

Artículo No.02: *Torres et al* (2017). Mejoras en el Proceso de Molienda de Minerales No Metálicos. *Semilleros*, 4 (7), 22-43.

Mejoras en el Proceso de Molienda de Minerales No Metálicos *Improvements in the Milling Process of Non-Metallic Minerals*

Torres V. Elisa¹, Guanipa G. Anthony², Mijares M. José.³

Resumen. Esta investigación se llevó a cabo teniendo como objetivo proponer mejoras en el proceso de molienda de minerales no metálicos en la empresa Corporación American Minerals C.A. El estudio se enfocó en la línea LP2 de molienda y esterilización, aplicando la técnica de observación directa, entrevistas no estructuradas como herramientas para la recolección de datos con la finalidad de conocer las condiciones actuales del proceso. Asimismo, se aplicó la metodología de ESIDE-10, apoyado por el diagrama Causa-Efecto, como herramientas de análisis, logrando identificar los desperdicios y determinar la causa raíz del problema, evidenciando la presencia de tiempos de procesamiento de materia prima elevados de aproximadamente de “38 min/paleada”, movimientos repetitivos y condiciones disergonómicas en los puestos de trabajo debido a la falta de equipos para el levantamiento de cargas; así como producto defectuoso cuya principal causa es el contacto de materias prima por ineficiente distribución de las mismas dentro de los almacenes. Las propuestas van dirigidas a reducir los desperdicios encontrados, arrojando un Tiempo de Recuperación de Inversión de 5 meses.

Palabras clave: Mejoras, ESIDE-10, Molienda, Desperdicio

Abstract. This research was carried out with the aim of proposing improvements in the non-metallic mineral grinding process at the company Corporación American Minerals C.A. The study focused on the LP2 line of grinding and sterilization, applying the technique of direct observation, unstructured interviews as tools for data collection in order to know the current conditions of the process. The methodology of ESIDE-10, supported by the Cause-Effect diagram; was applied as analysis tools, identifying the wastes and determining the root cause of the problem, evidencing the presence of high raw material processing times of approximately "38 min / paddle", repetitive movements and disergonomic conditions in the workstations due to the lack of equipment for the lifting of loads; As well as defective product whose main cause is the contact of raw materials by inefficient distribution of the same inside the warehouses. The proposals are aimed at reducing the waste found, yielding an Investment Recovery Time of 5 months.

Key words: Improvements, ESIDE-10, Milling, Waste.

¹Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Bárbula, Venezuela. E-mail: etorres@uc.edu.ve

²Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Bárbula, Venezuela. E-mail: anthony7_drum@hotmail.com

³Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Bárbula, Venezuela. E-mail: Joseangelmm21@gmail.com

INTRODUCCIÓN

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 vigente y ser competitivo ha logrado, por un lado, que las organizaciones alcancen un nuevo nivel en la manera de cómo se exigen y elevar la eficiencia de 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, con consumidores que esperan productos que cumplan con sus especificaciones, que tengan altos estándares de calidad aunado a la posibilidad de poder elegir entre una alta variedad de productos, son factores que determinan el bienestar de una organización, y una manera de garantizarlos es a través de la productividad.

En este sentido, la productividad comienza con la necesidad de lograr el aprovechamiento de todos los recursos que se utilizan durante el proceso de producción como: materiales, maquinaria, infraestructura, mano de obra, espacios, entre otros, y de esta manera, obtener como resultado una mejora continua que incuestionablemente redundará en la competitividad de la organización, incidiendo de manera positiva en la calidad de servicio, calidad del producto, procesos de fabricación, métodos de

trabajo y reduciendo simultáneamente desperdicios de los pocos recursos con que cuenta.

En ese mismo orden de ideas, se planteó realizar un análisis del proceso de molienda de minerales no metálicos, específicamente en la línea LP2 de molienda y esterilización como unidad de análisis, motivado al incumplimiento de la demanda actual que presenta, a fin de encontrar las fallas existentes, y así poder cumplir con las necesidades de un público que cada vez se torna más exigente a la hora de adquirir un producto o disfrutar de un servicio.

Por lo tanto, la finalidad de este estudio es proponer mejoras en el proceso de molienda de minerales no metálicos en la empresa Corporación American Minerals C.A, desde la perspectiva de la mínima utilización de recursos que garantice el máximo de calidad de los productos, haciendo más eficiente las actividades que intervienen en el mismo, así como obtener los volúmenes demandados en los tiempos requeridos.

Es importante señalar que la empresa Corporación American Minerals C.A (CAM) se encarga de la fabricación y distribución de Carbonato de Calcio y Talco. Para el momento, la empresa presenta una serie de problemas a lo largo del proceso de producción relacionados con posturas inadecuadas adoptadas por los operarios en áreas de producción como ensacado-paletizado, en donde se realizan una serie de actividades que involucran levantamientos de cargas que se encuentran alrededor de los 25 Kg aproximadamente, además de generación de reprocesos, tiempos de ejecución elevados por la utilización de dispositivos que se encuentran operando en

condiciones que no son las recomendadas por el fabricante y que interfieren en la continuidad del proceso, ineficiente almacenaje de materia prima ocasionado por la inadecuada distribución de espacios, sin considerar las condiciones necesarias que se deben tomar en cuenta para almacenar materia prima a granel,

estos materiales difieren de ciertas características físicas por lo que no es recomendable que se mezclen antes del proceso; así como también otros aspectos que afectan la capacidad de producción, generando costos adicionales y en consecuencia disminuye el beneficio obtenido por la organización.

METODOLOGÍA

El tipo de la investigación hace referencia al tipo de estudio que se requiere y se define según la finalidad general de la investigación y sobre la forma en la cual serán recogidos los datos y la información requerida. En este sentido, este trabajo se ubicó dentro de las características de un diseño no experimental con un tipo de investigación de campo, ya que los datos y la información requerida fueron 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, la investigación de campo está definida en el Manual para la Elaboración de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, UPEL (2011) como el análisis sistemático de problemas en la realidad a fin de poderlos describir y/o interpretar, así como explicar las causas que lo originan, los efectos que trae consigo y hasta poder predecirlos, aplicando para ello métodos específicos de algún paradigma. Además, los datos de interés son recolectados directamente de la realidad de ocurrencia del problema, es decir, la fuente es de primera mano.

Finalmente, 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 la organización. Palella y Martins (2010), plantean que en la descripción se incluye, el registro, el análisis e interpretación de la naturaleza del fenómeno. El nivel de tipo descriptivo hace referencia a las conclusiones sobre como las personas y los procesos se conducen y funcionan en el presente.

De acuerdo con el tema planteado referido a las mejoras de la planta de molienda de minerales no metálicos Corporación American Minerals C.A, y en función a los objetivos trazados, el presente trabajo corresponde a una investigación modalidad proyecto factible, definido en el UPEL (ob.cit) como el diseño de una propuesta viable que soluciona una problemática a una organización o grupo social, dicha propuesta podría referirse a una nueva tecnología, método o proceso.

En este sentido, la delimitación de la propuesta final, pasa inicialmente por la realización de un diagnóstico de la situación existente y la determinación de las necesidades del hecho estudiado, para realizar propuestas enfocadas a la estructuración de un plan de mejora de proceso.

Esta investigación tuvo como unidad de análisis la línea 2 de molienda y esterilización conjuntamente con sus operarios, equipos y herramientas y la interacción que se da entre ellos durante el proceso de producción de la empresa CAM, C.A.

Con el propósito de cumplir con el objetivo planteado se propuso utilizar en la metodología, ciertas herramientas para el análisis de la situación actual y técnicas que permitan elaborar modelos gráficos del sistema de estudio, establecidos en los datos obtenidos a través de las entrevistas, observaciones y documentación bibliográfica. Entre las técnicas de análisis de datos que se aplicaron se encuentran: el uso del Diagrama de Ishikawa, el cual comprende una relación causa efecto del problema planteado. Es importante mencionar que, según Barrios, Illada, Ortiz y Sira (2007) 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. Es por ello que para realizar el análisis de la situación actual de la línea 2 de molienda y esterilización de la empresa, se utilizó el diagrama antes mencionado; por otro lado, en vista de que las actividades llevadas a cabo por los operarios, involucraban posturas disergonómicas también se plantea la aplicación de un método de evaluación ergonómica que permita analizar estas actividades, para estimar el riesgo de padecer desordenes corporales relacionados con el trabajo, este método es el REBA. De la misma manera, durante todo el estudio se aplicó la metodología de Eliminación Sistemática de Desperdicios (ESIDE-10), éste es

definido por Barrios, Illada, Ortiz y Sira (ob. Cit.) como una herramienta que tiene como fin desde un enfoque sistémico, la eliminación o minimización de toda forma de desperdicio presente en cualquier unidad organizacional. Esta surge como consecuencia de estudiar cuidadosamente las técnicas modernas para la mejora de los procesos. ESIDE-10, consta de diez pasos:

1. Seleccionar el sistema a ser analizado.
2. Recolectar y organizar la información.
3. Decidir el alcance de estudio.
4. Identificar los desperdicios presentes.
5. Cuantificar los desperdicios.
6. Analizar los desperdicios.
7. Diseñar y seleccionar las soluciones.
8. Evaluar el impacto de las soluciones en el sistema.
9. Planificar para la acción-control.
10. Implementar y controlar las soluciones.

Es necesario señalar, que la metodología ESIDE-10, se aplicó para la presente investigación desde el paso 1 hasta el paso 7, ya que los pasos 8, 9 y 10, se aplican una vez implementadas en el proceso de producción, las propuestas diseñadas o soluciones planteadas para cada una de las causas raíces de las problemáticas encontradas.

Por otro lado, Hignett y Mcatamney, (2000), 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.

En este sentido, se aplicó el método para determinar el nivel de riesgo de las distintas actividades que forman parte del proceso de ensacado-paletizado, espacio donde se pudo estudiar cómo afectan los diferentes traslados, movimientos y levantamientos de carga en la salud y bienestar laboral del operario.

Por otro lado, se sugiere a la empresa CAM la aplicación de la metodología 5'S, con el fin de mejorar las condiciones de trabajo. Según Vargas (2004), este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor calidad de vida al trabajo. Esta técnica le permite a la empresa lograr un mejoramiento continuo a mediano y largo plazo, lo que genera un aumento de la ventaja competitiva frente a las empresas rivales. Con su aplicación se espera liberar, del espacio de trabajo, todo aquello que no es de utilidad para el operario, lo que permitirá organizar eficientemente el espacio físico, mejorando, de esta manera, el nivel de

limpieza del área de trabajo. Todo esto se traduce en un ambiente de trabajo adecuado para realizar las labores cotidianas de la manera más eficiente, optimizando los recursos, y reduciendo las pérdidas de tiempo y energía.

Esta metodología consiste en emplear los 5 principios que la conforman: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke; que significan respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar (cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa), limpiar e inspeccionar, estandarizar (fijar la norma de trabajo para respetarla) y disciplina (construir autodisciplina y forjar el hábito de comprometerse).

Cabe destacar que para evaluar la justificación económica de la inversión se utilizó como indicador la relación costo/beneficio. De acuerdo con Giugni, Ettedgui, González, y Guerra (2009), aunque el tiempo en que se recupera la inversión no se considera un indicador de rentabilidad económica, si es útil, para que el inversionista tome la decisión si desea, o no, invertir en el proyecto. En tal sentido, para este trabajo, el cual constituye una serie de propuesta de mejoras en el proceso de molienda de minerales no metálicos de la empresa CAM, si la recuperación de la inversión es en poco tiempo, entonces se considera conveniente desembolsar lo requerido para cubrir los recursos necesarios para la ejecución de las propuestas planteadas.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología ESIDE-10, específicamente con los pasos 4 y 5 se logran identificar y cuantificar los desperdicios presentes en la línea 2 de molienda y esterilización. (Ver Tabla 1 y Tabla 2). Encontrándose lo siguiente:

- 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 para el caso del carbonato de calcio, se tiene un 69 % de producto defectuoso con materia prima blanca-blanca (Dolomita),

- Los equipos utilizados para realizar operaciones de cernido de Carbonatos antes del proceso de molienda consumen un tiempo elevado de procesamiento de materia prima, ya que para un turno de trabajo se realizan 4 paleadas, cada paleada contiene una cantidad aproximada de 365 Kg. de Carbonatos, lo que da como resultado un consumo total de tiempo de 152 min/turno. Cabe mencionar que cada paleada se realiza con ayuda del minishowell.
- Levantamientos y traslado manual de productos en proceso, debido a que no

poseen equipos de manejo de materiales, específicamente el traslado de 50 sacos de entre 20 a 25 kg, por operario-turno para obtener 1 paleta.

- Condiciones disergonómicas en el proceso de ensacado-paletizado. El operario realiza levantamientos de carga que se encuentran alrededor de los 25 Kg/saco, para armar una paleta de 50 sacos, por lo que realiza 50 veces esta carga por paleta, en la actualidad se cargan 3 paletas/turno y se cuenta con 3 operarios.
- Actividades y procesos no normalizados.
- Existen equipos desincorporados que no disponen de sitios fijos para su colocación, lo que genera obstrucción de espacios que pueden acondicionarse para otras actividades.
- No se dispone de mesa para facilitar el proceso de paletizado, de manera que la paleta pueda estar a una altura determinada para evitar que el operario flexione el tronco en su totalidad mientras está cargando el saco. Esto genera fatiga y un deterioro constante de la salud y bienestar laboral.

En la Tabla 1, se muestran los desperdicios presentes en el área y su respectiva cuantificación con la aplicación del paso 4 y 5 del ESIDE-10.

Tabla 1. Desperdicios presentes en el área crítica

Elementos	Desperdicios
Insumos	1. Material fuera de especificaciones
Actividades	2. Consumo significativo de tiempo 3. Operaciones de preparación
Espacio	4. Largas distancias de recorrido 5. Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales
Equipos y herramientas	6. Fugas de material 7. Velocidad reducida
Mano de obra	8. Condiciones que provocan fatiga

Material Fuera de Especificaciones

La unión de las rumas de piedra recibida ocasiona que la materia prima con blancura conforme se vea afectada con la materia prima fuera de especificaciones.

Consumo Significativo de Tiempo

La actividad de cambio de sacos a Big Bag ocupa a los operarios tiempos significativos en el proceso.

Operaciones de Preparación

En la operación de alimentación se debe realizar posteriormente la recolección de piedras que fueron derramadas en el suelo en el traslado realizado en la cinta transportadora. De igual modo la limpieza de la cámara de molienda que debe realizarse cada vez que se requiere cambiar de materia prima.

Largas Distancias de Recorrido

El operario encargado de las labores de alimentación debe recorrer con el minishovel distancias prolongadas repetitivamente.

Inadecuada Distribución de Equipos, Herramientas y Materiales

Las materias primas se encuentran almacenadas sin tomar en cuenta su importancia y la frecuencia con las cuales

son utilizadas. (Equipos desincorporados, material rechazado, etc.)

Fugas de Material

En la operación de ensacado ocurre que, de manera continua, se escapa material a través de las uniones de mangueras y elementos neumáticos por los cuales circula el producto terminado a ensacar.

Velocidad Reducida

La operación de cernido de materia prima consume tiempos considerablemente altos, haciendo que se genere un cuello de botella en esta fase del proceso de producción.

Condiciones que Provocan Fatiga

En el proceso de ensacado al igual que en diversas actividades del proceso se efectúan posturas disergonómicas de forma repetitiva, involucrando manipulación de carga, trayendo como consecuencia lesiones y fatiga en los trabajadores.

Una vez realizado el análisis de la situación actual del proceso de molienda y esterilización de la línea 2 e identificado y cuantificado los desperdicios existentes, se procede a aplicar el Diagrama Causa-Efecto (Figura 1) y se procede a aplicar el paso 6 del ESIDE-10, apoyado en el

resultado obtenido del análisis del Diagrama Causa-Efecto para determinar

las causas raíces de los mismos.

Tabla 2. Cuantificación de los desperdicios presentes en el área crítica

Desperdicio	Unidad	Cantidad
Material fuera de especificaciones	Kg/turno	151,1
Consumo significativo de tiempo	Min/turno	54
Operaciones de Preparación	Min/turno	78
Largas distancias de recorridos	m/turno	630
Inadecuada distribución de Equipos, herramientas y materiales	%	11,41
Fugas de material	Kg/turno	46,6
Velocidad Reducida	Min/Cernido-Turno	152
Condiciones que provocan fatiga	Actividades/turno	3

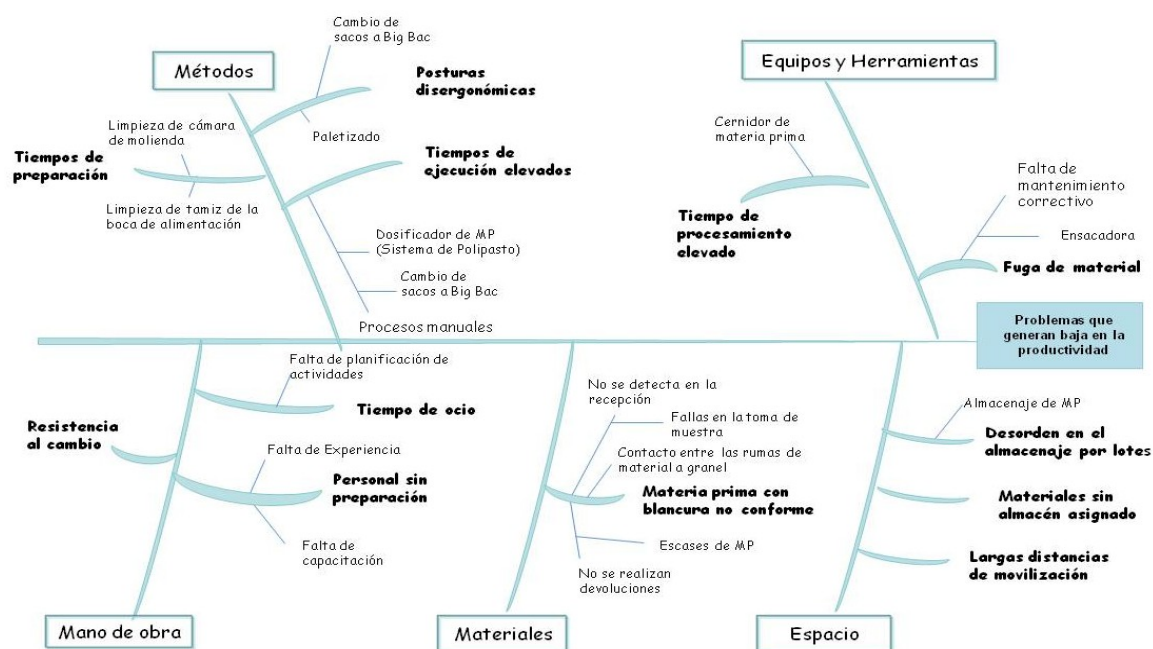


Figura 1. Diagrama Causa-Efecto

El paso 6 del ESIDE-10 consiste en hallar a través de reiterados ¿Por qué? Las causas que dieron origen a cada uno de los desperdicios presentes en la línea en estudio y de esa forma proponer soluciones a los problemas actuales. La misma se apoya tanto en los desperdicios encontrados a partir del paso 5 de la metodología ESIDE-10 como el análisis realizado a partir de la aplicación del Diagrama Causa-Efecto. Ver Tabla 3.

Como se puede observar la última respuesta dada a algún ¿Por qué? Señala de manera implícita, cuál sería la solución más conveniente para esa problemática en cuestión, esta solución ataca directamente la fuente generadora del desperdicio y permite tomar medidas que mejoren las condiciones actuales a través del planteamiento de propuestas. En la Tabla 3, se procede a describir cada una de ellas.

Tabla 3. Análisis de los Desperdicios del Área Crítica

Desperdicio	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Material fuera de especificaciones	Piedra no conforme para obtener producto aprobado	Mezcla de materias primas	Se almacenan las rumas pegadas según el lote, aunque vengan de fechas de explotación distintas		
Consumo significativo de tiempo	Cambio de sacos a Big Bag	No se puede alimentar los sacos directamente a la tolva	El área de alimentación no es lo suficientemente espaciosa	El área de trabajo está diseñada solo para alimentación con Big Bag usando polipasto	
		El rompimiento de saco se hace manualmente			
	Alimentación con polipasto	La actividad requiere de la observación del operador mientras está operativa	Sin la debida supervisión del operario existe riesgo de que la tolva quede vacía	La capacidad de la Tolva imposibilita que el material sea cargado completamente de una vez	
Operaciones de preparación	Limpieza de cámara de molienda	Se debe limpiar la cámara de molienda cada vez que se			

		cambia de materia prima		
	Limpieza de tamiz	Se limpia el tamiz de la boca de alimentación cada vez que se alimenta una palada de material	Las piedras más grandes quedan atrapadas en el tamiz	Las piedras no son de tamaño uniforme
Largas distancias de recorrido	Se debe buscar la materia prima en almacenes alejados al área de proceso	Están definidos así en la distribución de almacenes	Los almacenes para este tipo de material requieren esas características	Por el tipo de material a almacenar
Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales	Hay equipos desinstalados y materiales defectuosos ubicados en el área de proceso.	Al buscar ubicar un Equipo o material lo colocan en cualquier espacio vacío		
Fugas de material	La ensacadora presenta escape de material.	Las mangueras y piezas mecánicas están desgastadas		
Velocidad reducida	Actividad de cernido	La velocidad de deslizamiento del carbonato es lenta a través de la malla	El ángulo de inclinación no es el indicado	
Condiciones que provocan fatiga	Efectúan movimientos de 5to orden	El paletizado se comienza a nivel de piso		
	Manipulación manual de carga	Los operadores manipulan cargas de 25 kg o mas		

Mejoras en el Almacenamiento de Materias Primas para la Disminución del Material Defectuoso

Se propone una nueva forma de llevar a cabo las actividades dentro del almacén, la cual consiste en la demarcación de las áreas de recepción de materiales, para un mejor aprovechamiento de los espacios, sin incurrir en el contacto directo entre las materias primas recibidas. Además, se genera una nueva cultura de orden en el almacenamiento permitiendo un mejor control de inventario. En la actualidad la empresa maneja 5 almacenes de materia prima en su distribución para el almacenamiento de piedra Dolomita y Caliza donde los materiales se unen y

generen un total de 151,51 Kg/turno de producto defectuoso porque se mezcla materia prima fuera de especificaciones (oscura) con material conforme (bueno).

En la propuesta se agruparon estos espacios en solo 3 almacenes tomando como delimitación las paredes existentes entre los mismos, obteniendo de esta forma, coherencia entre la identificación y el espacio de almacenaje. Además, se propone la utilización de una cinta transportadora móvil de 4 m de alto y 4,5 m de largo, con una boca de alimentación que permita la incorporación de piedras con el mini-showell. En la Figura 2 se observa la propuesta en cuanto a almacenamiento.

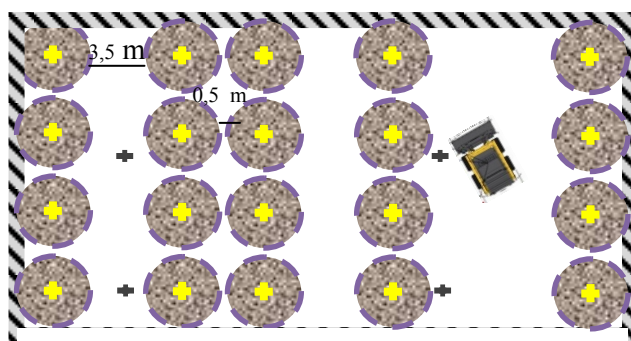


Figura 2. Modelo de almacenamiento

A continuación, se mencionan las ventajas de esta propuesta y los desperdicios que eliminaría o reduciría de llegar a implementarse:

Ventajas

1. Control de inventario: Manejo por separado de las recepciones de materia prima.
2. Posibilita consumo de materiales con la metodología FIFO.
3. Mayor aprovechamiento de los espacios.

Desperdicio que Eliminaría/Reduciría en Caso de Implementarse

- Se elimina la cantidad de producto defectuoso de 151,51 Kg. aproximadamente.
- Eliminación de gastos por alquiler de payloader para remonte de material de Bs. /año 12.580.000.

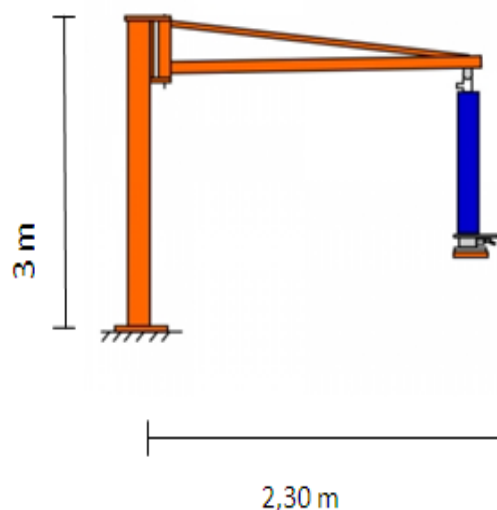
En la Tabla 4 se muestra los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo la modificación necesaria en el almacén de materia prima; así como los costos asociados a los mismos, obteniendo un costo total de Bs. 6.466.697.

Tabla 4. Inversión necesaria para la implementación de la propuesta 1

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total (Bs)	Fuente	Fecha
Cinta Transportadora	1	4.580.700	4.580.700	INRUI C.A	29/11/16
Pintura industrial esmalte alquídico	18	87.200	1.569.600	Valcro C.A	29/11/16
Brochas 3'	10	1.800	18.000	Valcro C.A	29/11/16
Cinta tiro de papel ¾'	40	1.400	56.000	Librería y Papelería América C.A.	29/11/16
Lámina Acero Pulido ASTM A1008 Calibre 20(frio) 0,9mm 1.5x3mts	3	30.799	92.397	Corporación Platinum C.A	29/11/16
Implementación	2	75.000	150.000	Mano de obra calificada	29/11/16
TOTAL			6.466.697		

Dispositivo para la Eliminación de Levantamientos de Carga (manipulador de sacos)

Se espera reducir, a través del manipulador de sacos, 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. A continuación, se muestran las características más detalladas del dispositivo, (ver Figura 3 y Figura 4).

**Figura 3.** Dispositivo manipulador de sacos

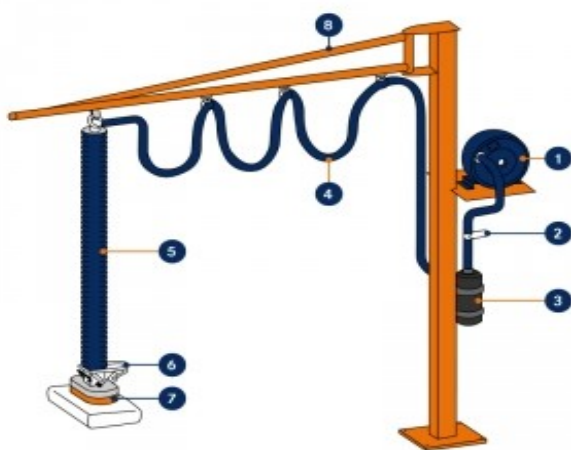


Figura 4. Elementos que componen el dispositivo manipulador de sacos

1. Grupo de vacío.
2. Válvula especial de alivio de vacío.
3. Filtro anti-partículas.
4. Tubo de alimentación de vacío.
5. Tubo de elevación flexible.
6. Sistema de mandos.
7. Sistema de ventosas.
8. Sistema de suspensión.

En la Tabla 5 se presenta los costos asociados a los equipos necesarios para llevar a cabo esta propuesta, de igual forma se plantea el costo por parada de producción de llegarse a implementar esta propuesta.

El manipulador está compuesto por:

Tabla 5. Inversión necesaria para la propuesta 2

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total (Bs)	Fuente	Fecha
Motor siemens 220/380V trifásico, Potencia: 3,3 KW, IP55 Y ATEX de vacío	1	1.997.700	1.997.700	Milanuncios.com	29/11/16
Válvula especial de alivio de vacío (VRV-VPAS)	1	17.200	17.200	Insumaca C.A	29/11/16
Filtro anti partículas	1	139.256	139.256	Filtros Ceta	29/11/16
Tubo de alimentación de vacío (VHSB)	1	108.000	108.000	Corporación Platinum C.A	29/11/16
Sistema de mandos	1	160.500	160.500	Transmisiones Maica, C.A	29/11/16
Sistema de ventosas	1	113.500	113.500	Corporación Industrial Sun	29/11/16
Sistema de suspensión (vigas de acero inoxidable 2 m de largo)	4	8.000	32.000	Vigasmil II C.A	29/11/16
Implementación	1	150.000	150.000	Mano de obra calificada	29/11/16
Parada de Producción por implementación (8 h/turno)	1 Turno	3.843.000	3.843.000	Autores	29/11/16
TOTAL			6.561.156		

Ventajas

- Mejora las condiciones de trabajo de la empresa.
- Reducción de movimientos repetitivos y eliminación de condiciones disergonómicas en el área.
- Reducción del riesgo de sanciones por parte del INPSASEL.

Desperdicio que Eliminaría/Reduciría de Implementarse la Propuesta

- Disminuye los riesgos de lesiones y enfermedades laborales por parte de los operarios.

Dispositivo para la Eliminación de Posturas Inadecuadas Adoptadas por los Operarios (Mesa Hidráulica Ergonómica).

Actualmente, otro de los problemas que se presenta se encuentra en el área de paletizado, específicamente en el momento donde el operario debe colocar los sacos en la paleta y ésta se encuentra en el piso, el operario debe realizar movimientos que comprometen su salud al flexionar constantemente el tronco mientras coloca en la paleta un saco de 25 Kg. aproximadamente. Se propone la implementación de una mesa hidráulica ergonómica en la zona destinada para la colocación de las paletas. Se colocará la paleta encima de la mesa antes de comenzar el paletizado, esta mesa contará con un sistema hidráulico que le permitirá elevarse y descender, dependiendo de la necesidad en su momento.

En las figuras 5 y 6 se muestra el dispositivo.

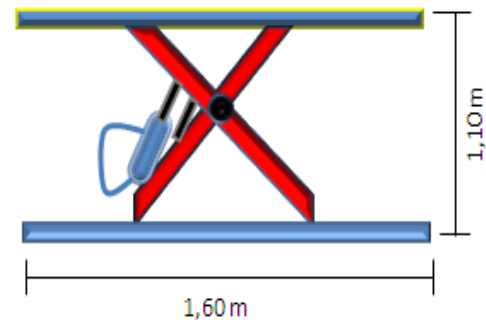


Figura 5. Mesa Hidráulica Ergonómica

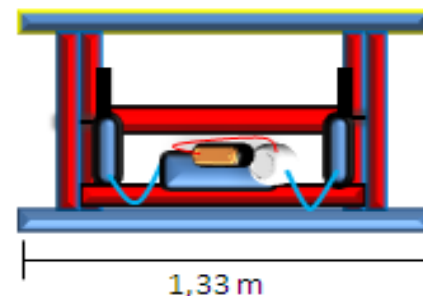


Figura 6. Dimensiones de la Mesa Hidráulica Ergonómica

Esta propuesta ofrece las ventajas que se exponen a continuación.

Ventajas

- Elevar la paleta a la altura deseada por el operario.
- Facilita el proceso de paletizado.
- Mejora la manipulación de cargas.

Desperdicio que Eliminaría/reduciría de Llegar a Implementarse

- Reducción de movimientos repetitivos y riesgos disergonómicos.
- Se eliminan las actividades que ponen en riesgo la salud laboral y el bienestar de los operarios.

Tabla 6. Inversión necesaria para la propuesta 3

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total (Bs)	Fuente	Fecha
Vigas para base (2 m largo)	4	8.000	32.000	Vigasmil II C.A	29/11/16
Tijeras	1	95.998	95.998	Todo Suspensión Ramse C.A	29/11/16
Plataforma	1	199.500	199.500	Todo Suspensión Ramse C.A	29/11/16
Grupo hidráulico	1	580.000	580.000	Metro Tech, S.A	29/11/16
Implementación	1	150.000	150.000	Mano de obra calificada	29/11/16
Parada de Producción por implementación	2 Turnos (8h/turno)	1.281.000	2.562.000	Autores	29/11/16
TOTAL			3.619.498		

Diseño de un Cernidor de Materia Prima Para Disminuir el Tiempo de Procesamiento de Materia Prima

En la actualidad la empresa está operando con un dispositivo improvisado, es decir, su fabricación se llevó a cabo sin antes realizar un estudio de las especificaciones del material que se va a cernir en el mismo (Dolomita y Caliza), por ende, uno de los factores que afecta es el ángulo de inclinación que posee el actual cernidor, el cual es de 18° ya que es una de las causas por la cual el proceso de cernir consume aproximadamente 38 min/vez, éste es el tiempo que tarda en cernir una cantidad de 365 Kg de material, es decir, una paleada tomada por el mini-showell, retrasando así las operaciones siguientes. 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; además, entre sus dimensiones contará con un ángulo de inclinación de 27° para facilitar el desplazamiento del material en la malla. A continuación, en la Figura 7 y Figura 8 se muestran las características del dispositivo.

Elementos que conforman el cernidor de materia prima:

1. Vigas doble T.
2. Láminas de acero.
3. Ganchos.
4. Motor.
5. Malla.
6. Varillas de acero.
7. Caudal de salida con base plana.
8. Tornillos, tuercas y arandelas.
9. Resortes de alambre de acero.

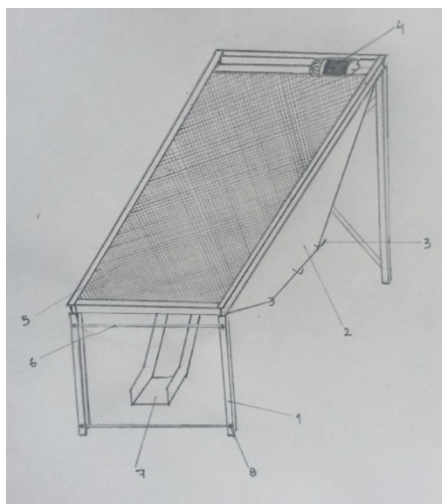


Figura 7. Elementos que conforman el cernidor de materia prima

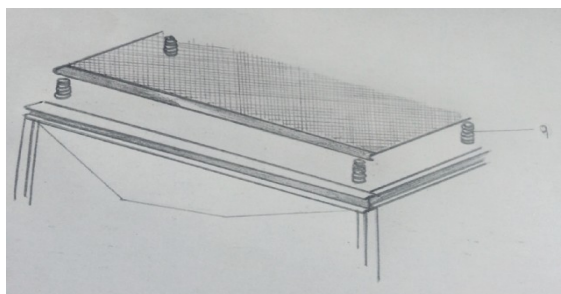


Figura 8. Estructura, resortes y malla tamizadora

Ventajas

- Aumento de la capacidad de producción
- Aumento de la productividad.
- Mejor aprovechamiento de los equipos

Desperdicio que Eliminaría/Reduciría de Llegarse a Implementar la Propuesta

- Reducción estimada del tiempo de procesamiento de materia prima actual de 38 min a 2 min aproximadamente por vez.
- Elimina riesgos de accidentes laborales.

Tabla 7. Inversión necesaria para la propuesta 4

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total (Bs)	Fuente	Fecha
Motor: Siemens con una potencia de 11 KW, (HP=11KW/0,746=14,76)	1	854.800	854.800	Star Motors C.A	29/11/16
Vigas doble T (5 m largo)	4	18.900	75.600	Corporacion Platinum C.A	29/11/16
Tolva acero comercial (A36)	1	275.850	275.850	Vectorial-Q, S.A	29/11/16
Cabilla rectangular 2m largo; 1,5 ‘	1	9.500	9.500	Ferretotal	29/11/16
Malla tamizadora (3,40m x 1,30m)	1	138.000	138.000	Corporacion Platinum C.A	29/11/16
Varillas de acero inoxidable (2 m largo)	4	11.500	46.000	Ferretotal	29/11/16
Bolsa de tornillos con tuercas y arandelas	1 bolsa	8.500	8.500	Valcro C.A	29/11/16
Resortes de alambres de acero	4	2.580	12.320	Solo Metales C.A	29/11/16
Implementación	2 operarios	125.000	250.000	Mano de obra calificada	29/11/16
TOTAL			1.670.570		

Evaluación de la Justificación Económica de las Propuestas de Mejoras

Para llevar a cabo la justificación 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.

Resumen de la Inversión

En la Tabla 8 se observa el resumen de la inversión para la aplicación de las propuestas.

Tabla 8. Resumen de la Inversión

Propuesta	Descripción	Inversión (Bs.)
1	Mejoras en el almacén de materia prima	6.466.697
2	Dispositivo manipulador de Sacos	6.561.156
3	Mesa Hidráulica Ergonómica	3.619.498
4	Diseño de un Cernidor de Materia Prima	1.670.570
TOTAL		18.317.921

Beneficios de la Inversión

Con la implementación de estas propuestas de mejoras, se espera tener ahorros ya que se logra reducir los desperdicios. A continuación, se muestran los beneficios de las propuestas.

Beneficio de la Propuesta 1

La posible implementación de esta propuesta reduciría la cantidad de material defectuoso que según el análisis realizado por los autores, se origina como consecuencia del contacto entre rumas de diferentes fechas de explosión. Durante 1 mes de recepción, en promedio son almacenadas 8 pares de rumas bajo estas condiciones, en el mayor de los casos ocurre la producción de una paleta completa de producto no conforme antes de percatare del cambio en el parámetro de calidad del mismo, generando así el siguiente material fuera de especificaciones esto es: $1250 \text{ kg/par} * 8 \text{ pares/mes} = 10.000 \text{ kg/mes} * 1 \text{ mes}/22 \text{ días} * 1 \text{ día}/3 \text{ turnos} = 151,51 \text{ kg}$. Ésta sería la cantidad de material defectuoso que dejaría de producirse si se llegara a implementar esta propuesta. El beneficio que se obtendría sería el siguiente: $151,51 \text{ Kg/turno} * 130 \text{ Bs/Kg. (Costo de la Materia Prima)} * 3 \text{ turnos/día} * 22 \text{ días/mes} = 1.299.955,8 \text{ Bs/mes}$.

Sumando el ahorro por no alquilar payloader se tiene:

Costo Payloader: 833.333,33 Bs/mes.

Para ahorrar una suma total de: **2.133.289,13 Bs/mes**.

Beneficios de la Propuesta 2 y 3

Asociado a la reducción de riesgos disergonómicos y a posibles sanciones por parte de INPSASEL, de llegarse a implementar estas propuestas se eliminarían y/o reducirían enfermedades ocupacionales, riesgos y accidentes laborales. En este caso se planteó la fabricación 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.

La empresa registra que en los últimos 5 años se han lesionado 4 operarios de planta, en esta etapa del proceso, lo que indica:

$4 \text{ operarios lesionados} / 5 \text{ años} = 0,8 \text{ operarios lesionados/año}$, aproximadamente implica 1 operario lesionado al año.

El beneficio viene dado por:

- Sueldos y salarios = 30.000 Bs/mes.
- Cesta ticket = 40.000 Bs/mes.
- Utilidades = 10.000 Bs/mes.
- Vacaciones = 4275 Bs/mes.
- Gastos recreacionales y otras actividades = 16.666 Bs/mes.

Para un total de: **100.941 Bs/mes.**

Se estima que este monto representa lo que se ahorraría la empresa al evitar la contratación de un nuevo operario como consecuencia de las condiciones actuales en las que están laborando los operarios.

Asimismo, pudieran darse beneficios adicionales para la empresa, éstos 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 177 Bs., dependiendo de la gravedad de la infracción, la empresa estaría en la obligación de pagar montos que se encuentran entre:

$26 \text{ UT} * 177 \text{ Bs/UT} = 4602 \text{ Bs /operario} * 3 \text{ operarios} = 13.806 \text{ Bs./cuadrilla}$ y

$75 \text{ UT} * 177 \text{ Bs/UT} = 13275 \text{ Bs/operario} * 3 \text{ operarios} = 39.825 \text{ Bs./cuadrilla}$

Asimismo, el artículo 130 de la LOPCYMAT establece: En caso de ocurrencia de un accidente de trabajo o enfermedad ocupacional como consecuencia de la violación de la normativa legal en materia de seguridad y salud en el trabajo por parte del empleador o de la empleadora, éste estará obligado al pago de una indemnización al trabajador, trabajadora o derechohabientes, de acuerdo a la gravedad de la falta y de la lesión.

En este sentido, 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 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 (actual): 9 Ton/día
- 10% de la producción es Talco, el resto es Carbonato de Calcio
- Precio Talco: 3.100.000 Bs/Ton
- Precio Carbonato de Calcio: 130.000 Bs/Ton

$2 \text{ días} * ((8,1 \text{ Ton Carbonato de Calcio/día} * 130.000 \text{ Bs/Ton Carbonato de Calcio}) + (0,9 \text{ Ton Talco/día} * 3.100.000 \text{ Bs/Ton Talco})) = 7.686.000 \text{ Bs}$

Sumando a esto los costos del personal:

$854.000 \text{ Bs/} 22 \text{ días} = 38.818,18 \text{ Bs/día} * 2 \text{ días} = 77.636,36 \text{ Bs.}$

Se tiene la cantidad de: 7.803.461,36 Bs.

En caso que estos eventos ocurran solo una vez durante todo el año ocasionando dichas

sanciones, la cantidad total que la empresa 7.803.461,36 Bs/12 meses = 650.288,44 Bs/mes.

Nota: este valor monetario representa un beneficio adicional que tendría la empresa en caso de recibir visitas de instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laboral (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.

Beneficio de la Propuesta 4

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 LP2 cuenta con un molino cuya capacidad de producción es de 9 paletas/ turno. Debido al tiempo elevado de procesamiento por parte del cernidor (el cual se encuentra etapas antes del proceso de molienda), en la actualidad solo se están produciendo 3 paletas/ turno. De implementarse el nuevo dispositivo se estima reducir el tiempo de cernido de 38 min a 2 min aproximadamente, esto basándose en las características de diseño del cernidor y de la malla del tamizador, logrando llevar a cabo la actividad en menor tiempo, esto se traduciría en la utilización del molino a su máxima capacidad, produciendo 9 paletas/turno, es decir, 27 paletas/día. (Producción propuesta).

- Una unidad de producción (paleta) se encuentra entre: 1 Ton a 1,25 Ton.

ahorraría mensualmente sería, en promedio:

- 27 Paletas/día ~ 27 Ton/día.
- Precio Carbonato de Calcio: 130.000 Bs/Ton
- Producción: Carbonato de Calcio

Cálculos:

Carbonato: 130.000 Bs/Ton * 27 Ton/día = 3.510.000 Bs/día

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

Total = 130.000 Bs/Ton * 9 Ton/día = 1.170.000 Bs/día.

Con la diferencia en la producción de 18 Toneladas/día, se obtiene el beneficio monetario que generaría la implementación de esta propuesta:

2.340.000 Bs/día * 22 días = **51.480.000 Bs/mes.**

Costos asociados a cada propuesta.

Comparación entre el beneficio y los costos
Beneficio total:

• **Propuesta 1: 2.133.289,13 Bs/mes**

• **Propuesta 2 y 3: 100.941 Bs/mes.**

• **Propuesta 4: 51.480.000 Bs/mes**

Beneficio Total = 53.714.230,13 Bs/mes.

Tomando en cuenta los gastos mensuales, esta información es suministrada por la empresa, ver Tabla 9.

Tabla 9. Gastos mensuales

Costos	Costo(Bs/mes)
Materia Prima	18.000.000
Carga Fabril	20.000.000
Mano de Obra Directa	4.000.000
Mano de Obra Indirecta	8.000.000
TOTAL	50.000.000

Fuente: Corporación American Mineral

Recuperación de la Inversión

Para el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión se necesita la inversión inicial necesaria para la ejecución del

Siguiente manera: Beneficio Neto = Beneficio Total - Gastos.

$$TR = \frac{\text{Inversión total requerida}}{\text{Beneficio neto}} \\ = \frac{18.317.921 \text{ Bs.}}{(53.714.230,13 - 50.000.000) \text{ Bs.}} = 4,9$$

CONCLUSIONES

Esta investigación se orientó al análisis de la situación actual de la Línea LP2 del departamento de producción de la empresa CAM Corporación American Mineral 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 aumentado 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:

La reestructuración de las prácticas de almacenaje de materias primas a granel: fija las demarcaciones necesarias para la recepción y remonte de materiales, aprovechando mejor los espacios y cumpliendo con los stocks requeridos por la empresa, sin incurrir en el contacto directo entre las materias primas recibidas permitiendo la disminución del 100% de

proyecto y, a su vez, el ahorro total estimado al implementarse las propuestas.

Para el cálculo del Beneficio neto, se debe considerar los gastos mensuales que se ven reflejados en la Tabla 7. Quedando de la

Las propuestas de mejoras planteadas se consideran viables económicamente, ya que se espera recuperar la inversión en un lapso de 108 días hábiles.

insumos o materiales defectuosos asociados a ese problema, permitiendo un ahorro por concepto de alquiler de maquinaria para la realización de remonte de 12.580.000 Bs/año.

El dispositivo para la manipulación de sacos y la mesa ergonómica: buscan 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 multas por posibles accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, logrando un beneficio por ahorro de 100.941 Bs/mes eliminado 3 movimientos de alto impacto ergonómico.

El diseño de un cernidor de piedras: tiene como objetivo principal la reducción de los tiempos de procesamiento de materia prima y permitir a través de sus dimensiones un mejor desenvolvimiento del equipo utilizado para la carga de material. Con la implementación se reduce el tiempo de procesamiento de material de 38 min a 2 min por cada paleada alimentada, además de un

incremento de 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 Bs 18.317.921 y los beneficios económicos asociados se

estiman en 53.714.230 Bs/mes menos los gastos mensuales que tiene la empresa, cuyo monto aproximado es de Bs/mes de 50.000.000, obteniendo un beneficio neto de Bs/mes 3.714.230 con un retorno de la inversión de aproximadamente 5 meses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2011). Manual de trabajos de grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (4a ed.). Caracas.

[2] Palella, S. y Martins, F. (2012). Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL), Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas. Venezuela.

[3] Barrios M., Illada R., Ortiz F. y Sira S. (2007). ESIDE y Diagrama Múltiples. Herramientas para la mejora continua de los procesos. Series de cuadernos de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

[4] Vargas de R. H., (2004) Manual de Implementación de las "5S". Corporación Autónoma Regional de Santander. Versión 1.

Consultado desde <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/1.pdf> el día 10 de noviembre de 2016.

[5] Hignett S. y Mcatamney, L (2000). Rapid Entire Body Assessment. Applied Ergonomics.

[6] Giugni de A. L., Ettegui de B. C., González de S. I., y Guerra T. V., (2009). Evaluación de Proyectos de Inversión. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

[7] Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. (LOPCYMAT). (2005). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No 38.236. Consultado desde

http://www.inpsasel.gob.ve/moo_news/lopcymat.html el día 15 de noviembre de 2016.