprobar la validez lógica de la cadena causal.
8. Comprobación de integridad: ramas principales con, ostensiblemente, más o menos causas que las demás o con menor detalle.

#### **2.2.5. Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo:**

Según Malacias, R. (2002), para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes es necesario el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, entre otros. De esta manera, para ejecutar lo anterior se hace una división de tres grandes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo: se efectúa cuando las fallas han ocurrido; su proximidad es evidente.
- Mantenimiento preventivo: se efectúa para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas.
- Mantenimiento predictivo: prevé las fallas con base en observaciones que indican tendencias.

### Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (R.C.M.):

Según Cárdenas, C. (2009), el mantenimiento centrado en confiabilidad es un proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico en su contexto operacional. Una filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas del mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originaran los modos de falla de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones.

### Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.):

De acuerdo con Espinoza, F. (2000), este surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Justin Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Por otro lado, el autor indica que el TPM incorpora una serie de nuevos conceptos entre los cuales caben destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta, además de agregar a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las Mejoras de Mantenibilidad, el Mantenimiento Predictivo y el Mantenimiento Correctivo.

Seguidamente, el TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder abalzar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

### 2.3. Definición de términos

**Área de producción:** el área de producción, también llamada área o departamento de operaciones, manufactura o de ingeniería, es el área o departamento de un negocio que tiene como función principal la transformación de insumos o recursos (energía, materia prima, mano de obra, capital, información) en productos finales (bienes o servicios).

**Calidad:** puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas, mayor su calidad o también como comúnmente es encontrar la satisfacción en un producto cumpliendo todas las expectativas que busca algún cliente.

**Capacidad de producción:** capacidad de producción teórica, muestra la máxima tasa de producción que puede obtenerse de un proceso, se mide en unidades de salida por unidad de tiempo.

**Ergonomía;** es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades de los trabajadores que se verán involucrados. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de investigación**

El presente trabajo se ubica dentro de las características de un tipo de investigación de campo, ya que los datos y la información requerida son recogidos en el área de estudio con recolección directa y documentación de registros previos.

La investigación de campo es un método directo para obtener información confiable que permita conocer la situación real del problema e imaginarse las propuestas para solucionarlo, para la UPEL (2011), la investigación de campo es:

El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. La fuente principal de datos es el sitio donde se presenta el problema, los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad, en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originarios o primarios, (pág.18).

#### **3.2. Diseño de la Investigación.**

Las modalidades de proyectos especiales permiten la elaboración de trabajos de grados con objetivos y enfoques novedosos o diferentes a los que caracterizan las otras modalidades. El trabajo debe incluir la fundamentación teórica y la descripción de la metodología utilizada.

La investigación a realizar se desarrolla con el fin de especificar las características precisas del proyecto, y así definir cómo se va a investigar. Este diseño suministrará un modelo que trata de explicar, si el proyecto está enmarcado dentro de una investigación determinada. Según Sabino (2010), el diseño de la investigación “tiene por objeto proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo”.

Se plantea entonces la presente investigación dentro de la modalidad de un proyecto factible, el cual consiste en la elaboración de una propuesta, para resolver la problemática planteada. Se considera la utilización de los fundamentos metodológicos de la investigación proyecto factible, es apropiada pues se espera proponer soluciones para los problemas mencionados.

De acuerdo a lo establecido por el Manual de Trabajos de Grados de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Experimental Libertador UPEL (2012), señala que proyecto factible... “consiste en la investigación elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”.

El diseño de la presente investigación está basado en una investigación de campo descriptivo y documental la cual tiene como objetivo fundamental el análisis de los diferentes fenómenos de la realidad a través de la indagación exhaustiva sistemática y rigurosa mediante técnicas muy precisas orientadas a resolver la situación.

### **3.3. Nivel de la investigación:**

La investigación se realizó con un nivel descriptivo, ya que se debe describir la situación actual del proceso para así determinar las causas de las deficiencias presentes en los talleres. Palella y Martins, (2010), dicen que “el propósito de este

nivel es el de interpretar realidades de hecho. Incluye descripción registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos”. El nivel de tipo descriptivo hace referencia a las conclusiones sobre como las personas y los procesos se conducen y funcionan en el presente.

### **3.4. Población y Muestra.**

#### **Población.**

Podemos definir qué, la población es un universo de personas con características particulares, pueden ser personas, documentos o instituciones, a las cuales se refieren las conclusiones o generalizaciones logradas en el proyecto.

El universo de estudio de la presente investigación está constituido por la línea de producción N°4 de la empresa CAM Corporación American Minerals C.A.

#### **Muestra**

La muestra es el subconjunto del universo o población. La importancia de la misma, es que, de ella depende la exactitud de la información proporcionada.

Por lo tanto la muestra del presente proyecto es la gente ya que aún no se cuenta con suficiente información en el subconjunto de la línea de producción.

### **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

Los instrumentos para la recolección de datos a emplear en el desarrollo del presente estudio se mencionan a continuación:

La entrevista informal o no estructurada, más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo directo entre el entrevistador y el entrevistado. En este caso se llevara a cabo mediante conversaciones con los operadores de la planta,

los encargados de la planificación y control de la producción e ingenieros conocedores del Área

Ahora bien, siguiendo este mismo orden de ideas Parella y Martins (2010) expresan que: la observación "consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que se estudia. Es por ello una técnica tradicional, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear" (pág.35). En términos generales la observación se considera una técnica que permite visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la realidad de una empresa o un sistema en estudio, teniendo claro el objetivo de la investigación.

Así pues partiendo de que la observación es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar .Se podrá visualizar el área de operación de los trabajadores de la empresa así como los procesos relacionados al tema, permitiendo verificar las condiciones ambientales y operativas del espacio industrial.

Cabe destacar que para la recolección de información se llevara a cabo la revisión documental en donde se consultaron documentaciones interna de la empresa así como normas, trabajos de grado, textos y fuentes electrónicas relacionadas con la investigación realizada.

La revisión de los documentos puede efectuarse al comienzo y durante la ejecución de la investigación, y sirve de base enfocar el trabajo y la investigación, así como evaluar las condiciones actuales de los procesos para compararlas. Al utilizar esta herramienta se estudia toda aquella documentación recopilada sobre el área de estudio (libros, revistas, páginas web, formatos, etc.) que permitan extraer información precisa e indispensable para la elaboración de este proyecto.

## **3.6. Fases metodológicas**

### **3.6.1. Fase I. Descripción de la Situación Actual**

En esta fase se efectuara una descripción de la situación actual , a través de una investigación descriptiva que permita conocer los métodos usados actualmente, mediante herramientas de recolección de datos como observación directa, entrevistas no estructuradas a los trabajadores y jefes de las áreas relacionadas, con el objeto de identificar las causas que originan los el problema

### **3.6.2. Fase II. Análisis de las causas detectadas en el diagnóstico**

Una vez identificadas las causas que generan los problemas en el proceso se procederá a analizarlos a través de técnicas de ingeniería de métodos entre otros con el objeto de plantear las acciones de mejoras correspondientes

### **3.6.3. Fase III. Propuestas de mejoras**

Una vez realizado el análisis y planteado las mejoras correspondientes, se procederá al desarrollo de las propuestas, con la finalidad de generar alternativas que brinden solución a la problemática presente en el proceso.

### **3.6.4. Fase IV. Evaluación de las propuestas de mejoras**

En esta fase se tomaron en consideración todos los costos operacionales, materiales y técnicos presentes en la propuesta, con la finalidad de compararlos con los beneficios tangibles e intangibles que ésta genere, para luego determinar el impacto económico de las propuestas y el tiempo de retorno de la inversión realizada.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

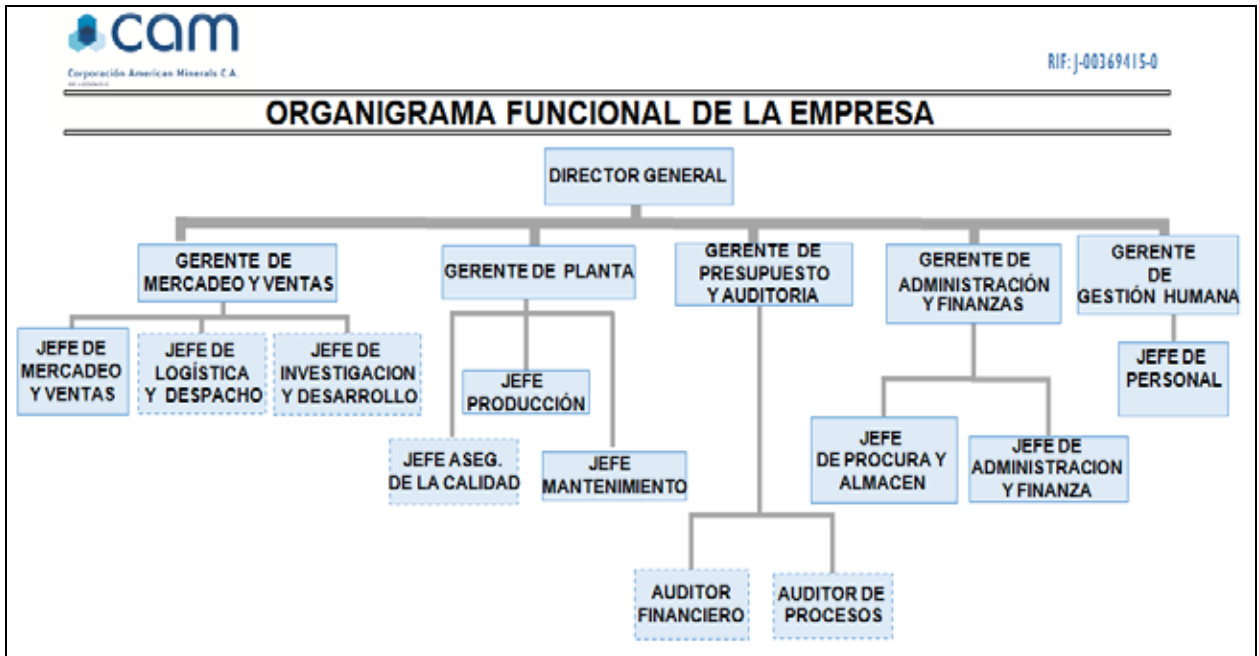
En el presente capítulo se muestran los datos obtenidos, mediante la aplicación de las técnicas descritas en las fases anteriormente expuestas para el logro de los objetivos específicos, para así lograr la información necesaria para una propuesta de mejora para la línea LP4 en la empresa CAM a fin de aportar una solución al problema propuesto en la investigación. Cada uno de los resultados obtenidos, se explica a continuación.

#### **Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la línea de producción N° 4 de la empresa CAM, con el objeto de conocer fortalezas, debilidades y amenazas.**

Iniciado el diagnóstico de la situación actual en línea de producción N° 4 de la empresa CAM, con la aplicación de la técnica “Observación Directa” se evaluó las fortalezas, debilidades y amenazas dentro y fuera la compañía para poder determinar y/o precisar las actividades realizadas. La misma, se utilizó con la finalidad de detallar las actividades operacionales efectuadas por los trabajadores de la línea. También se apreciaron las condiciones laborales a las que están expuestos los trabajadores y además se aplicó una entrevista no estructurada a los trabajadores de la empresa.

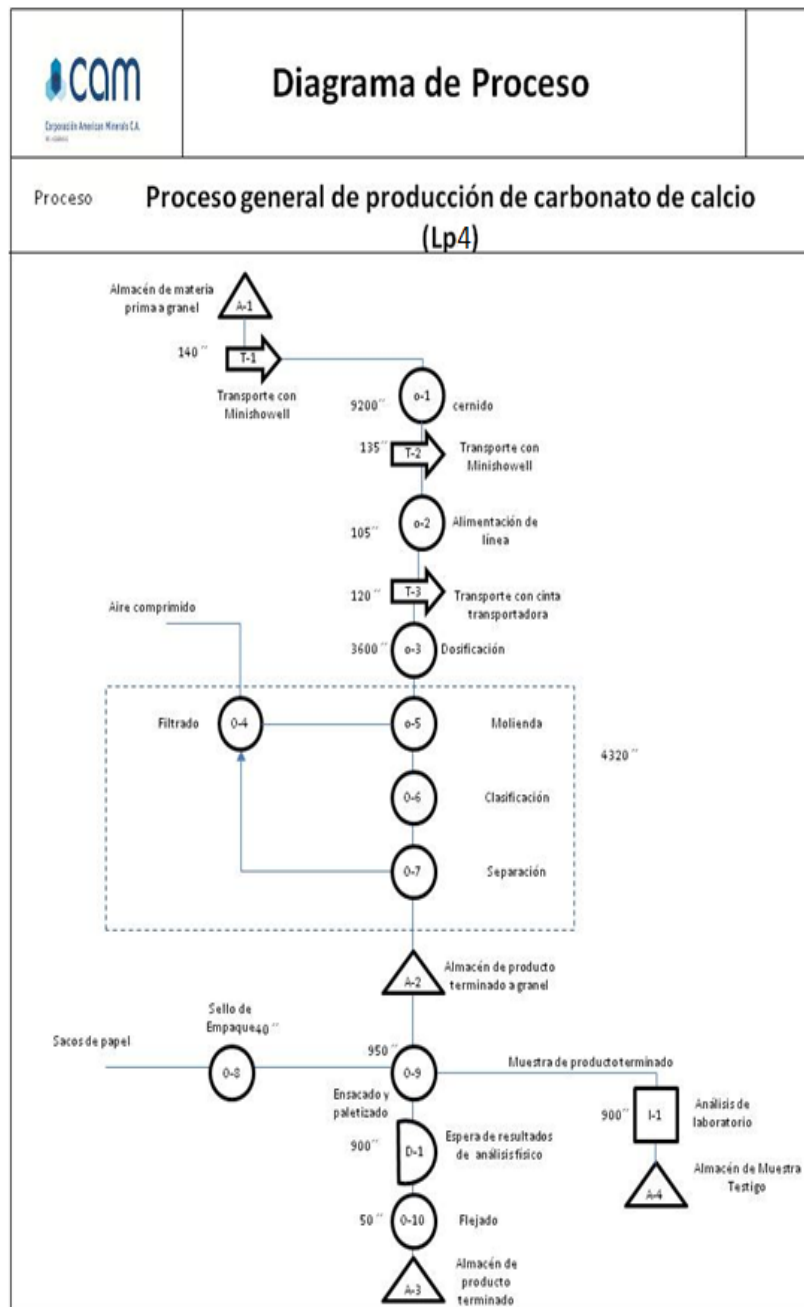
#### **4.1.1 Descripción del proceso de producción de la empresa CAM:**

A continuación se muestra en la **Figura 1**, la estructura del organigrama funcional de la empresa CAM, C.A.



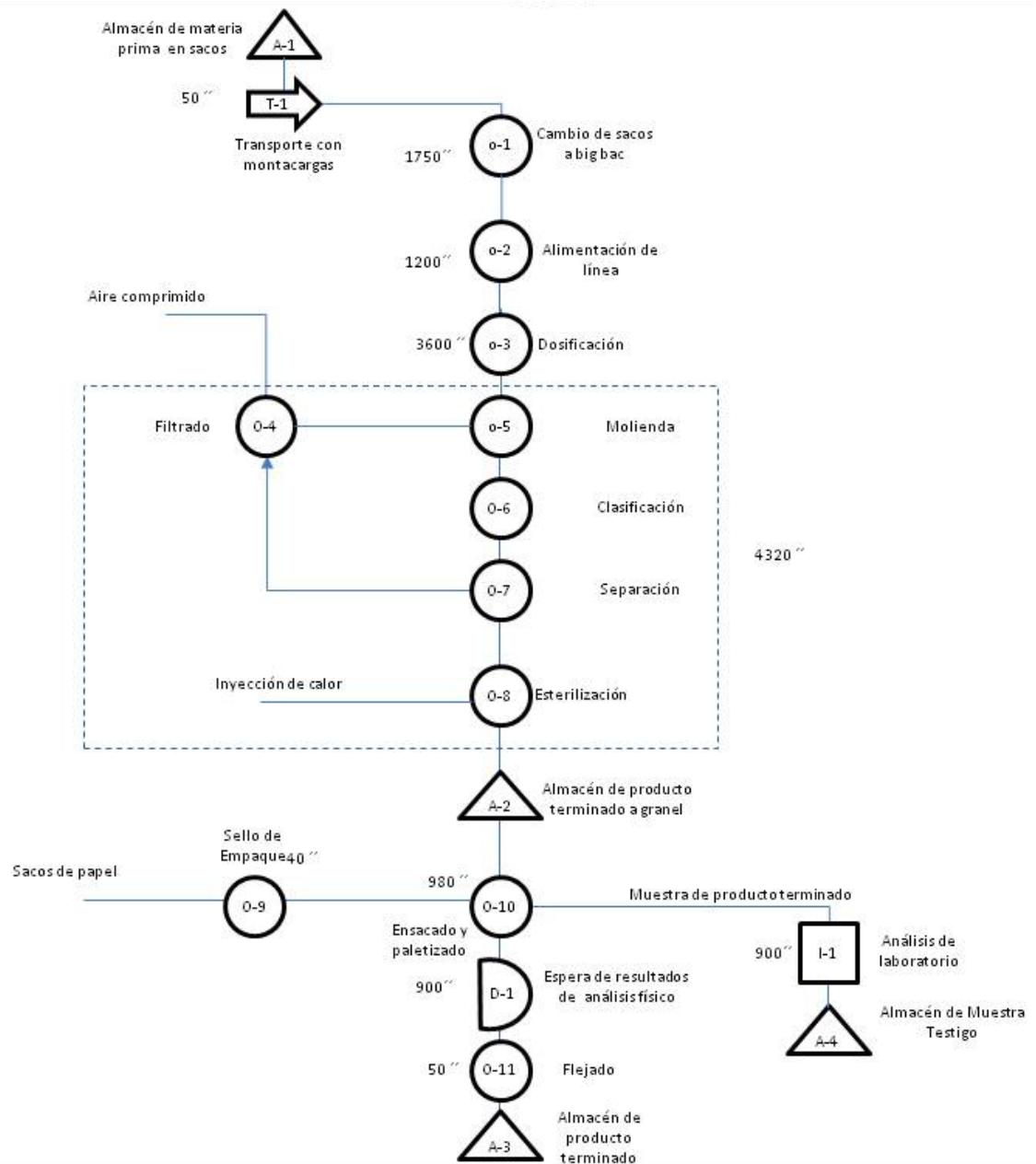
**Figura 1:** Organigrama Funcional de la empresa CAM, C.A. Fuente: Corporación American Minerals CAM C.A. (2018)

Todas las actividades en CAM C.A., se rigen por una serie de normas y procedimientos establecidos por parte del equipo de logística de la organización, con la finalidad de lograr que fluya la información claramente durante el proceso. A continuación, en la **Figura 2** y **Figura 3** se presentan los diagrama de procesos de los productos estudiados en este trabajo, con la finalidad de dar a conocer gráficamente los pasos que se llevan a cabo en el proceso de transformación de minerales no metálicos, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.



**Figura 2:** Diagrama de proceso de transformación de minerales no metálicos.

Fuente: Corporación American Minerals CAM C.A. (2018)



**Figura 3:** Diagrama general del proceso de producción de talco esterilizado. Fuente: Corporación American Minerals, C.A. (2018)

La empresa CAM se encarga de la transformación de minerales no metálicos para obtener diferentes productos que se comercializan en el mercado, los dos más importantes en la actualidad son el talco (industrial, cosmético y micronizado) y el carbonato (calcio y dolomítico), ambos provenientes de la línea que actualmente se está estudiando, la línea LP4. Las diferentes etapas que conforman el proceso de molienda para la elaboración de estos productos se presentan a continuación:

Se cuenta con 3 Operadores de molino y 15 operadores de planta para realizar el proceso, el cual comienza en el área de almacenaje donde se ejecuta la búsqueda de materia prima, cabe destacar que CAM cuenta con dos áreas de éste tipo, esto se debe a que trabaja con dos componentes principales como materia prima, los cuales vienen en presentaciones diferentes y por ello deben estar separados. Uno de ellos es el Silicato de Magnesio (Componente para la fabricación del talco), proveniente de clientes nacionales para la realización de molienda y esterilización, anteriormente se obtenía esta materia prima en piedras, pero en la actualidad se trabaja con material ya molido (polvo), ésta llega a través de camiones en sacos de 25 Kg o en Big Bag con capacidad de 900 a 1500 Kg. El segundo componente es la Dolomita y la Caliza, de los cuales se obtiene el carbonato de calcio. Éstos vienen a granel del interior del país y llegan en camiones que descargan la materia en el área de almacenaje donde actualmente se pudo apreciar espacio sub-utilizado y poca clasificación del espacio de almacén.

En caso de producir Carbonato de Calcio, luego de tomar la materia prima, se realiza la actividad de cernido en donde el operario a cargo del minishowell coloca una palada cada 38 min encima del cernidor, éste es el tiempo que tarda el cernidor procesando cada palada. En esta etapa del proceso se encuentra un nodo crítico ya que se debe realizar esta actividad tres (3) veces por unidad de producto terminado obtenido, sin olvidar el tiempo de procesamiento para el cernido de cada pala antes mencionado. Luego de esto se realiza el vaciado (alimentación) en la cinta transportadora de la línea, aquí el operario debe bajarse del equipo cada vez que

suministra una palada para limpiar manualmente la rejilla dispuesta en la boca de alimentación para no permitir el paso de piedras más grandes de lo permitido por el molido, el tipo de piedra es catalogado como piedra número uno (1 pulg como máximo). El Área de Procesamiento está conformada por una serie de actividades: Almacén Temporal (tolva alimentación de cámara de molienda), Molienda, Clasificación, Separación, Esterilización y el Almacenaje a granel de Producto Terminado. Cada una de estas operaciones, diferentes entre sí, están conectadas y mecanizadas en su totalidad. Seguidamente, estas piedras trituradas son enviadas a través de bandas transportadoras hacia la tolva de alimentación, hay que destacar que en el caso de procesamiento de talco, a diferencia del Carbonato, la materia prima se encuentra en sacos y es descargada manualmente, se descarga cada saco en un Big Bag que luego es elevado a través de un sistema de polipasto y suministrado aproximadamente a 62.5 Kg/m durante todo el proceso a una tolva de alimentación que obliga al operador a estar en el área durante todo el proceso.

Luego de esto comienza el proceso de molienda en el molino de péndulos, llevando el material a una granulometría conforme a los requerimientos y seguidamente se clasifica (Clasificador): en esta etapa se envía el producto a la siguiente fase a través de un sistema de aire que de igual forma hace circular nuevamente el material que no cumple con la granulometría por el molino hasta que sea reducido en su totalidad. Seguidamente, se separa el material molido de la masa de aire suministrada a través de un ciclón para ser enviada al silo de esterilización. Cabe destacar que las partículas de polvo con granulometría inferior a lo requerido que fueron extraídas junto al flujo de aire en el ciclón, son enviadas al filtro de mangas, donde son acumuladas en mangas filtrantes y por medio de la inyección de aire comprimido son sacudidas en intervalos de tiempo de 30 segundos. Este material es enviado al silo de esterilización con el resto del producto, es aquí, en el silo de esterilización, donde en el caso que se esté procesando talco se obtendrá un producto libre de agentes contaminante por medio de la incorporación de calor a través de la

caldera de la línea hasta llegar a la temperatura de esterilización establecida. Hay que mencionar que en el caso de procesar Carbonato el producto solo pasa por el silo de esterilización pero no se inyecta el calor andes descrito. Finalmente, este producto es enviado a la tolva de almacenamiento temporal a través de un sistema de tornillos sin fin.

En este punto comienza la participación directa del operario con el proceso de ensacado y paletizado, quien antes de llenar los sacos, debe asegurarse de que éstos estén identificados con sello impreso en un proceso previo, el cual contiene el número de lote e información del producto, esta actividad la hace manual colocando el sello a cada saco vacío. Luego de tener un número requerido de sacos identificados, comienza el proceso de llenado, donde el operario toma un saco y lo coloca justo en la boca de la ensacadora, lo ajusta y éste se llena de producto. Esta máquina llenadora funciona con un sistema neumático o de inyección de aire, trabaja con electroválvulas y posee una capacidad de 1,3 Ton/h. Para saber el peso exacto se usa un sistema de balancín donde los operarios deben ir graduando el peso hasta conseguir el deseado, una vez graduado el balancín, pueden realizar el llenado de todos los sacos. Pasando al pesado de sacos individuales, este proceso consiste en el pasado de los sacos en una balanza que se encuentra cerca del operario, una vez que se llena un saco el operario lo toma y chequea su peso para saber si este posee el adecuado, el cual es de 25,35 Kg aproximadamente, esta balanza le permite saber si el balancín que tiene la máquina de ensacado aún se mantiene graduado o si es necesario ajustarlo de nuevo.

Luego de pesar cada saco, el operario los lleva hacia el área de paletizado en donde, efectuando posturas de torsión de tronco, comienza a colocarlos en la paleta hasta armarla, esta pesará aproximadamente 1300 Kg, cada paleta contiene 50 sacos. En promedio, el peso neto de la paleta está entre 18 Kg y 37 Kg, dependiendo del tipo de madera. Hay que resaltar que en la actualidad hay tres (3) operadores que fueron asignados a labores administrativas por lesiones distintas en la columna relacionadas

a las actividades ejecutadas de forma manual tales como hernias discales y lumbago, principalmente a la operación de paletizado antes descrita.



**Figura 4:** Posturas riesgosas en el paletizado.  
Fuente: Mijares (2019)

El operador encargado va tomando muestras aleatorias de los sacos ya posicionados y las almacena en un recipiente para finalmente formar la muestra testigo de 200 g, ésta es llevada al laboratorio de aseguramiento de calidad donde es entregada al analista de turno quien le realiza los análisis físicos, químicos y microbiológicos correspondientes y determina si el producto cumple con las especificaciones requeridas para su comercialización. En este punto se realiza el pesado de toda la paleta de producto terminado, esta operación se realiza con la ayuda de un montacargas. El operario toma el montacargas y con él lleva la paleta a la balanza electromecánica y registra el peso en el reporte de pesado para que se pueda elaborar la respectiva hoja de identificación.

Conforme se recibe el resultado de inspección física en estado aprobado se procede a flejar el producto, ésta actividad se debe realizar luego que el Departamento de Aseguramiento de la Calidad emite el resultado de aprobado ya que ésta será la prueba de que el producto cumple con las especificaciones de calidad. En este momento el operador del montacargas lleva la paleta a la unidad de plastificado semiautomática donde, haciendo girar la paleta, se le coloca un envoltorio de papel adherente industrial.

El almacenamiento de este producto es realizado por el operador de montacargas encargado, el cual coloca en el área destinada las paletas por filas y en rumas de tres (3) niveles como máximo.

#### **4.1.2 Descripción del proceso de producción en la LP4**

A continuación, se presenta información relacionada con: el producto, cliente, materiales, proveedores, actividades, infraestructura, espacio mano de obra, equipos y herramientas, esto con la finalidad de presentar con más claridad las condiciones actuales en la que se encuentra el sistema. Ver **Tabla 1**.

**Tabla 1** Descripción general del proceso en la línea LP4



Producto		Cliente
CARBONATO DE CALCIO Y TALCO ESTERELIZADO		LABORATORIO
MATERIALES		PROVEEDOR
PIEDRA DOLOMITA/CALIZA Y SILICATO DE MAGNESIO ,SACOS DE PAPEL ,PLÁSTICO POLIFILM		CANTERAS Y EMPRESAS NACIONALES
Actividades		
<pre> graph LR     A[Búsqueda de MP] --&gt; B[Cernido]     B --&gt; C[Alimentación de línea]     C --&gt; D[Alimentación de molino]     D --&gt; E[Molienda]     E --&gt; F[Clasificación]     F --&gt; G[Separación (ciclón)]     G --&gt; H[Filtrado]     H --&gt; I[Esterilización]     I --&gt; J[Almacén (silo)]     J --&gt; K[Ensayado y paletizado]     K --&gt; L[Pesado de PT]     L --&gt; M[Plastificado]     M --&gt; N[Almacén]     </pre>		
Mano de Obra	Equipos y Herramientas	Infraestructura /Espacio
4 operarios	Ver (Tabla 10)	3200 m <sup>2</sup>

Fuente: Mijares (2019)

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto final que se obtiene luego del paletizado es carbonato de calcio o talco esterilizado según sea el caso en presentación de 25 kg por saco a continuación se muestra en la **Tabla 2**

**Tabla 1:**

Producto	Característica	Imagen
Carbonato de calcio /talco esterilizado(individual)	Largo: 40 cm Ancho: 10 cm Alto: 60 cm	
Carbonato de calcio /talco esterilizado(paletizado)	Largo: 100 cm Ancho: 120 cm Alto: 100 cm	

Fuente: Mijares (2019)

En la actualidad, la empresa CAM C.A. elabora distintos tipos de rubros para la comercialización los cuales, dependiendo de sus componentes y características, son procesados en diferentes líneas de producción. Las variadas aplicaciones de los productos elaborados en CAM contemplan para Talco, Carbonato de Calcio y Dolomítico, Dióxido de titanio, Caolines, Barita y Mica.

**Tabla 2:**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CÓDIGOS DE PRODUCTOS CAM</b>		
	<b>1024</b>	<b>1025</b>	<b>1034</b>
<b>RETENCIÓN EN MALLA # 200, %</b>	<b>Máx. 0,50</b>	<b>0,50 a 3,50</b>	<b>N/A</b>
<b>Retención en malla # 325, %</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>Máx. 0,50</b>
<b>pH, Dilución al 10 %</b>	<b>9,00 ± 1,0</b>	<b>9,00 ± 1,0</b>	<b>9,00 ± 1,0</b>
<b>Humedad, %</b>	<b>Máx. 0,15</b>	<b>Máx. 0,15</b>	<b>Máx. 0,15</b>
<b>Densidad Aparente, g/cm<sup>3</sup></b>	<b>0,45 ± 0,05</b>	<b>0,52 ± 0,05</b>	<b>0,42 ± 0,05</b>
<b>Pérdidas por Ignición, %*</b>	<b>Máx. 6,50</b>	<b>Máx. 6,50</b>	<b>Máx. 6,50</b>
<b>Sustancias Solubles en Agua, %*</b>	<b>Máx. 0,10</b>	<b>Máx. 0,10</b>	<b>Máx. 0,10</b>

<b>Sustancias Solubles en Ácido, %*</b>	<b>Máx. 2,0</b>	<b>Máx. 2,0</b>	<b>Máx. 2,0</b>
<b>Hierro soluble en Agua*</b>	<b>Negativo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Negativo</b>
<b>Blancura, %</b>	<b>Mín. 88,0</b>	<b>Mín. 88,0</b>	<b>Mín. 88,0</b>
<b>Bacterias aerobias, UFC/g</b>	<b>&lt; 100 *</b>	<b>&lt; 100 *</b>	<b>&lt; 100 *</b>
<b>Bacterias anaerobias, UFC/g</b>	<b>&lt; 100 *</b>	<b>&lt; 100 *</b>	<b>&lt; 100 *</b>
<b>Mohos y Levaduras, UFC/g</b>	<b>&lt; 100 *</b>	<b>&lt; 100 *</b>	<b>&lt; 100 *</b>
<b>S. aureus</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>
<b>P. aeruginosa</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>
<b>E. coli</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>
<b>Clostridium</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>	<b>Ausentes</b>
<b>Características Organolépticas</b>	<b>Aspecto Limpio y Olor Característico</b>	<b>Aspecto Limpio y Olor Característico</b>	<b>Aspecto Limpio y Olor Característico</b>

Fuente: Mijares (2019)

**Tabla 3:** Especificaciones Técnicas de Talcos Industriales

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CÓDIGO DE PRODUCTOS</b>	
	<b>CAM 2025</b>	<b>CAM 2032</b>
<b>RETENCIÓN EN MALLA # 200 %</b>	<b>Máx. 3,50</b>	<b>N/A</b>
<b>Retención en malla # 325 %</b>	<b>N/A</b>	<b>Máx. 0,50</b>
<b>pH, Dilución al 10 %*</b>	<b>9,00 ± 1,0</b>	<b>9,00 ± 1,0</b>
<b>Humedad, %</b>	<b>Máx. 0,50</b>	<b>Máx. 0,50</b>
<b>Densidad Aparente, g/cm<sup>3</sup></b>	<b>0,50 ± 0,10</b>	<b>0,35 ± 0,05</b>
<b>Pérdidas por Ignición, %*</b>	<b>Máx. 6,50</b>	<b>Máx. 6,50</b>
<b>Sustancias Solubles en Agua, %*</b>	<b>Máx. 0,50</b>	<b>Máx. 0,50</b>
<b>Absorción de Aceite, %</b>	<b>32,0 ± 3,0</b>	<b>40,0 ± 5,0</b>
<b>Blancura, %</b>	<b>Mín. 88,0</b>	<b>Mín. 85,0</b>

Fuente: Mijares (2019)

**Tabla 4** Especificaciones técnicas de Carbonatos

CARACTERÍSTICAS	CÓDIGOS DE PRODUCTOS	
	4442(CALCIO)	4642(DOLOMITICO)
<b>RETENCIÓN EN MALLA # 400 %</b>	<b>Máx 1,50</b>	<b>Máx. 1,50</b>
<b>Retención en malla # 325 %</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
<b>pH, Dilución al 10 %</b>	<b>9,00 ± 1,00</b>	<b>9,00 ± 1,00</b>
<b>Humedad, %</b>	<b>Máx 0,50</b>	<b>Máx. 0,50</b>
<b>Densidad Aparente, g/cm<sup>3</sup></b>	<b>0,75 ± 0,10</b>	<b>0,85 ± 0,10</b>
<b>Pérdidas por Ignición, %</b>	<b>Mín 35</b>	<b>Mín. 43,6</b>
<b>Absorción de Aceite, %</b>	<b>20 ± 5</b>	<b>22,0 ± 5,0</b>
<b>Blancura, %</b>	<b>Mín 87</b>	<b>Mín. 87,0</b>

Fuente: Mijares (2019)

## CLIENTE

El producto pasa directamente al área de espera donde luego de realizar los análisis de laboratorio es flejado y llevado al almacén de producto terminado, de

donde será seguidamente despachado a empresas de producción de artículos de limpieza e higiene personal, así como empresas pinturas, industria petroquímica, industrias cosméticas y farmacéuticas, entre otras.

**Presentación:** para la presentación de los productos que se fabrican en Cam se utilizan **sacos multipliegos de papel**, tanto para talcos como para carbonatos. En la **Tabla 6** se muestra la descripción detallada de estos empaques.

**Tabla 5:** Descripción de los sacos multipliegos de papel (2x97)

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>ESPECIFICACIONES (NORMA VENEZOLANA COVENIN-2327-88)</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>
<b>PESO BÁSICO PLIEGO (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>97 ± 5 %</b>	<b>COVENIN 954-84</b>
<b>CANTIDAD DE PLIEGOS</b>	<b>02</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>
<b>DIMENSIONES SACO (cm)</b>	<b>Ancho: 48,3 ± 0,7 Fondo: 10,2 ± 0,7 Largo: 56,0 ± 0,7</b>	<b>VERIFICACIÓN CON CINTA MÉTRICA</b>
<b>VÁLVULA (TIPO)</b>	<b>TUBULAR BOLSILLO</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL Y CON CINTA MÉTRICA</b>
<b>DIMENSIONES DE LA VÁLVULA (cm)</b>	<b>Ancho: 10,0 ± 0,7 Largo: 18,0 ± 0,7</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>

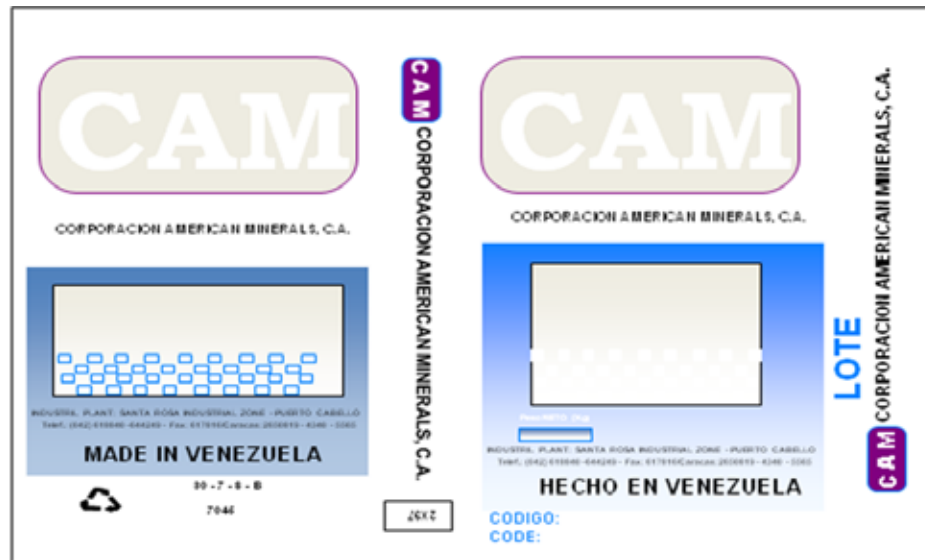
		<b>Y CON CINTA MÉTRICA</b>
<b>TIPO PERFORACIONES</b>	<b>NORMALES Y ALTERNAS</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>
<b>IMPRESIÓN DEL SACO</b>	<b>NITIDA Y LEGIBLES</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>
<b>COLOR DE IMPRESIÓN</b>	<b>UN COLOR: NEGRO</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>
<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	<b>NINGUNA</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>7,0 a 8,5</b>	<b>COVENIN 242-79</b>
<b>PEGADURA LONGITUDINAL</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>COVENIN 2207-84</b>
<b>PEGADURAS DE LOS EXTREMOS</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>COVENIN 2328-85</b>
<b>MARCACIÓN</b>	<b>CONFORME A Fig. Pag. 3/3</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>
<b>EMBALAJE</b>	<b>BULTOS DE 100 SACOS SUJETADOS CON DOS FLEJES PLÁSTICOS COMO MÍNIMO</b>	<b>VERIFICACIÓN VISUAL</b>

Fuente: Mijares (2019)

**Figura 5** Presentación de los sacos multipliegos para talcos y carbonatos de la empresa Cam C.A.

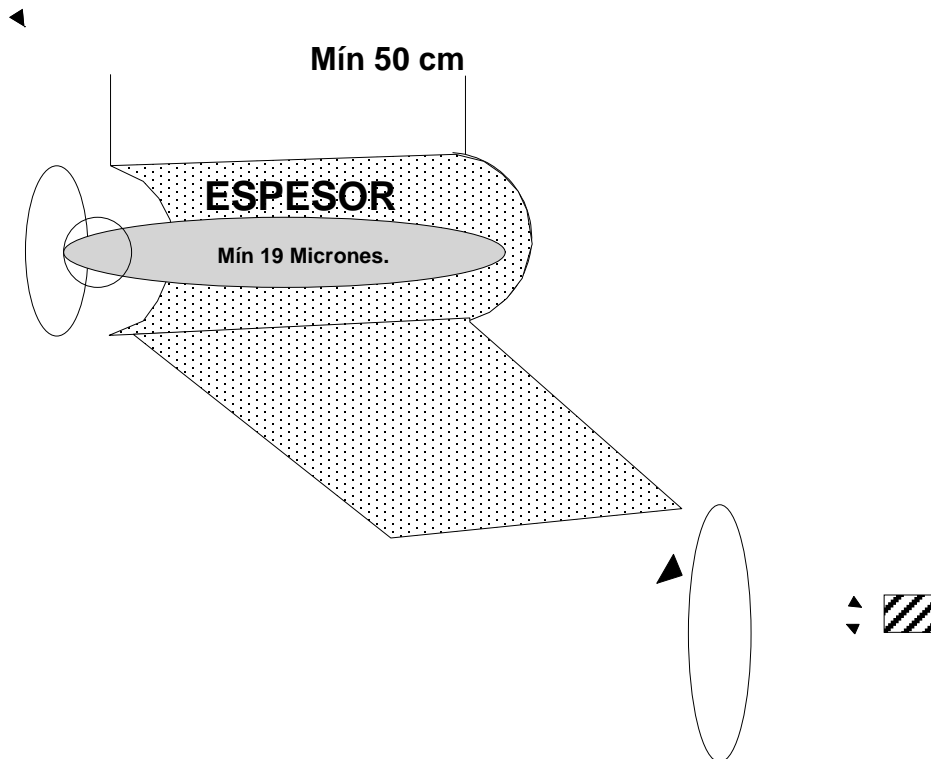
Fuente:

Corporación American Minerals, CAM C.A. (2018)



**Figura 6:** Dimensiones de las hojas de rollo en polietileno especiales empleadas en la empresa Cam para los procesos de embalaje y paletizado de producto terminado.

Fuente: Corporación American Minerals, CAM C.A. (2018)



## PROVEEDOR

Las piedras de dolomita y caliza son tomadas de los almacenes de materia prima a granel, estos son suministrados por las canteras de minerales nacionales en Puerto Cabello -Edo Carabobo, Yaritagua -Edo Yaracuy, entre otras. El silicato de magnesio es suministrado por clientes nacionales los cuales solicitan servicios de esterilización y disminución de la granulometría de sus productos.

## ACTIVIDADES

Para procesamiento de Carbonado de Calcio:

- 1. Búsqueda de materia prima:** Con ayuda del minishowell el operador encargado de la alimentación toma las piedras de los almacenes asignados, trasladando por palada aproximadamente 365 kg/palada.

2. **Cernido:** Las piedras son colocadas en una estructura de cernido vibratoria que separa las piedras de la tierra, esto con el fin de evitar que el producto resulte fuera de especificaciones por blancura no conforme.
3. **Alimentación de línea:** El operador a cargo del minishowell descarga las piedras en la oca de alimentación de la línea y luego de retira del tamiz las piedras atrapadas por ser de granulometría mayor de 1 pulg.

:

1. **Búsqueda de materia prima:** Con ayuda del montacargas el operario del mismo busca la paleta de talco almacenada en el almacén dispuesto para su fin y lo ubica a 3 metros de del área de alimentación.
2. **Cambio de sacos a Big-Bac:** Luego de preparar el Big-Bac, un operador toma los sacos y con ayuda de una navaja abre los sacos por un extremo y uno a uno los va arrojandodentro del mismo.
3. **Alimentación de línea:** El operador abrocha el big-bac al extremo del polipasto y sube hasta donde se encuentra la tolva de alimentación, desde allí acciona el mecanismo de elevación y posiciona el big-bac en la superficie de la tolva, en este momento libera el amarre que está en la parte inferior del bic-bag comienza alimentar el material dándole movimiento hacia arriba y hacia abajo para que dicho material valla cediendo
4. **Dosificación:** Operación mecanizada, realizada por una válvula rotativa la cual va alimentando al molino tomando el material almacenado en la tolva de alimentación.
5. **Molienda:** Las piedras son reducidas de tamaño por efecto de trituración realizada con las péndulas en la cámara de molienda.
6. **Clasificación:** Las aspas del clasificador que se encuentran girando en un rango de 300 rpm a 500 rpm, clasifican el material dejando pasar solo las que cumplen con la granulometría correcta y las otras son arrojadas nuevamente a la cámara de molienda hasta lograr el tamaño correcto.

- 7. Separación:** Cuando el material llega al ciclón, este por medio de un sistema de flujo de aire separa el material de la masa de aire, enviando el producto al silo de esterilización y el aire viaja con pequeñas partículas el filtro de mangas.
- 8. Filtrado:** La masa aire pasa a través de las mangas dispuestas en el interior del filtro y quedan atrapadas en ellas las partículas de material, luego de esto las mangas son sacudidas con la entrada brusca de aire comprimido, de esta forma el producto se incorpora también al silo de esterilización.
- 9. Esterilización:** En el caso del carbonato de calcio el producto pasa por el silo sin presencia de calor. A diferencia del talco, al cual se le incorpora calor por medio del quemador, llevando el producto a una temperatura de esterilización.
- 10. Ensacado y paletizado:** Un operario se encarga de ensacar el producto en los sacos de papel que previamente fueron sellados por el mismo. Los sacos son colocados uno a uno en la paleta de madera hasta armar un paletizado de 50 unidades. Cabe destacar que cada dos sacos el operador verifica que la ensacadora este balanceada tomando el saco lleno y colocándolo en la balanza digital, en caso de ser necesario realiza los ajustes.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS**

Los diferentes equipos y herramientas que intervienen en el proceso de producción se encuentran distribuidos en secciones diferentes. A continuación, en la **Tabla 7** se describen las características de cada equipo dependiendo la sección donde participa:

**Tabla 7**

SECCIÓN	HERRAMIENTAS	EQUIPO PRIMARIO	CAPACIDAD	COMPONENTE SECUNDARIO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Alimentación	Mini cargador Marca: CASE(1845C) 365Kg/pala	CINTA TRANSPORTADORA			
		TOLVA DE ALIMENTACIÓN			
		BOCA DE ALIMENTACIÓN			
Molienda		MOLIDO DE PÉNDULAS	1.3 TON/h	MOTOR ELÉCTRICO	- 100 HP -1185 RPM - 440 V - 60HZ - 125 A
		VALVULA (ROTATIVA)	8 TON/H	MOTOR ELECTRICO	- 3HP - 1730RPM - 230V - 60HZ
		CLASIFICADOR			
Movilización de material		EXAHUSTOR PRIMARIO	3900 pie <sup>3</sup> /min	TURBINA	
				EJE	
				ESTRUCTURA DE CARACOL	
		EXAHUSTOR SECUNDARIO	2200 pie <sup>3</sup> /min	TURBINA	
EJE					
ESTRUCTURA DE CARACOL					
COMPRESOR					

Fistrado		FILTRO DE MANGAS	AREA FILTRANTE  161,84 m <sup>2</sup>	144 MANGAS	
Ensacado y Paletizado	-SELLO HÚMEDO -TERMOMETRO DE VARILLA -BALANZA DIGITAL(50 KG) -BALANZA ELETROMECANICA (2000 KG) -MONTACARGA CATERPILLAS (2500 KG)	ENSACADORA	4 Ton/h	DOCIFICADOR	
				SISTEMA NEUMÁTICO	
				MOTOR ELECTRICO	- 4.4 A - 3 HP - 1180 RPM - 440 V - 60 HZ
Esterilización		HORNO	Max 600 °C		

Fuente: Mijares (2019)

#### 4.2. Fase II: Análisis las debilidades encontradas en el diagnóstico para fortalecer los procedimientos.

Gracias a las técnicas utilizadas para el diagnóstico de la situación actual del proceso de producción de la línea LP4 de la empresa CAM se logró recopilar una serie de información que justifica la necesidad de implementar un plan de mejoras en la misma.

##### 4.2.1 Aplicación del método REBA al proceso de ensacado-paletizado:

Para aplicar los pasos de la metodología en cada una de las posturas adoptadas por los operarios es necesario observar todos los movimientos que éste realiza al momento de ejecutar sus actividades.

Las actividades que el operario realiza en el área son las siguientes:

- Ø Sellar los sacos.
- Ø Colocar el saco en la ensacadora para iniciar el llenado del mismo.

- Ø Levantar el saco.
- Ø Chequear el peso del saco colocándolo en la balanza.
- Ø Colocar el saco en la paleta.
- **Actividad 1:** Sellar los sacos (Figura 7).



**Figura 7:** Proceso de sellado de sacos multipliegos.

Fuente: Mijares (2019)

- **Análisis de los movimientos del Grupo A:** tronco, cuello y piernas (**Tabla 8**)

**Tabla 8**

<b>TRONCO</b>		
<b>Movimientos</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Corrección</b>
Erguido	1	Se suma (+1) punto por rotación del tronco.
<b>CUELLO</b>		
<b>Movimientos</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Corrección</b>
Flexión > 20°	2	Se suma (+1) punto por rotación del cuello.
<b>PIERNAS</b>		
<b>Movimientos</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Corrección</b>
De pie con soporte bilateral simétrico.	1	Se suma (+1) punto por flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuaciones de los miembros que conforman el Grupo A:**

Ü **Tronco:** 2 puntos.

Ü **Cuello:** 3 puntos.

Ü **Piernas:** 2 puntos.

- **Análisis de los movimientos del Grupo B:** brazos, antebrazos y muñecas (Tabla 9).

**Tabla 9:**

<b>BRAZOS</b>		
<b>Movimientos</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Corrección</b>
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	Se suma (+1) punto por brazo abducido.
<b>ANTEBRAZOS</b>		
<b>Movimientos</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Corrección</b>
Flexión entre 60° y 100°	1	No aplica.
<b>MUÑECAS</b>		
<b>Movimientos</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Corrección</b>
Flexión o extensión > 0° y <15°	1	Se suma (+1) punto por rotación.

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuaciones de los miembros que conforman el Grupo B:**

Ü **Brazos:** 2 puntos.

Ü **Antebrazos:** 1 punto.

Ü **Muñecas:** 2 puntos.

- **Puntuación de los Grupos A y B:**

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada grupo. Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la **Tabla 10**, mientras que para la del Grupo B se utilizará la **Tabla 11**.

**Tabla 10:** Puntuación del grupo A.

		<b>TRONCO</b>				
<b>CUELLO</b>	<b>PIERNAS</b>	1	<b>2</b>	3	4	5
1	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
<b>3</b>	1	3	4	5	6	7
	<b>2</b>	3	<b>5</b>	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuación del Grupo A: 5 puntos.**

**Tabla 11: Puntuación del grupo B.**

ANTEBRAZOS	MUÑECAS	BRAZOS					
		1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	3	5	7	8
	3	2	3	4	5	8	8
2	1	1	2	5	5	7	8
	2	2	3	4	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuación del Grupo B: 2 puntos.**

· **Puntuaciones parciales**

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B consideran la postura del trabajador. A continuación se valorarán las **fuerzas ejercidas** durante su adopción para modificar la puntuación del **Grupo A**, y el **tipo de agarre** de objetos para modificar la puntuación del **Grupo B**.

**Fuerzas ejercidas:** la carga manejada o la fuerza aplicada modificarán la puntuación asignada al Grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 kilogramos de peso, caso en el que no se incrementará la puntuación. La **Tabla 12** muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga.

**Tabla 12:**

<b>Carga o Fuerza</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Corrección</b>
< 5 kg	0	No hay movimientos bruscos

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuación A:** 5 puntos.

**Tipo de agarre:** la calidad del agarre de objetos con la mano aumentará la puntuación del Grupo B, excepto en el caso de que la calidad del agarre sea buena o no existan agarres. La **Tabla 13** muestra los incrementos a aplicar según la calidad del agarre.

**Tabla 13:** Incremento de puntuación del grupo B por calidad de agarre

<b>Calidad de agarre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Bueno</b>	<b>El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio</b>	<b>0</b>
Acceptable	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Pobre	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuación B:** 2 puntos.

**NOTA:** para la actividad 1 que se está analizando, los Grupos A y B no sufrieron modificaciones.

· **Puntuación Final**

Luego de realizar las modificaciones correspondientes a las puntuaciones de los Grupos A y B, se da lugar a la **Puntuación A** y a la **Puntuación B** respectivamente. A partir de estas dos puntuaciones, y empleando la **Tabla 14**, se obtendrá la **Puntuación C**.

**Tabla 14:** Puntuación C.

		Puntuación A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuación C:** 4 puntos.

Finalmente, para obtener la **Puntuación Final**, la **Puntuación C** recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea (**Tabla 15**).

**Tabla 15** Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.

<b>TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR</b>	
Una o más partes del cuerpo se mantienen Estáticas por más de 1 min.	(+1)
<b>Pequeños movimientos repetitivos hechos más de 4 veces por minuto.</b>	(+1)
Cambios rápidos de postura o postura inestable	(+1)

Fuente: Mijares (2019)

**Puntuación C:** 5 puntos.

· **Nivel de actuación**

Obtenida la puntuación final, se proponen diferentes **Niveles de Actuación** sobre el puesto. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. La **Tabla 16** muestra los Niveles de Actuación según la puntuación final.

**Tabla 16:** Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

<b>Decisión REBA</b>			
<b>Puntuación del REBA</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Color de Riesgo</b>	<b>Actuación</b>
1	INAPRECIABLE	VERDE	No es necesaria actuación
(2-3)	BAJO	VERDE	Puede ser necesaria la actuación.
<b>(4-7)</b>	<b>MEDIO</b>	<b>AMARILO</b>	<b>Es necesaria la actuación.</b>
(8-10)	ALTO	ROJO	Es necesaria la actuación cuanto antes.
(11-15)	MUY ALTO	ROJO +	Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Mijares (2019)

La puntuación final permite conocer el nivel de riesgo al que se expone el operario durante la ejecución de la actividad 1, es recomendable y necesaria la actuación en el área, plantear y aplicar cambios que permitan mejorar las posturas que adoptan los operarios durante su labor.

- Ø **Actividad 2:** colocar el saco en la ensacadora para iniciar el llenado del mismo.

**Figura 8:** colocar el saco en la ensacadora.



Fuente: Mijares (2019)

- **Puntuación Final**

Puntuación C: 13 puntos.

- **Nivel de actuación**

Con una puntuación REBA que oscila entre los valores (11-15), se puede observar un nivel de riesgo **muy alto** al cual se encuentra expuesto el operario que realiza la actividad 2; por ende, es necesaria la actuación de inmediato y tomar medidas y acciones que permitan mantener y resguardar la salud laboral y bienestar de los operarios que realizan estas actividades, a través del planteamiento y ejecución de cambios que permitan mejorar las posturas que se adoptan al momento de laborar.

Ø **Actividad 3:** levantar el saco.



**Figura 9:** Levantar el saco.

Fuente: Mijares (2019)

- **Puntuación Final**

Puntuación C: 13 puntos.

- **Nivel de actuación**

Con una puntuación REBA que se encuentra entre los valores (11-15), se puede observar un nivel de riesgo **muy alto** cuando se trata de la actividad 3; por ende, es necesaria la actuación de inmediato y tomar medidas y acciones que permitan mantener y resguardar la salud laboral y bienestar de los operarios.

Ø **Actividad 4:** Chequear el peso del saco colocándolo en la balanza.



**Figura 10:** Colocar el saco en la balanza.

Fuente: Mijares (2019)

- **Puntuación Final**

Puntuación C: 5 puntos.

- **Nivel de actuación**

La puntuación final permite conocer el nivel de riesgo al que se expone el operario durante la ejecución de la actividad 4, es recomendable y necesaria la actuación en el área, plantear y aplicar cambios que permitan mejorar las posturas que adoptan los operarios durante su labor.

Ø **Actividad 5:** colocar el saco en la paleta.



**Figura 11:** Colocar el saco en la paleta.

Fuente: Mijares (2019)

- **Puntuación Final**

Puntuación C: 13 puntos

- **Nivel de actuación**

En conclusión, se pudo realizar un análisis de las situaciones de riesgo que presenta el área de ensacado-paletizado, se logró estudiar por separado las posturas que adopta el operario en cada una de las actividades que éste debe realizar en el área. Por último, la actividad 5 arrojó un nivel de riesgo **muy alto**, al tener una puntuación REBA de 13 puntos, es necesaria la actuación de inmediata de la organización, planteando mejoras en cuanto a las posturas que deberían adoptarse para realizar estas actividades de manera que la salud laboral y bienestar de los operarios no estén en peligro.

Las evaluaciones realizadas a las actividades descritas anteriormente con el método REBA se muestran en el **Anexo**.

**Tiempo de preparación:** se genera cuando se anuncia un cambio de materia prima. Se debe realizar limpieza de cámara de molienda, extrayendo todo el material molido que queda dentro de la estructura, este material normalmente queda adherido a las paredes de la cámara de molienda por efecto de la compactación producida por el calor emitido durante la molienda. Otros de los tiempos improductivos planificados y frecuentes es la Inspección por mantenimiento a la cámara de molienda, donde el personal encargado revisa y ajusta la tornillería, y lubrica las partes mecánicas del molino. Por otra parte se toma en cuenta la actividad de alimentación de materia

prima a través del sistema de polipasto y a través de la boca de alimentación de piedra con ayuda del minishowell. El tiempo promedio perdido por las causas descritas es de 2,9 horas/ día.

Para la estimación del valor objetivo de cada uno de los indicadores se buscó mejorar las condiciones en un 10% y en el caso de las condiciones disergonómicas se buscó llegar a las mejores de las condiciones de ergonomía según el Método REBA. Ver **Tabla 17**.

**Tabla 17:** Diagnóstico actual de los indicadores.

<b>Indicadores de Gestión del Sistema</b>				
<b>Nombre</b>	<b>UM</b>	<b>VA</b>	<b>VM</b>	<b>PR</b>
Volumen de producción	Kg/min	10,86	11,94	7
Condiciones Disergonómicas.	Puntos	13	Bajo	8
Tiempo de preparación	Hr/Día	2,9	2,6	9

<b>LEYENDA</b>	
<b>UM</b>	Unidad de medida del indicador
<b>VA</b>	Valor actual del indicador
<b>VM</b>	Valor meta del indicador
<b>PR</b>	Peso relativo

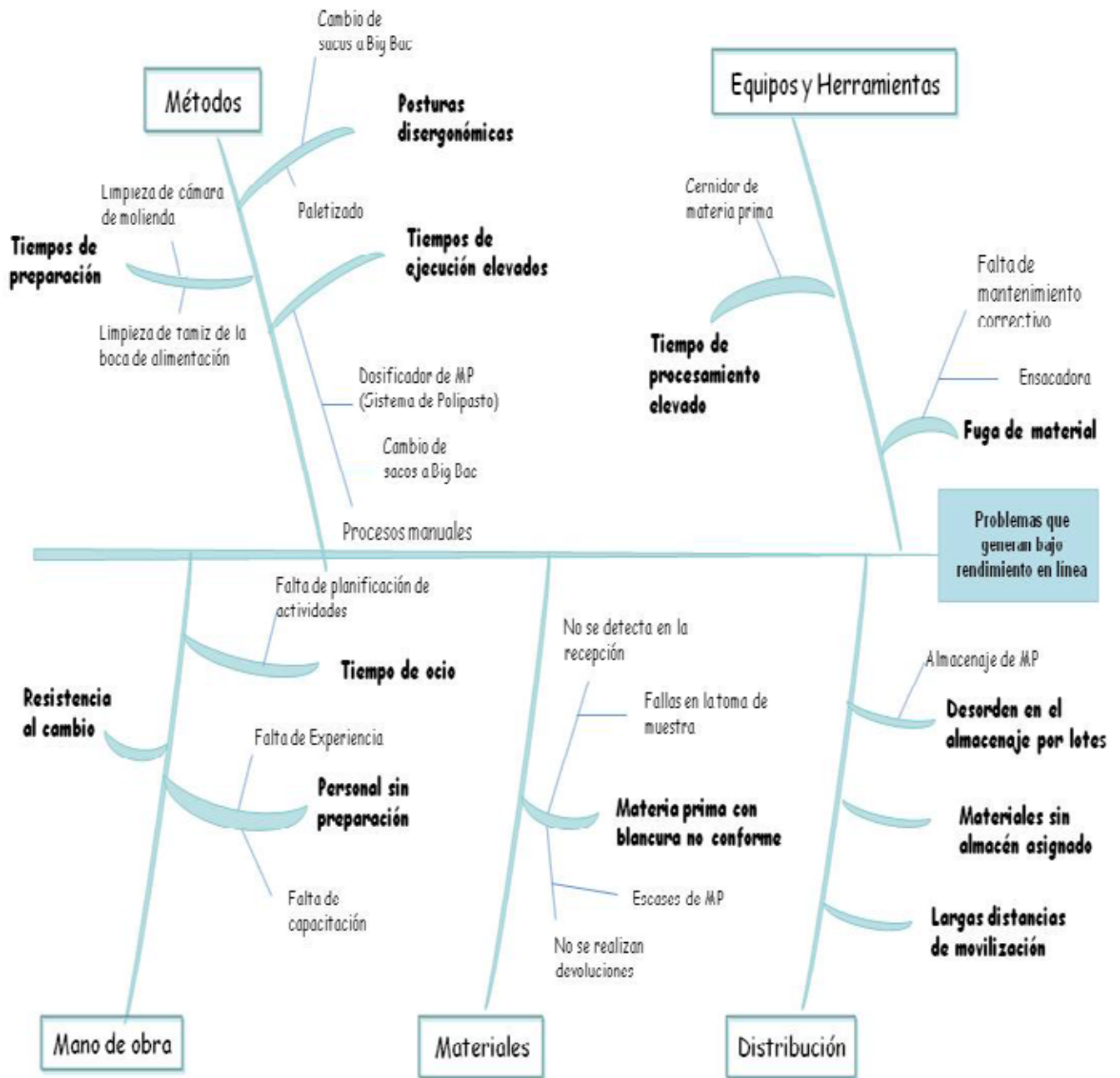
Fuente: Mijares (2019)

#### **4.2.2 Análisis de la problemática a través del diagrama Causa-Efecto**

Se realizó un análisis de los desperdicios presentes con la finalidad de encontrar la causa raíz, y de esa forma, proponer soluciones a los problemas actuales. Para este análisis se implementará el diagrama Causa-Efecto, herramienta que permite ordenar y clasificar las causas de un problema, además de mostrar de forma generalizada todos los problemas que pueden estar presente dentro de todo el proceso, ayudando así al entendimiento de la situación actual en el sistema en estudio. Los elementos que se analizaron con la ayuda de éste diagrama son los siguientes: equipos y herramientas, distribución del espacio, mano de obra, métodos y materiales. El diagrama se puede apreciar en la **Figura 12**.

**Figura 12:** Diagrama Causa-Efecto

Fuente: Mijares (2019)



Mediante la información señalada en el diagrama anterior, se puede detallar los factores que inciden con mayor relevancia. A continuación, una breve descripción de todas las problemáticas encontradas mediante los análisis realizados anteriormente.

#### - **Equipos y Herramientas**

antes del proceso de traslado de la materia prima, se realiza un proceso donde se prepara la materia prima en una estructura de 2 m de altura se encuentra un cernidor encargado de separar la piedra de la tierra y suciedad, el operario con ayuda del minishowell toma una pala de materia prima (365 Kg) y la arroja en el cernidor, la cantidad depositada en él es procesada en 38 min; cada pala contiene aproximadamente 300 kg de piedra que será utilizada en las siguientes fases del proceso y 65 kg de tierra que se encontraba adherida al material, esta será utilizada luego en otros fines comerciales. La actividad se repite 4 veces para cumplir con una unidad de producción (1250 kg/paleta); los materiales, diseño y bases que fundamentaron la elaboración de éste cernidor no son los apropiados ya que no se realizó un estudio previo para determinar el ángulo de deslizamiento correcto para la manipulación de materiales como Dolomita y Caliza, no se determinó el tipo de malla adecuada que permita el paso de los granos para realizar la separación correcta del material.

#### - **Mano de Obra**

Un factor predominante que afecta la productividad de la empresa es la actitud de los operarios, a pesar de los esfuerzos realizados por parte de la organización para promover el compromiso y la responsabilidad, no todos los operarios se comprometen y están dispuestos, también influyen las condiciones laborales. Asimismo el personal sin preparación es un factor que afecta el desenvolvimiento de las operaciones, esto se debe a la falta de experiencia y capacitación. Adicionalmente existen procesos manuales como el de alimentación de materia prima, el de ensacado, sellado y pesado que se deben considerar al momento de determinar la capacidad de producción necesaria para planificar la producción y por ende las actividades, eliminando los tiempos de ocio ocasionados por la falta de éstas.

## - **Método de Trabajo**

Las operaciones realizadas están compuestas por actividades manuales que afectan la salud del trabajador y que además atrasan el proceso debido al elevado tiempo de ejecución que ameritan. Además los tiempos de preparación están presentes en las actividades de limpieza de cámara de molienda en la cual se consume en promedio 2.4 hr/día y la limpieza contante del tamiz de la boca de alimentación el cual consume 30 min/turno del tiempo dispuesto por el operador para alimentar una unidad de producción; por otra parte los tiempos de ejecución elevados, primero por el cambio de sacos a Big Bac realizado para poder alimentar la materia prima a través del polipasto, este se ejecuta con las mismas condiciones disergonómicas que el proceso de paletizado consumiendo aproximadamente 29 min, y segundo la alimentación por polipasto: la tolva de polipastos es un sistema que opera con un motor hidráulico (levantamiento) donde se eleva el big bac a través de un sistema elevador y la intervención de un operario que manipula el mismo para que todo el material que se encuentra en el gran saco sea depositado en una tolva para dar pie a la ejecución del proceso. La capacidad actual que maneja el polipasto (500 toneladas), es muy baja respecto a lo que realmente se necesita procesar, ya que los Big Bac (gran saco) tienen una capacidad que oscila entre 1000 kg y 1200 kg de material, generando que el operador tenga que invertir aproximadamente 25 min por cada descarga de Big Bac suministrando el material en la tolva, elevando las horas hombres en este proceso y los retrasos.

### **4.2.3 Ponderación de las causas a través del Metodo de observacion directa**

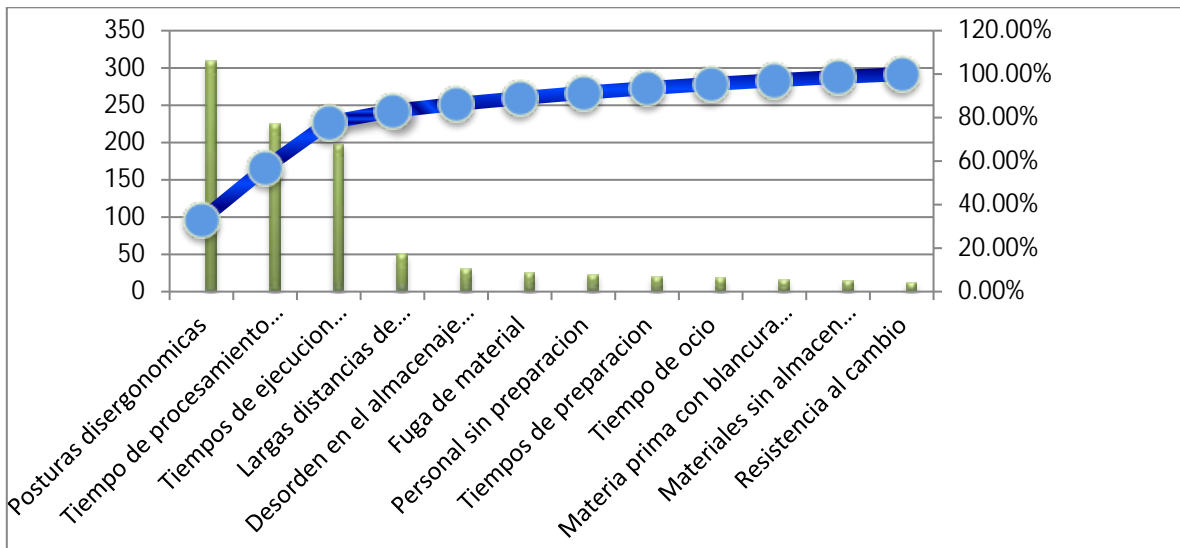
Mediante la observacion directa se pudo percibir las causas con mas incidencia en el proceso, es por ello que se procedio a realizar un diagrama de pareto para evaluar cada causa. Dicho diagrama se presenta a continuacion:

**Tabla 18: Observaciones de ocurrencia de causas potenciales en la LP4.**

N°	Causas	Frecuencia	% FRECU	Acumulado	% ACUM
1	Tiempos de preparación	20	2,13%	20	2,13%
2	Tiempos de ejecución elevados	197	20,94%	217	23,06%
3	Fuga de material	25	2,66%	242	25,72%
4	Materia prima con blancura no conforme	16	1,70%	258	27,42%
5	Posturas disergonomicas	310	32,94%	568	60,36%
6	Resistencia al cambio	12	1,28%	580	61,64%
7	Tiempo de ocio	18	1,91%	598	63,55%
8	Personal sin preparación	23	2,44%	621	65,99%
9	Tiempo de procesamiento elevado	225	23,91%	846	89,90%
10	Desorden en el almacenaje por lotes	30	3,19%	876	93,09%
11	Materiales sin almacén asignado	15	1,59%	891	94,69%
12	Largas distancias de Movilización	50	5,31%	941	100,00%
TOTAL		941	100,00%		

Fuente: Mijares (2019)

**Grafico 1: Diagrama de pareto de las causas con mayor incidencia en la linea de produccion N° 4 de la empresa CAM.**



Fuente: Mijares (2019)

De acuerdo a los resultados revelados en el diagrama de Pareto se puede apreciar claramente que las causas que mayormente afectan la productividad son:

1. Posturas disergonomicas.
2. Tiempo de procesamiento elevado.
3. Tiempos de ejecucion elevados.

Debido a este análisis se deberá fijar la atención en estas causas debido a que sumando sus porcentaje obtenemos 77,79 % y así generar posibles soluciones que permitan obtener mejoras significativas para la mejora de la productividad en la linea N° 4 de la empresa CAM.

### **4.3 Fase III. Elaborar un plan de mejoras para el proceso de producción en función a lo encontrado anteriormente.**

Una vez analizadas las causas detectadas en el diagnóstico se procede al planteamiento de las acciones de mejoras correspondientes con el propósito de eliminar o disminuir las causas que afectan la productividad y por ende, lograr el incremento de la misma en la empresa Corporación American Minerals C.A.

#### **4.3.1 Propuesta N° 1: Dispositivo para la eliminación de levantamientos de carga (manipulador de sacos).**

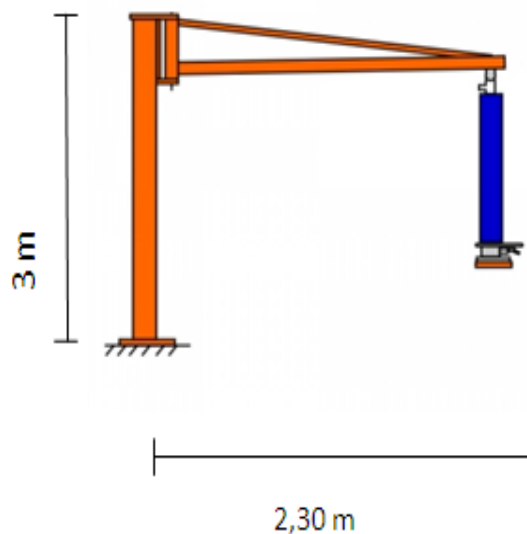
Se plantea esta propuesta tomando en cuenta el análisis realizado a los elementos que conforman el Diagrama Causa-Efecto y posteriormente, los resultados obtenidos a través del método REBA.

Partiendo de estos resultados se plantea, a través de un dispositivo para la manipulación de sacos, reducir el impacto de carga que existe actualmente en los operarios que realizan las actividades que forman parte del área de ensacado y paletizado, ya que en dichas actividades el operario debe cargar 50 sacos de 25 Kg aproximadamente para completar una paleta. A través del dispositivo no solo se eliminarán los levantamientos de carga sino también las posturas como: flexión del tronco y brazos. Asimismo, se disminuye el riesgo de hernias y lesiones en la zona lumbar de los operarios. Además, se mejora el proceso de traslado del saco desde la ensacadora hacia la balanza donde se chequea el peso del mismo y posteriormente a la paleta, ya que éste dispositivo estará soportado por una columna fijada al suelo mediante spits y una zona de trabajo de 270° alrededor de la columna permitiendo el traslado de las cargas de un lugar a otro con facilidad.

El dispositivo para la manipulación de sacos es un equipo diseñado especialmente para manejar cargas pesadas con un mínimo de esfuerzo por parte del operario, trabaja con una motobomba capaz de succionar la carga para luego transportarla. Asimismo, permite al operario realizar su trabajo con facilidad, con ergonomía integrada y sin obstrucción del espacio. El manipulador de sacos cuenta con una bomba 220/380V trifásico, Potencia: 3,3 KW, IP55 Y ATEX de vacío SIEMENS de alta producción, diseñada para realizar el levantamiento de cargas que se encuentran en un rango de 15 Kg a 75 Kg, estas

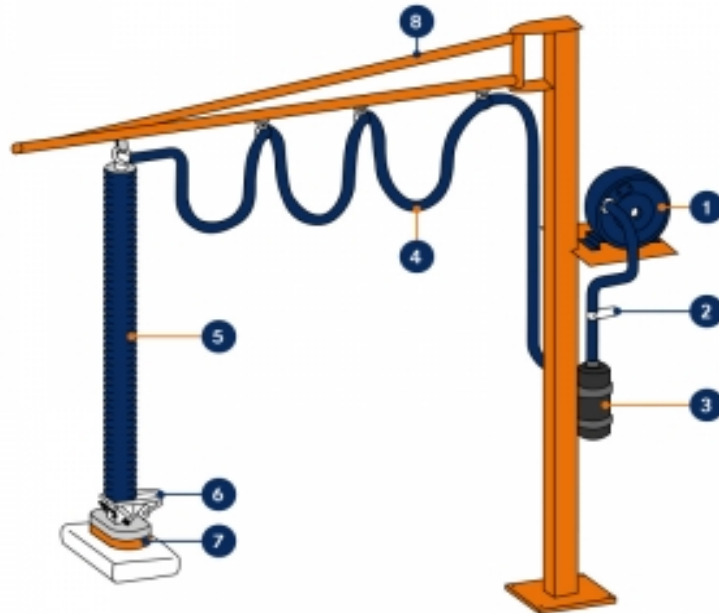
especificaciones garantizan que la bomba califica para realizar la actividad con el saco de 25 Kg en el área de ensacado sin exponerla a daños, ya que este peso se encuentra dentro de sus capacidades; también cuenta con una columna principal de elevación con junta que le permitirá girar 270°, con la finalidad de satisfacer las necesidades de manipular los sacos y trasladarlos a donde sea necesario; su altura es de 3 m, ya que estará ubicado frente a el área de ensacado y ésta no permite la incorporación de equipos con alturas mayores a la mencionada, el sistema de suspensión contará con un alcance de 2,30 m ya que el espacio está limitado por otras estructuras, sin embargo, podrá cubrir con facilidad el área; la columna principal estará ubicada en el centro del área total de ensacado-paletizado, específicamente a 1 m del espacio destinado para las paletas, de manera que pueda colocar los sacos en ellas sin realizar mayor traslado. Asimismo, cuenta con amarres de ventosas rectangulares intercambiables, ganchos y un mando ergonómico de elevación/descenso automático y rotativo con carga variable (como una moto).

A continuación, se muestran las características más detalladas del dispositivo, (ver Figura 13 y Figura 14).



**Figura 13** Dispositivo manipulador de cargas.

Fuente: Mijares (2019)



**Figura 14** Elementos que componen el dispositivo manipulador de cargas Fuente: Mijares (2019)

**El manipulador está compuesto por:**

- **1. Grupo de vacío, con un nivel sonoro de 74 dB, índice de protección IP 55.**

El accionamiento de la turbina se realiza directamente a través del motor mediante un engranaje, sin necesidad de correa u otros sistemas de transmisión, lo cual simplifica su funcionamiento, reduce su nivel sonoro, disminuye las averías, y no precisa mantenimiento eléctrico o mecánico. Alimentación del motor: 380V trifásico. Potencia: 3,3KW IP 55.

- **2. Válvula especial de alivio de vacío (VRV-VPAS)**

Esta válvula protege la turbina frente a sobrecargas. Esta válvula regula el flujo de aire para asegurar que la bomba de vacío está refrigerada frente sobrepresiones negativas.

- **3. Filtro anti partículas**

Filtro especialmente diseñado para evitar la entrada de partículas o cuerpos extraños en la turbina.

- **4. Tubo de alimentación de vacío (VHSB)**

Tubo especial flexible para la conducción de vacío desde la turbina al tubo de elevación.

- **5. Tubo de elevación flexible**

Tubo de elevación flexible con un diámetro determinado por la carga y tipo de producto a manipular, el cual permite la elevación de la carga y proporciona el recorrido en vertical del producto.

- **6. Sistema de mandos**

Especialmente diseñado para compensar de forma fácil, cómoda y segura la altura del manipulador con y sin carga.

- **7. Sistema de ventosas**

Implemento de ventosas especialmente diseñado, según la carga, la porosidad y el tipo de producto a manipular.

- **8. Sistema de suspensión**

Su funcionamiento se da de la siguiente manera: La bomba de vacío conectada al tubo central rotatorio de elevación hace el vacío desde que las ventosas están en contacto con el saco a elevar y automáticamente a través del mando rotativo se eleva. Se traslada al lugar deseado o se deja en suspensión según necesidad. Por último, el dispositivo cuenta con una palanca bajo el mando que le permite soltar la carga.

Beneficios:

Ü Mejora las condiciones de trabajo de la empresa:

En la actualidad existen actividades que ocasionan fatiga tanto mental como física, que al prolongarse a través del tiempo tienen un impacto negativo en el área de trabajo y por ende afecta la productividad de la empresa, al eliminar estas actividades que no forman parte del proceso normal de producción se mejora el ambiente de trabajo, el bienestar y salud laboral de los operarios y por ende, mejora la empresa.

Ü Aumento de la capacidad de producción, por reducción del tiempo de las actividades donde se manipulan los sacos:

Actualmente, se han reportado incidentes al momento de realizar los levantamientos de cargas, debido a posturas y agarres inadecuados los cuales ocasionan productos defectuosos, es decir, sacos rotos y esto genera paradas, reproceso y retrasa la producción pautada para la jornada. Al eliminar el contacto directo del operario con el saco (una vez lleno), se logra una manipulación del mismo de forma segura, eliminando los daños que pudieran ocasionarse en la carga si esta se cae, así como también una ejecución más rápida y fácil al momento de su traslado.

Ü Reducción de movimientos repetitivos y riesgos disergonómicos en el área de ensacado-paletizado:

En la actualidad, en esta área se realizan actividades donde los operarios adoptan diferentes posturas como: flexión del tronco, cuello y piernas, agarre inadecuado del material al momento de llenar, pesar. Con la propuesta se elimina en un 100% estas posturas inadecuadas.

Reducción del riesgo de sanciones por parte del INPSASEL.

#### **4.3.2 Propuesta N° 2: Dispositivo para la eliminación de posturas inadecuadas adoptadas por los operarios (Mesa Hidráulica Ergonómica).**

Es importante resaltar que el dispositivo manipulador de sacos permite el levantamiento y traslado del saco en toda el área de ensacado-paletizado, pero aunque este dispositivo cuenta con la posibilidad de llegar hasta el piso, no es precisamente lo que se desea, ya que se busca eliminar las posturas inadecuadas (flexión del tronco) adoptadas por parte del operario, además tampoco se puede dejar caer el saco en la paleta, ya que podría ocasionar daños en el saco derramando su contenido. Teniendo en cuenta esto, se plantea colocar la mesa ergonómica en el área de paletizado para que opere en conjunto con el manipulador de cargas. Se colocará la paleta encima de la mesa antes de comenzar el paletizado, esta mesa contará con un sistema hidráulico que le permitirá elevarse a una altura de 1 m, suficiente para poder colocar el saco con la ayuda del manipulador de cargas. Una vez colocada la paleta en la mesa, se procede a colocar los sacos y esta, a través de un control de botones (subir/bajar) comenzará a bajar a medida que se vaya realizando el paletizado

hasta que se complete la cantidad de sacos que posee la paleta y esta, para ese momento, se encontrará en el piso.

Una vez puesta la paleta sobre la mesa ergonómica, esta podrá alcanzar una altura máxima de 1,10 m que permitirá al operario realizar el paletizado sin hacer ningún tipo de flexión del tronco al colocar los sacos sobre la paleta. Las dimensiones de la paleta y la mesa ergonómica son: 1,20 m x 1 m y 1,60 m x 1,33 m, esta holgura entre la paleta y la mesa es para evitar que queden exactamente con las mismas medidas de manera que se pueda tener una mejor estabilidad de la paleta si esta es movida o tropezada durante el proceso de paletizado.

**La mesa hidráulica ergonómica cuenta con las siguientes partes:**

- **La base:** fuerte, rígida y estable, diseñada para soportar el resto del montaje.

**Figura 15.**



**Figura 15** Base de la mesa hidráulica ergonómica.

Fuente: Mijares (2019)

- **Las tijeras:** proporcionando un movimiento vertical mientras soportan la plataforma. Cada par de tijeras están conectadas mediante ejes en el punto central de unión y en los extremos superior e inferior. **Figura 16.**



**Figura 16** Tijeras de la mesa hidráulica ergonómica.

Fuente: Mijares (2019)

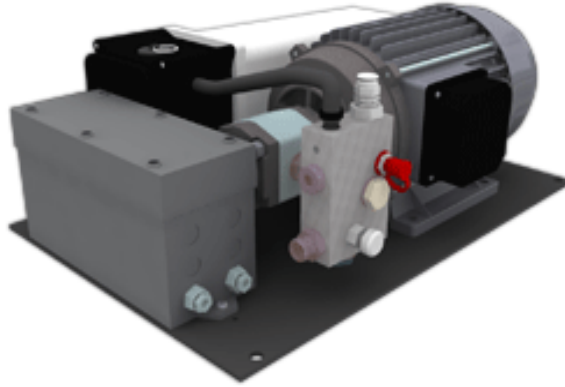
- **La plataforma:** Contará con las dimensiones de la base: 1,60 m x 1,33 m. Estará equipada con caminos de rodillos, esto con la finalidad de facilitar el deslizamiento de la paleta una vez que este cargada. **Figura 17.**



**Figura 17** Plataforma de la mesa hidráulica ergonómica.

Fuente: Mijares (2019)

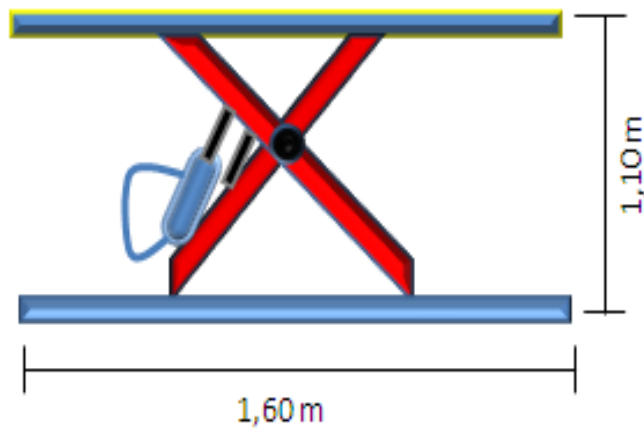
- **El grupo hidráulico:** consiste en un motor eléctrico, una bomba hidráulica, un tanque hidráulico, cilindro hidráulico, tuberías, válvulas y un sistema eléctrico de control. Cuando se pulsa el botón SUBIR, la bomba empuja el fluido del tanque a los cilindros provocando que el pistón se mueva. El pistón esta mecánicamente unido a las tijeras causando la elevación de la plataforma. La válvula de seguridad ubicada en el circuito hidráulico entre la bomba y el cilindro evita que el fluido retroceda para que de esa forma la plataforma se mantenga a la altura en la que se encuentre cuando el botón SUBIR es soltado. Cuando el botón BAJAR es presionado, la electroválvula se abre, permitiendo así que el fluido retorne al tanque. El motor no funciona cuando la plataforma es bajada. El peso de la plataforma combinado con la gravedad genera presión en el cilindro retornando el fluido al tanque. La válvula de control de flujo VE 25 puede ser ajustada para proporcionar la velocidad de bajada deseada. Cuando el botón BAJAR es soltado, la válvula de seguridad se cierra y la mesa se mantiene a esa altura. El sistema de válvulas evita que la mesa se baje en caso de fallo de la energía. **Figura 18.**



**Figura 18** Grupo hidráulico para la mesa ergonómica.

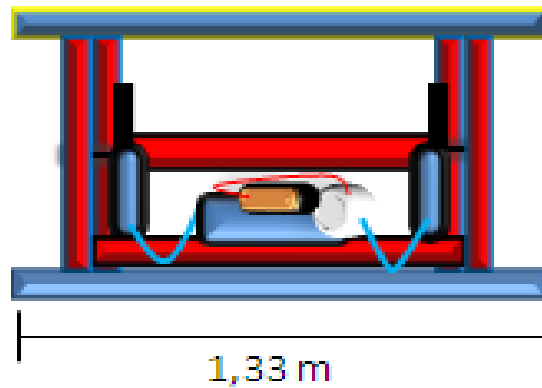
Fuente: Mijares (2019)

A continuación, en las **Figuras 19 y 20** se presentan las dimensiones del dispositivo.



**Figura 19:** Dimensiones de la mesa hidráulica ergonómica

Fuente: Mijares (2019)



**Figura 20:** Vista lateral y dimensiones de la mesa hidráulica ergonómica.

Fuente: Mijares (2019)

Beneficios:

En todos los sectores industriales hay una continua necesidad de elevar y posicionar piezas y materiales. Si se pide al operario que las levante y posicione sin la ayuda de un equipamiento mecánico, el resultado puede variar de la fatiga y baja productividad a los graves accidentes de trabajo. Entre estos dos extremos como consecuencia del levantamiento repetitivo de pesos y las posturas incómodas están lesiones como los dolores lumbares y el síndrome del túnel carpiano. Este dispositivo brinda una solución ideal para los problemas de alzado y posicionado de cargas, así como también:

- Ü Reducción de movimientos repetitivos y riesgos disergonómicos en el área paletizado:

Actualmente el operario debe flexionar por completo el troco mientras realiza el levantamiento de carga, esto para colocar el saco en la paleta, con la ayuda del dispositivo, se elimina este movimiento, ya que la mesa estará a la altura necesaria para que el operario pueda colocar el saco sin necesidad de realizar movimientos inadecuados.

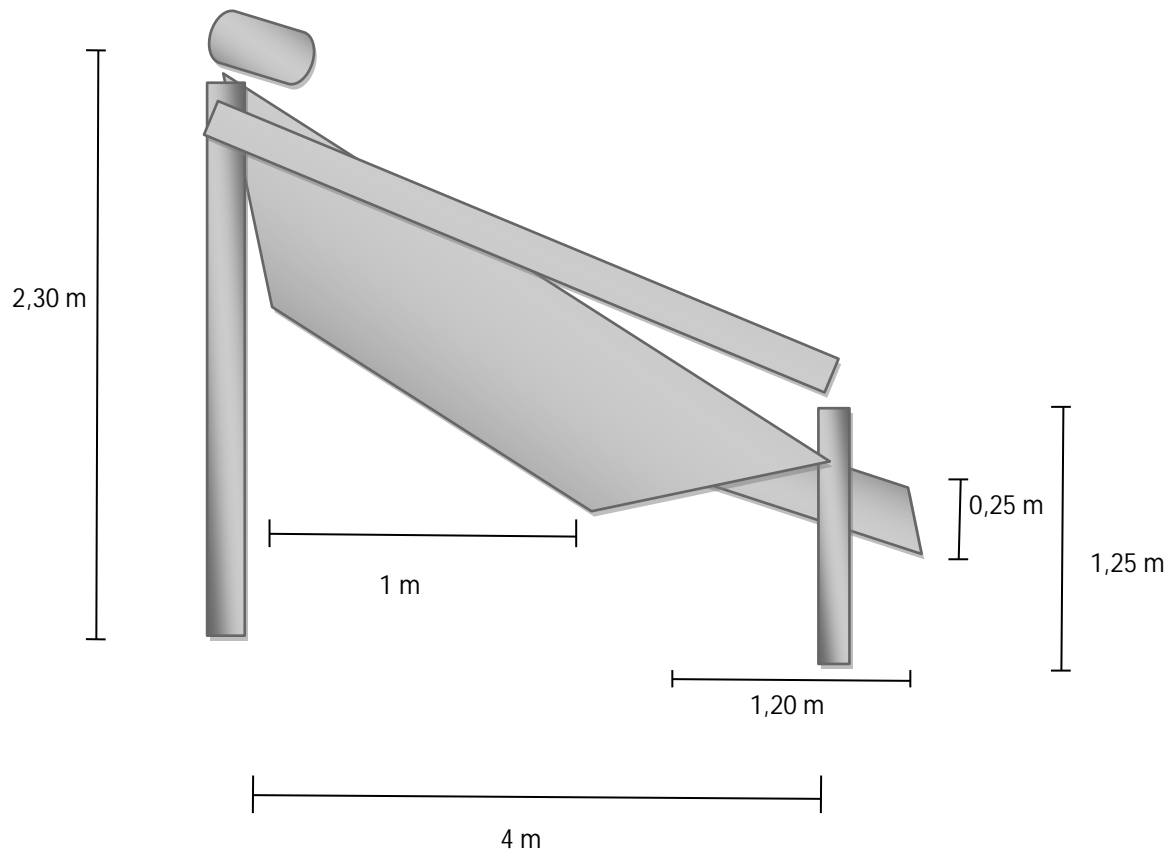
- Ü Se contribuye con el mejoramiento continuo de la empresa

- Ü Se eliminan las actividades que ponen en riesgo la salud laboral y el bienestar de los operarios.

Reducción del riesgo de sanciones por parte del INPSASEL.

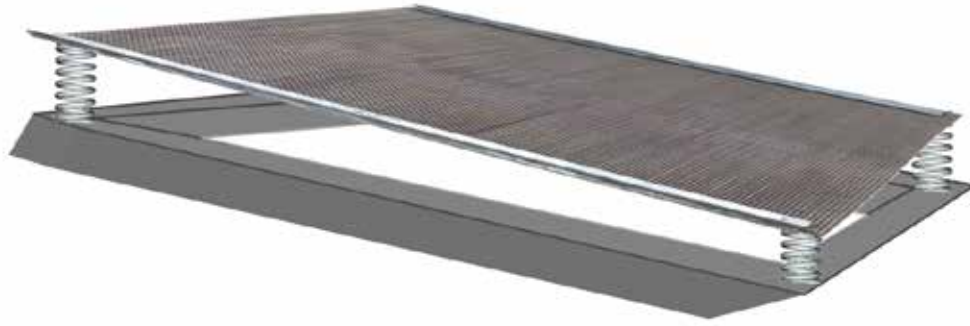
### **4.3.3 Propuesta N° 3: Diseño de un cernidor de materia prima para disminuir el tiempo de procesamiento de materia prima.**

Tomando en cuenta lo estudiado se plantea el diseño de un cernidor cuyo objetivo principal es reducir el tiempo de procesamiento de materia prima y permitir, a través de sus dimensiones, el uso adecuado de los equipos que también intervienen en el proceso de tamizado como el mini-showell. Este dispositivo contará con una altura de 2,30 m (extremo superior) y 1,20 m (extremo inferior) para lograr, de esta manera, un uso adecuado del mini-showell al realizar una alimentación del material a tamizar menos forzada de su parte. Contará con un ángulo de inclinación de 27° para facilitar el desplazamiento del material en la malla. Con estas dimensiones se logra que la descarga de material en el cernidor se lleve a cabo desde su extremo superior y no desde un costado como se hacía antes; estas especificaciones, en conjunto con su nueva longitud ( $L= 4$  m), permitirán un mejor aprovechamiento de toda la malla y que el material tenga más longitud para desplazarse y tamizarse por completo. Para su fabricación se utilizarán materiales como vigas para la construcción de los cuatro pilares y soportes, así como también para fabricar la base donde va a reposar la malla, un motor Siemens con una potencia de 11 KW, ( $HP= 11KW/0,746=14,76$ ) que permite la vibración adecuada y el movimiento de vaivén en la malla para evitar el taponamiento de la misma por parte de los granos catalogados como “tamaño cercano” y garantiza el funcionamiento continuo del proceso de tamizado; también cuenta con elementos de sujeción: tornillos, tuercas, soldaduras, arandelas, ejes, poleas, 4 resortes fabricados con alambres de acero y una malla para el cribado. Ver **Figuras 21 y 22**.



**Figura 21** Diseño de un cernidor de materia prima

Fuente: Mijares (2019)



**Figura 22** Estructura, resortes y malla tamizadora.

Fuente: Mijares (2019)

### **Elementos que conforman el cernidor de materia prima:**

1. Vigas doble T: para elaborar la estructura del cernidor.
2. Láminas de acero: para fabricar la caja tamizadora con soldaduras en sus uniones y con las vigas.
3. Ganchos: para sujetar los big bac
4. Motor: Siemens con una potencia de 11 KW, ( $HP = 11KW/0,746 = 14,76$ ).
5. Malla: para realizar la clasificación.
6. Varillas: están sujetas con tornillos, tuercas y arandelas a las vigas con la finalidad de brindar estabilidad y rigidez a la estructura.
7. Caudal de salida con base plana: conectado a través de soldadura a la caja tamizadora, diseñado para la salida del material que se desea luego de la separación.
8. Tornillos, tuercas y arandelas
9. Resortes de alambres de acero: Para dar un movimiento de vaivén a la caja tamizadora y permitir que el material alimentado en el extremo superior avance hacia delante de la criba.

### **Beneficios:**

- Ü Aumento de la capacidad de producción con la reducción de los tiempos de procesamiento de materia prima:

Se estima reducir el tiempo de procesamiento actual de 38 min a 2 min aproximadamente, en virtud de que se cuenta con un motor cuya potencia garantiza la vibración adecuada para agilizar el proceso y además, la nueva longitud y ángulo de inclinación del cernidor permitirán un completo desplazamiento del material sobre la malla, logrando así un tamizado más rápido.

Ü Mejor aprovechamiento de los equipos que se utilizan durante el proceso

Ü Eliminar riesgos de accidentes laborales:

En la actualidad este dispositivo no opera de forma segura al no contar con una estructura estable. Con la nueva propuesta se plantea la fabricación de un dispositivo adecuado tomando en cuenta las dimensiones necesarias para que este opere de forma segura y resguardar la vida de los operarios que intervienen durante el proceso, así como también eliminar daños posibles en otros equipos.

#### **4.4 Fase IV. Evaluar los costos – beneficios del plan de mejora:**

Para llevar a cabo la evaluación económica de este proyecto se tomó en cuenta el beneficio que acarrearán las propuestas de mejoras planteadas y los costos asociados a cada una de ellas. El aumento de la capacidad de producción, la reducción de los tiempos de procesamiento de materia prima, el mejoramiento de las condiciones de trabajo, la reducción de los movimientos disergonómicos y los levantamientos de carga por parte de los operarios, forman parte de los beneficios para la empresa.

Las propuestas planteadas con la finalidad de aumentar la productividad de los procesos de molienda de minerales no metálicos en la empresa CAM C.A, son las siguientes:

- Propuesta 1: Dispositivo para la manipulación de sacos.
- Propuesta 2: Mesa Hidráulica Ergonómica.
- Propuesta 3: Diseño de un cernidor de materia prima.

**Tabla 19:** Inversión necesaria para la propuesta 1.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total (Bs)	Fuente	Fecha
Motor siemens 220/380V trifásico, Potencia: 3,3 KW, IP55 Y ATEX de vacío	1	550 \$	550 \$	Milanuncios.com	15/12/18
Válvula especial de alivio de vacío (VRV-VPAS)	1	4,50 \$	4,50 \$	Insumaca C.A	15/12/18
Filtro anti partículas	1	36 \$	36 \$	Filtros Ceta	15/12/18
Tubo de alimentación de vacío (VHSB)	1	28 \$	28 \$	Corporación Platinum C.A	15/12/18
Sistema de mandos	1	41 \$	41 \$	Transmisiones Maica, C.A	15/12/18
Sistema de ventosas	1	29 \$	29 \$	Corporación Industrial Sun	15/12/18
Sistema de suspensión (vigas de acero inoxidable 2 m de largo)	4	2 \$	8 \$	Vigasmil II C.A	15/12/18
implementación	1	38 \$	38 \$	Mano de obra calificada	15/12/18
<b>TOTAL</b>			<b>734,5 \$</b>		

Fuente: Mijares (2019)

Se estima que el tiempo para la instalación del dispositivo será de 1 día. La empresa produce 9 Ton diarias, de los cuales un 10% es Talco y el resto es Carbonato de Calcio. El

precio de venta varia para ambos productos, dado que la materia prima que se utiliza para producir talco (silicato de magnesio) es más costosa por ser del exterior, es por ello que el precio de venta de este producto es más elevado, este es de 795 \$/Ton, el precio de venta del Carbonato de Calcio es de 33,33 \$/Ton. Sumando a esto los sueldos y salarios de trabajo se le sumará a la inversión inicial la cantidad de 985 \$ para un total de inversión de 1719,15 \$.

**Tabla 20:** Inversión necesaria para la implementación de la propuesta 2.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total (Bs)</b>	<b>Fuente</b>	<b>Fecha</b>
Vigas para base (2 m largo)	4	2 \$	8 \$	Vigasmil II C.A	15/12/18
Tijeras	1	27 \$	27 \$	Todo Suspensión Ramse C.A	15/12/18
plataforma	1	51 \$	51 \$	Todo Suspensión Ramse C.A	15/12/18
Grupo hidráulico	1	149 \$	149 \$	Metro Tech, S.A	15/12/18
implementación	1	38 \$	38 \$	Mano de obra calificada	15/12/18
<b>TOTAL</b>			<b>273 \$</b>		

Fuente: Mijares (2019)

Se estima que el tiempo para la instalación y prueba del dispositivo será de 2 turnos, 8 horas/turno. La empresa produce aproximadamente 3 ton/turno, de los cuales un 10% es Talco y el resto es Carbonato de Calcio. El precio de venta varía para ambos productos, dado que la materia prima que se utiliza para producir talco (silicato de magnesio) es más costosa por ser del exterior, es por ello que el precio de venta de este producto es más elevado, este es de 795 \$/Ton, el precio de venta del Carbonato de Calcio es de 33,33 Bs/Ton. Tomando en cuenta los sueldos y salarios de trabajo se le sumará a la inversión inicial la cantidad de 657 \$ para un total de inversión de 930 \$.

**Tabla 21:** Inversión necesaria para la implementación de la propuesta 3.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total (Bs)	Fuente	Fecha
Motor: Siemens con una potencia de 11 KW, (HP= 11KW/0,746=14,76)	1	220 \$	220 \$	Star Motors C.A	15/12/18
Vigas doble T (5 m largo)	4	5 \$	20 \$	Corporacion Platinum C.A	15/12/18
Tolva acero comercial (A36)	1	71 \$	71 \$	Vectorial-Q, S.A	15/12/18
cabilla rectangular 2m largo; 1,5 "	1	2 \$	2 \$	Ferretotal	15/12/18
Malla tamizadora (3,40m x 1,30m)	1	35 \$	35 \$	Corporacion Platinum C.A	15/12/18
Varillas de acero inoxidable (2 m largo)	4	3	3 \$	Ferretotal	15/12/18
Bolsa de tornillos con tuercas y arandelas	1 bolsa	2,5	2,5 \$	Valcro C.A	15/12/18
Resortes de alambres de acero	4	0,70	2,8 \$	Solo Metales C.A	15/12/18
Implementación	2 operarios	32	64 \$	Mano de obra calificada	15/12/18
<b>TOTAL</b>			<b>420 \$</b>		

Fuente: Mijares (2019)

Se estima que el tiempo para la instalación del dispositivo será de 1 día. Sin embargo, durante este tiempo la empresa seguirá operando con el cernidor actual hasta tanto esté listo el nuevo tamizador, por lo tanto, la empresa no perderá la ganancia de un día. Finalmente se tiene un total de inversión de 420 \$.

#### **4.4.1 Cuantificación de los Beneficios.**

En el caso de las condiciones disergonómicas presentes en la empresa, se realizó el planteamiento de las propuestas 1 y 2 con el propósito de reducir los riesgos asociados con accidentes laborales y enfermedades ocupacionales. Asimismo, se planteó la propuesta 3 con la finalidad de aumentar la capacidad de producción y reducir los tiempos de procesamiento de materia prima, así como también atacar el desperdicio actual en la empresa, asociado a la velocidad reducida con la que se ejecuta la actividad de cernido. A continuación se describen los beneficios de estas propuestas.

#### **4.4.2 Beneficios Asociados a la reducción de riesgos disergonómicos.**

En este caso se planteó la fabricación e implementación de dos dispositivos, un manipulador de cargas para realizar las actividades donde se debe trasladar un saco de 25 Kg, desde la ensacadora hasta la balanza y posteriormente el área de paletizado, y una mesa hidráulica ergonómica con la finalidad de colocar la paleta encima de esta a una altura adecuada que evite al operario realizar flexión del tronco. Los beneficios proporcionados por estas propuestas para reducir los riesgos disergonómicos se centran en evitar la contratación de un nuevo personal en la planta por el hecho de incapacitar alguno de los trabajadores que actualmente laboran en el área de ensacado-paletizado.

En los últimos 5 años se han lesionado 4 operarios de planta, lo que indica:

$$4 \text{ operarios lesionados} / 5 \text{ años} = 0,8 \text{ operarios lesionados/año}$$

El beneficio viene dado por:

- Sueldos y salarios= 5000 Bss/mes

- Cesta ticked= 600 Bss/mes
- Utilidades= 1250 Bss/mes
- Vacaciones= 1166,66 Bss/mes
- Gastos recreacionales y otras actividades= 600 Bss/mes

Para un total de: **8616,66 Bss/mes o 8,61 \$ (tasa 1000 bss por dólar)**

Esta cantidad representa lo que se ahorra la empresa al evitar la contratación de un nuevo operario como consecuencia de las condiciones actuales en las que están laborando los operarios.

#### **4.4.3 Beneficios adicionales**

Estos beneficios adicionales se centran en evitar multas por posibles accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, que pudieran causar las actividades que ejecutan los trabajadores actualmente.

En este sentido, la empresa está propensa a adquirir multas debido a infracciones graves por incumplimiento del Artículo 119 de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT) que establece: Sin perjuicio de las responsabilidades civiles, penales, administrativas o disciplinarias, se sancionará al empleador o empleadora con multas de veintiséis (26) a setenta y cinco (75) unidades tributarias (U.T.).

La unidad tributaria (U.T) actual es de 17 Bss, dependiendo de la gravedad de la infracción, la empresa estaría en la obligación de pagar montos que se encuentran entre:

$$26 \text{ UT} * 17 \text{ Bss/UT} = 442 \text{ Bs /operario} * 3 \text{ operarios} = 1326 \text{ Bs } y$$

$$75 \text{ UT} * 17 \text{ Bss/UT} = 1275 \text{ Bs/operario} * 3 \text{ operarios} = 3825 \text{ Bs.}$$

Asimismo, el Artículo 130 de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo establece:

al trabajador, trabajadora o derechohabientes, de acuerdo a la gravedad de la falta y de la lesión.

Por otra parte, según la gravedad de la infracción, el artículo 130 establece que se procederá con el cierre de la empresa hasta por cuarenta y ocho (48) horas. Durante ese lapso de tiempo la empresa deberá pagar todos los salarios, remuneraciones, beneficios sociales y demás obligaciones derivadas de la relación de trabajo, como si los trabajadores y las trabajadoras hubiesen cumplido efectivamente su jornada de trabajo.

En el caso de que se apliquen estas sanciones a la empresa, la misma perderá dos días de producción:

- Producción diaria: 9 Ton/día
  - 10% de la producción es Talco, el resto es Carbonato de Calcio
  - Precio Talco: 795 \$/Ton
  - Precio Carbonato de Calcio: 33,33 \$/Ton
- $$2 \text{ días} * ((8,1 \text{ Ton cc/día} * 33,33 \text{ \$/Ton cc}) + (0,9 \text{ Ton t/día} * 795 \text{ \$/Ton t}))$$
- $$1970,94 \text{ \$}$$

Sumando a esto los costos del personal:

$$219 \text{ \$/ 22 días} = 9,95 \text{ \$/día} * 2 \text{ días} = 19,9 \text{ \$}.$$

Se tiene la cantidad de: 1990,84 \$.

En caso que estos eventos ocurran solo una vez durante todo el año ocasionando dichas sanciones, la cantidad total que la empresa ahorraría mensualmente sería, en promedio:

$$1990,84 \text{ \$/12 meses} = \mathbf{165,90 \text{ \$/mes.}}$$

**Nota:** este valor monetario representa un beneficio adicional que tendría la empresa en caso de recibir visitas de INPSASEL y evitar las multas mencionadas, pero no se tomará en cuenta al momento de realizar el cálculo del tiempo de retorno de la inversión.

#### **4.4.4 Beneficios asociados al aumento de la capacidad y a la reducción de tiempos de procesamiento de materia prima elevados.**

Se realizó el planteamiento de rediseñar el dispositivo que en la actualidad se está utilizando para realizar el proceso de cernido de materia prima. Las características, especificaciones, dimensiones y equipos con los que se realizará el nuevo diseño de la criba permitirán no solo reducir el tiempo actual de cernido de material, sino aumentar la capacidad de producción por jornada.

La línea en estudio LP4 cuenta con un molino cuya capacidad de producción es de 9 paletas/ turno, ya que luego se debe realizar una limpieza del mismo y acondicionarlo para la producción siguiente. Debido al tiempo elevado de procesamiento por parte del cernidor (quien se encuentra etapas antes del proceso de molienda), en la actualidad solo se están produciendo 3 paletas/ turno. Con el nuevo dispositivo se estima reducir el tiempo de cernido de 38 min a 2 min aproximadamente, esto basándose en las características, equipos y diseño del tamizador, quienes capacitan al equipo para realizar la actividad en menor tiempo.

Realizando el cernido en menos tiempo y usando el molino a su capacidad máxima, se lograrán producir 9 paletas/turno, es decir, 27 paletas/día.

- Una unidad de producción (paleta) se encuentra entre: 1 Ton a 1,25 Ton.
- 27 Paletas/día @ 27 Ton/día.
- Precio Carbonato de Calcio: 33,33 \$/Ton
- Producción: Carbonato de Calcio

Cálculos:

- Carbonato:  $33,33 \text{ \$/Ton} * 27 \text{ Ton/día} = 899,91 \text{ \$/día}$

Con el cernidor actual, y la producción de 9 paletas/día el total es de:

Total = 300 \$/día.

Con la implementación del dispositivo se espera obtener un beneficio de:

599,91 \$/día \* 22 días = **13198,02 \$/mes.**

#### 4.4.5 Costos asociados a cada propuesta

##### Comparación entre el beneficio y los costos

##### Beneficio total:

- **Propuesta 1 y 2:** 8,61\$/mes.
- **Propuesta 3** : 13198,02 \$/mes

Beneficio Total = 13206,63 \$/mes.

Teniendo en cuenta los siguientes gastos mensuales, ver **Tabla 32:**

**Tabla 22** Gastos mensuales.

Costos	Costo( \$/mes)
Materia Prima	4615,38
Carga Fabril	5128,20
Mano de Obra Directa	1025,64
Mano de Obra Indirecta	2051,28
<b>TOTAL</b>	<b>12820,5</b>

Fuente: Mijares (2019)

**Beneficio Adicional** = 13206,63 \$ – 12820,5 \$ = 386,13 \$

##### Costo Total:

- **Propuesta 1:** 1719,15\$.
- **Propuesta 2:** 930 \$.
- **Propuesta 3:** 420 \$.

**Costo total de la inversión = 3069,15 \$.**

**Calculando el tiempo de retorno (TR) de la inversión:**

\_\_\_\_\_

Las propuestas de mejoras planteadas se consideran viables económicamente, ya que se espera recuperar la inversión en un lapso de 174 días hábiles.

## CONCLUSIONES

Este Trabajo Especial de Grado se orientó al análisis de la situación actual de la Línea LP4 del departamento de producción de la empresa CAM CORPORACION AMERICAN MIANERALS C.A., con el propósito de generar propuestas para reducir los desperdicios presentes en las distintas áreas del proceso y así mejorar el aspecto productivo en la misma, reduciendo los movimientos y actividades que provocan fatiga, adecuando las condiciones de orden y almacenamiento, y aumentando la capacidad de procesamiento de la línea en cuestión.

Esta investigación proporciona el orden, manejo y las técnicas necesarias para dar efectivamente con los desperdicios presentes y con las soluciones adecuadas cumpliéndose con el objetivo de estudio. A continuación, se muestra cada una de las propuestas y su impacto en el sistema:

-A través de la implementación del dispositivo para la manipulación de sacos y la mesa ergonómica se logró, en conjunto, manejar cargas con un mínimo de esfuerzo por parte del operario encargado de la actividad de ensacado-paletizado y la realización de la misma sin adoptar posturas disergonómicas que afecten la salud de los trabajadores. Los beneficios proporcionados por estas propuestas para reducir los riesgos disergonómicos se centran en evitar el contrato de un nuevo personal por cada operario lesionado, y otros beneficios adicionales asociados a multas por posibles accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, eliminado 3 movimientos de alto impacto ergonómico.

-Con el rediseño de un cernidor de materia prima y su implementación se reduce el tiempo de procesamiento de material de 38 min a 2 min por cada palada alimentada, dando como resultado la unificación del proceso, ya que la materia prima en piedra será acondicionada por el dispositivo para mejorar sus características físicas, incrementando la producción diaria de carbonato de calcio con operación de cernido de 3.750 Kg/día a 11.250Kg/día.

En términos generales el monto total de inversión de las propuestas de mejoras descritas anteriormente es de 3069,15 \$ y los beneficios económicos asociados se estiman en 386,13 \$/mes, con un tiempo de retorno de la inversión de 7,9 meses.

## RECOMENDACIONES

Concluido el estudio en la línea de procesamiento de Talco y Carbonado de Calcio, además de la implantación de las propuestas presentadas en este Trabajo Especial de Grado se recomienda lo siguiente:

- Llevar a cabo cada propuesta planteada en este Trabajo Especial de Grado.
- Tomar en consideración esta investigación como base para futuros cambios que se efectúen en la planta.
- Realizar seguimiento a las propuestas a fin de garantizar la eficiencia dentro de la empresa.
- Evaluar la implementación de los dispositivos de ergonomía y de manipulación de carga en la actividad de cambio de sacos a Big Bag y en todas las áreas en donde se vea en riesgo la salud ocupacional de los trabajadores.
- Incrementar el tamaño de la tolva de alimentación de material pre-molido para disminuir los tiempos de preparación en los que se incurren en el proceso de producción, o en su defecto darle continuidad a la incorporación de una tolva adicional al sistema de producción con una mayor capacidad de almacenamiento que en su momento fue elaborada para este fin.
- Aplicar un nuevo método para la determinación del porcentaje de retención para disminuir el tiempo de repuesta de la actividad de inspección desarrollada posteriormente en el proceso.
- Modificar la altura de la balanza electrónica utilizada en la actividad de ensacado y usarla en sustitución de la mesa usada en el proceso, para así eliminar movimientos innecesarios y disminuir el tiempo invertido en el ensacado-palitzado; adicionalmente esto permitirá tener el control de peso saco a saco y así disminuir la variabilidad de los pesos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, J y Monasterio, L (2013),

Universidad José Antonio Páez-San

Diego-Venezuela.

Blanca, S. (2000).

[Documento en línea].

Disponible:[http://www.ucab.edu.ve/tesisdigitalizadas2/th\\_s\\_grade/ingenieroinustrial.html?page=2](http://www.ucab.edu.ve/tesisdigitalizadas2/th_s_grade/ingenieroinustrial.html?page=2) [Consulta: Mayo 2016].

Burgos, G. (2009). (4<sup>a</sup> Reimpresión de la 2a ed.).

Universidad de Carabobo-Valencia.

Crespata, O. (2011).

Escorcha, A y Rivas, R. (2013),

**Universidad de Carabobo.** Valencia-

Venezuela.

Falconi, V. (1992).

Brasil: Bloch Editores.

Ferguson, C. (1985).

México. D.F:

Ed. Trillas.

Figuerola, N. (2000).

. [Documento en línea]. Disponible:

<http://es.scribd.com/doc/4898585/Eficacia-y-Eficiencia> [Consulta: junio 2012].

Hodson, W. (2001).

(4<sup>a</sup> ed.). Mc. Graw –

Hill. México.

- Jiménez. (2008). [Documento en línea]. Disponible: [http://bibadm.ucla.edu.ve/edocs\\_baducla/tesis/P850.pdf](http://bibadm.ucla.edu.ve/edocs_baducla/tesis/P850.pdf) [Consulta: Mayo 2016].
- Mejía, C. (1998). .
- Norma ISO 9000 (2005). [Documento en línea]. Disponible: [http://utpl.edu.ec/iso9000/images/stories/NORMA\\_ISO\\_9000\\_2005.pdf](http://utpl.edu.ec/iso9000/images/stories/NORMA_ISO_9000_2005.pdf) [Consulta: Junio 2016].
- Perel V, Blanco C y Shapira F (1991). **Normas S.A.**  
Bogotá. Colombia.
- Riggs, J. (1998). (3ª ed.).  
Limusa. México.
- Hignett S. y Mcatamney, L (2000). **Rapid Entire Body Assessment. Applied Ergonomics.**
- Rachadell F, Gómez E. (2010) Carabobo, Venezuela.  
Universidad de Carabobo Facultad de Ingeniería, escuela de ingeniería industrial.
- Rodríguez, F. (2003). (2ªed.).  
Corporación andina de fomento. Caracas-Venezuela.
- Sumanth, D. (1990). Mc Graw  
Hill, México. D.F.
- Universidad Pedagógica **Experimental Libertador**. (2011).
- Pallela y Martins (2010). **Universidad Pedagógica Experimental Libertador** (FEDUPEL), Metodología de la investigación cuantitativa.

# ANEXOS

## ANEXO N°1. Evaluación de actividades con método REBA

### Actividad 2

**GRUPO A. Tronco**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Se suma +1 si hay rotación o lateralización del tronco.
Flexión: 0°-20° Extensión: 0°-20°	2	
Flexión: 20°-60° Extensión >20°	3	
Flexión >60°	4	
<b>Total: 5</b>		

**Cuello**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Flexión: 0°-20°	1	Se suma +1 si hay rotación o lateralización.
Flexión >20°	2	
Extensión >20°	3	
<b>Total: 3</b>		

**Piernas**

Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral andando o sentado	1	Se suma +1 si hay flexión de rodilla 30°-60°
Soporte unilateral soporte ligero o postura inestable	2	Se suma +2 si las rodillas flexiona >60°
<b>Total: 2</b>		

**Fuerza y/o Carga**

Peso	Puntuación	Corrección
< 5 Kg.	0	Si hay impacto o movimientos bruscos: +1
5 - 10 Kg.	1	
> 10 Kg.	2	
<b>Total: 3</b>		

**Puntuación A**  
(Puntuación de la TABLA A + puntuación Fuerza/Carga)

**Actividad**

Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas por más de 1 min.	(+1)
Pequeños movimientos repetitivos hechos más de 4 veces por minuto.	(+1)
Cambios rápidos de postura o postura inestable	(+1)
<b>Total: 1</b>	

**TABLA A Tronco**

Cuello	Piernas	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	5
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
3	1	1	3	4	5	6
	2	2	3	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
4	1	1	3	4	5	6
	2	2	3	5	6	7
	3	3	5	6	7	8

**TABLA B Brazos**

Antebrazos	Muñecas	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	2	3	5	6	8
	3	3	3	4	5	7	8

**TABLA C Puntuación A**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	11	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

**GRUPO B. Brazos**

Corrección	Puntuación	Posición
Se suma +1 si hay: rotación o abducción, elevación del hombro.	1	Flexión: 0°-20°
Se -1 si hay apoyo o postura en favor de la gravedad.	2	Extensión: 0°-20°
	3	Flexión: 45°-90°
	4	Extensión >20°
		Flexión: 45°-90°
		Flexión >90°

**Antebrazos**

Puntuación	Movimiento
1	Flexión: 60°-100°
2	Flexión <60°
	Flexión >100°

**Muñecas**

Corrección	Puntuación	Movimiento
Se suma +1 si hay rotación o lateralización.	1	Flexión: 0°-15° Extensión: 0°-15°
	2	Flexión >15° Extensión >15°

**Acoplamiento**

Izq.	Der.	
0	0	Bueno
1	1	Aceptable
2	2	Pobre
3	3	Inaceptable

**Puntuación de la TABLA B:**

Izq.	Der.
3	3
4	4
<b>Total: 6</b>	

**Puntuación C:**  
(De la TABLA C)

Izq.	Der.
12	12
<b>Total: 13</b>	

**Puntuación actividad**


Izq.	Der.
1	1
<b>Total: 13</b>	

**Puntuación DEL REBA (Puntuación C + Puntuación actividad)**


Izq.	Der.
13	13

**Decisión del REBA**

Puntuación del REBA	Nivel de riesgo	Color de riesgo
1		VERDE
(2-3)	BAJO	VERDE
(4-7)	MEDIO	AMARILLO
(8-10)	ALTO	ROJO
(11-15)	MUY ALTO	ROJO +



### Actividad 3



**GRUPO A.**

Tronco		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Se suma +1 punto si hay rotación o lateralización del tronco.
Flexión: 0°-20°	2	
Extensión: 0°-20°		
Flexión: 20°-60°	3	
Extensión: >20°		
Flexión >60°	4	
		<b>Total</b>
		4

**Cuello**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Flexión: 0°-20°	1	Se suma +1 si hay rotación o lateralización.
Flexión >20°	2	
Extensión >20°		
		<b>Total</b>
		3

**Piernas**

Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral andando o sentado	1	Se suma +1 si hay flexión de rodilla 30°-60°
Soporte unilateral soporte ligero o postura inestable	2	Se suma +2 si las rodillas flexiona >60°
		<b>Total</b>
		3

**Puntuación de la TABLA A**

**Fuerza y/o Carga**

Peso	Puntuación	Corrección
< 5 Kg	0	
5 - 10 Kg	1	Si hay impacto o movimientos bruscos: +1
> 10 Kg	2	
		<b>Total</b>
		3

**Puntuación A**  
(Puntuación de la TABLA A + puntuación Fuerza/Carga)

**Actividad**

Actividad	Puntuación
Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas por más de 1 min.	(+1)
Pequeños movimientos repetitivos hechos más de 4 veces por minuto.	(+1)
Cambios rápidos de postura o postura inestable	(+1)
<b>Total</b>	
1	

**TABLA A**

Cuello	Piernas	Tronco				
		1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	3	5	6	7	8
	4	6	7	8	9	9

**TABLA B**

Antebrazos	Muñecas	Brazos					
		1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

**TABLA C**

Puntuación B	Puntuación A												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	11	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	11	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	11	12	12	12
12	7	8	8	9	9	10	11	11	11	12	12	12	

**GRUPO B**

**Brazos**

Corrección	Puntuación	Posición
Se suma +1 si hay: rotación o abducción, elevación del hombro.	1	Flexión: 0°-20°
		Extensión: 0°-20°
	2	Flexión: 45°-90°
Se -1 si hay apoyo o postura en favor de la gravedad.	3	Extensión >20°
		Flexión: 45°-90°
	4	Flexión >90°

**Antebrazos**

Puntuación	Movimiento
1	Flexión: 60°-100°
2	Flexión <60°
	Flexión >100°

**Muñecas**

Corrección	Puntuación	Movimiento
Se suma +1 si hay rotación o lateralización.	1	Flexión: 0°-15°
		Extensión: 0°-15°
	2	Flexión >15°
		Extensión >15°

**Puntuación de la TABLA B:**

Izq. Total	Der. Total
1	1
2	2
5	5

**Acoplamiento**

Izq. Total	Der. Total	Puntuación	Calificación
0	0	0	Bueno
1	1	1	Aceptable
2	2	2	Pobre
3	3	3	Inaceptable

**Puntuación B:**  
(Puntuación de la TABLA B + Puntuación del acoplamiento)

Izq. Total	Der. Total	Puntuación C:
7	7	(De la TABLA C)
12	12	

**Puntuación actividad**

Izq. Total	Der. Total
1	1
13	13

**Puntuación DEL REBA (Puntuación C + Puntuación actividad)**

**Decisión del REBA**

Puntuación del REBA	Nivel de riesgo	Color de riesgo
1		VERDE
(2-3)	BAJO	VERDE
(4-7)	MEDIO	AMARILLO
(8-10)	ALTO	ROJO
(11-15)	MUY ALTO	ROJO +

## Actividad 4

### GRUPO A

Tronco		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Se suma +1
Flexión: 0°-20°	2	punto si hay rotación o
Extensión: 0°-20°		lateralización
Flexión: 20°-60°	3	del tronco.
Extensión >20°	4	
Flexión >60°		
<b>Total</b>		2

Cuello		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Flexión: 0°-20°	1	Se suma +1
Flexión >20°	2	si hay rotación o lateralización.
Extensión >20°		
<b>Total</b>		3

Piernas		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral andando o sentado	1	Se suma +1 si hay flexión de rodilla 30°-60°
Soporte unilateral soporte ligero o postura inestable	2	Se suma +2 si las rodillas flexiona >60°
<b>Total</b>		2

**Puntuación de la TABLA A**

5

Fuerza y/o Carga			
Peso	Puntuación	Corrección	Total
< 5 Kg	0	Si hay impacto	
5 - 10 Kg	1	o movimientos bruscos: + 1	
> 10 Kg	2		
<b>Puntuación A</b>			
(Puntuación de la TABLA A + puntuación Fuerza/Carga)			5

Actividad		Total
Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas por más de 1 min.	(+1)	
Pequeños movimientos repetitivos hechos más de 4 veces por minuto.	(+1)	
Cambios rápidos de postura o postura inestable	(+1)	
<b>Total</b>		1

### TABLA A

Cuello	Piernas	Tronco				
		1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	3	5	6	7	8
	4	6	7	8	9	9

### TABLA B

Antebrazos	Muñecas	Brazos					
		1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

### TABLA C

Puntuación B	Puntuación A												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	10	11	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	10	11	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

### GRUPO B

Brazos		
Corrección	Puntuación	Posición
Se suma +1 si hay rotación o abducción, elevación del hombro.	1	Flexión: 0°-20°
Se -1 si hay apoyo o postura en favor de la gravedad.	2	Extensión: 0°-20°
	3	Flexión: 45°-90°
	4	Extensión >20°
		Flexión: 45°-90°
		Extensión >20°
		Flexión >90°
<b>Izq. Total</b>	2	
<b>Der. Total</b>	2	

Antebrazos		
Puntuación	Movimiento	
1	Flexión: 60°-100°	
2	Flexión <60°	
	Flexión >100°	
<b>Izq. Total</b>	1	
<b>Der. Total</b>	1	

Muñecas		
Corrección	Puntuación	Movimiento
Se suma +1 si hay rotación o lateralización.	1	Flexión: 0°-15°
	2	Extensión: 0°-15°
		Flexión >15°
		Extensión >15°
<b>Izq. Total</b>	2	
<b>Der. Total</b>	2	

**Puntuación de la TABLA B:**

4

Acoplamiento			
Izq.	Der.	Puntuación	Buena
		0	Buena
		1	Aceptable
		2	Pobre
		3	Inaceptable
<b>Total</b>	<b>Total</b>	2	

**Puntuación B:**  
(Puntuación de la TABLA B + Puntuación del acoplamiento)

6

Puntuación C:		
Izq.	Der.	Total
2	2	4

**Puntuación actividad**

6


  

Puntuación del REBA		
Izq.	Der.	Total
1	1	2

**Puntuación DEL REBA (Puntuación c + Puntuación actividad)**

8

Decisión del REBA			
Puntuación del REBA	Nivel de riesgo	Color de riesgo	
1		VERDE	
(2-3)	BAJO	VERDE	
(4-7)	MEDIO	AMARILLO	
(8-10)	ALTO	ROJO	
(11-15)	MUY ALTO	ROJO +	



## Actividad 5

### GRUPO A

Tronco		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Se suma +1 punto si hay rotación o lateralización del tronco.
Flexión: 0°-20°	2	
Extensión: 0°-20°	3	
Flexión: 20°-60°	4	
Extensión >20°	5	
<b>Total: 5</b>		

Cuello		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Flexión: 0°-20°	1	Se suma +1 si hay rotación o lateralización.
Flexión >20°	2	
Extensión >20°	3	
<b>Total: 3</b>		

Piernas		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral andando o sentado	1	Se suma +1 si hay flexión de rodilla 30°-60°
Soporte unilateral soporte ligero o postura inestable	2	Se suma +2 si las rodillas flexiona >60°
<b>Total: 3</b>		

**Puntuación de la TABLA A: 9**

Fuerza y/o Carga		
Reso	Puntuación	Corrección
< 5 Kg	0	Si hay impacto o movimientos bruscos: +1
5 - 10 Kg	1	
> 10 Kg	2	
<b>Puntuación A</b> (Puntuación de la TABLA A + puntuación Fuerza/Carga)		<b>Total: 12</b>

Actividad	
Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas por más de 1 min.	(+1)
Pequeños movimientos repetitivos hechos más de 4 veces por minuto.	(+1)
Cambios rápidos de postura o postura inestable	(+1)
<b>Total: 1</b>	

### TABLA A

Cuello	Piernas	Tronco				
		1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	5
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

### TABLA B

Antebrazos	Muñecas	Brazos					
		1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

### TABLA C

		Puntuación A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

### GRUPO B

Brazos		
Corrección	Puntuación	Posición
Se suma +1 si hay: rotación o abducción, elevación del hombro.	1	Flexión: 0°-20°
Se -1 si hay apoyo o postura en favor de la gravedad.	2	Extensión: 0°-20°
	3	Flexión: 45°-90°
	4	Extensión >20°
	4	Flexión >90°

Antebrazos	
Puntuación	Movimiento
1	Flexión: 60°-100°
2	Flexión <60°
2	Flexión >100°

Muñecas		
Corrección	Puntuación	Movimiento
Se suma +1 si hay rotación o lateralización.	1	Flexión: 0°-15°
	2	Extensión: 0°-15°
	2	Flexión >15°
	5	Extensión >15°

**Puntuación de la TABLA B: 5**

Acoplamiento			
Izq.	Der.	0	Bueno
Total:	Total:	1	Aceptable
2	2	2	Inter
3	3	3	Inaceptable
<b>Total:</b>		<b>Puntuación B:</b> (Puntuación de la TABLA B + Puntuación de acoplamiento)	
7	7		
Izq. Total:	Der. Total:	<b>Puntuación C:</b> (De la TABLA C)	
12	12		
Izq. Total:	Der. Total:	<b>Puntuación actividad</b>	
1	1		
Izq. Total:	Der. Total:	<b>PUNTAJÓN DEL REBA (Puntuación C + Puntuación actividad)</b>	
13	13		

Decisión del REBA		
Puntuación del REBA	Nivel de riesgo	Color de riesgo
1		VERDE
(2-3)	BAJO	VERDE
(4-7)	MEDIO	AMARILLO
(8-10)	ALTO	ROJO
(11-15)	MUY ALTO	ROJO +

