	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE EN LAS PLANTAS 1 Y 2 DE LA EMPRESA  
MICROMINERALES S.A.S DEL MUNICIPIO DE COPACABANA

CARLOS MARIO GONZÁLEZ URREGO

INGENIERIA EN ELECTROMECHANICA

Elkin Edilberto Henao Bravo

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**15 de diciembre de 2015.**

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RESUMEN

---

El proyecto desarrollado en la empresa Microminerales S.A.S en el municipio de Copacabana en las plantas 1 y 2 se hizo con la intención de automatizar el empacado de los dos productos de la empresa (talco y caolín) en sacos valvulados, para lo cual se identifica la problemática, se analiza la información recolectada desde el software empresarial respecto a las pérdidas, fugas y reprocesos, aplicando una metodología cuantitativa y desde un enfoque de mejora continua, que conllevó a la automatización y con ello, el incremento de la productividad. Se pudo concluir que la automatización trae consigo beneficios económicos en la empresa, pues disminuye pérdidas por reprocesos, fugas y favorece unas medidas más exactas para los clientes, confiabilidad en el producto y calidad en los procesos internos.

*Palabras clave:* Automatización, proceso de empaque, sacos valvulados, mejora continua.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RECONOCIMIENTOS

---

Se le expresan los más sinceros agradecimientos a las directivas y empleados de la empresa Microminerales S.A.S por la confianza dada para la realización del proyecto.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. OBJETIVOS .....	9
General .....	9
Específicos .....	9
3. MARCO TEÓRICO .....	10
4. METODOLOGÍA .....	16
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	27
REFERENCIAS .....	29
APÉNDICE .....	30

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## LISTA DE TABLAS

---

Tabla 1 Lista de entradas y salidas del programa de automatización del proceso de empaque.....	13
Tabla 2 Presupuesto para la automatización del proceso de empaque Microminerales S.A.....	17
Tabla 3 Costos de la recolección del proceso de empaque planta 1 .....	21
Tabla 4 Costos de recolección de proceso de empaque planta 2.....	22
Tabla 5 Tiempo y costos en repesar los bultos del proceso de empaque en la planta 1.....	22
Tabla 6 Tiempo y costos en repesar los bultos del proceso de empaque planta 2 .....	23

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 Elementos de un proceso de automatización .....	11
Figura 2 Proceso de empaque en bolsas valvuladas plantas 1 y 2.....	15
Figura 3 Metodología empleada en el proyecto .....	20
Figura 4 Reprocesos, fugas, pérdidas en los procesos de las plantas 1 y 2 .....	24
Figura 5 Funcionamiento del programa de automatización de las empacadoras .....	26

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## LISTA DE APÉNDICES

---

Apéndice A Figura del esquema eléctrico .....	30
Apéndice B Fotos comparativas antes y después del proceso de automatización.....	31

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El proyecto aborda la problemática presentada en las plantas 1 y 2 de la empresa Microminerales S.A.S del municipio de Copacabana, donde existía fugas, pérdida de material terminado, reprocesos a causa de dificultades en el proceso de empaque de los sacos valvulados, lo cual generaba pérdidas semestrales por el orden de los \$ 13.879.450; así con base en el análisis del problema y la formulación de unas alternativas de solución (hipótesis) desde un método cuantitativo que se apoyó en los datos del software empresarial, se implementó la automatización de las empacadoras con una inversión de \$12.764.510, que rápidamente podría recuperarse y que contribuye en la mejora continua, el cumplimiento de las metas empresariales y el aprovechamiento del talento humano.

Para el logro del anterior propósito, se parte de identificar la problemática en el proceso de empaque y las estimaciones en pérdidas, sobrecostos, tiempos muertos y reprocesos que se generan con la manera como actualmente se realiza el empaqueo del producto terminado, para luego realizar el diseño y montaje de la automatización de las empacadoras en el proceso llevado a cabo en las plantas 1 y 2 de la empresa Microminerales S.A.S del Municipio de Copacabana.

En el presente trabajo se encuentra la formulación detallada de la problemática (planteamiento del problema), para dar paso a los objetivos, que se acompaña de unas generalidades de la empresa; luego la construcción del marco teórico, la metodología empleada, los resultados y su discusión, después las conclusiones y recomendaciones que termina con las referencias y los apéndices.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 2. OBJETIVOS

---

### **General**

Automatizar el proceso de empaque en las plantas 1 y 2 de la empresa Microminerales S.A.S del municipio de Copacabana

### **Específicos**

1. Estimar las pérdidas, sobrecostos, tiempos muertos y reprocesos que se generan con la manera como actualmente se realiza el proceso.
2. Diseñar el sistema de automatización de las empacadoras en las plantas 1 y 2.
3. Montar la automatización de las empacadoras en el proceso llevado a cabo en las plantas 1 y 2 de la empresa Microminerales S.A.S del Municipio de Copacabana.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3. MARCO TEÓRICO

---

El presente marco teórico parte de una aproximación a los procesos de automatización y concretamente al industrial, desde los aportes que hace Vallejo & Vallejo (2006) que se complementa con descripción de los procesos de empaque llevados a cabo en empacadoras de saco valvulado que están presentes en las plantas 1 y 2.

Partiendo de la definición sobre automatización ofrecida por Vallejo & Vallejo (2006) se asume esta como

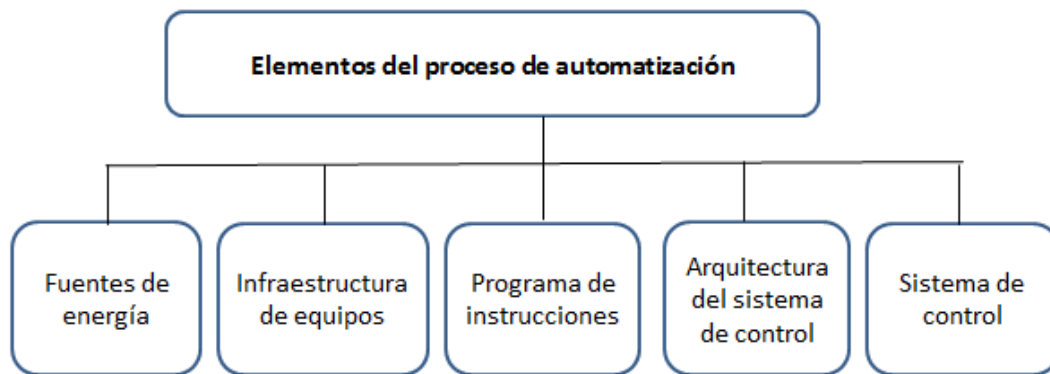
Una tecnología en la cual se aplican los sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción, de bienes físicos de consumo, además involucra una gran variedad de sistemas y procesos que se ejecutan con mínima o ninguna intervención del ser humano (Vallejo & Vallejo, 2006, p. 47)

Esta automatización trae enormes beneficios en las empresas y tiende hacia la reducción de costos y el incremento de la productividad, no obstante, es necesario entender que la automatización puede clasificarse de tres maneras (Moreno, 2001), en aras a los requerimientos del proceso productivo, los volúmenes y la variedad de los productos, tal como lo señalan Vallejo & Vallejo (2006, p. 48) cuando habla de: a) la automatización fija, dada como el proceso de una secuencia única de operaciones y ensamble; b) la automatización programable, donde la existe un proceso controlado desde un programa y éste puede cambiar o acondicionarse a diferentes requerimientos del producto, c) la automatización flexible, donde la configuración de un programa posibilita cumplir con diversas exigencias y especificaciones sin que esto signifique, pérdida de tiempo o en otros sectores por ajustes, pues el proceso de automatización está diseñado para que se adapte rápidamente a estas exigencias.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Al realizar un proceso de automatización en el campo industrial se evidencia que este se compone de unos elementos (Figura 1) que permiten un desarrollo secuencial y lógico para que esta se brinde desde un acercamiento al contexto y un análisis pormenorizado de los detalles que parte de la identificación de las fuentes de energía posibles, así como de la infraestructura que se tiene de los equipos y de los programas, igualmente del sistema de control y su arquitectura, para configurar una automatización que responda a las necesidades, que sea una alternativa viable en los sentidos de producción, económico y de impacto en la empresa, pero además que efectivamente retome una secuencia ordenada en su aplicación.

Figura 1 Elementos de un proceso de automatización



Fuente: Vallejo & Vallejo, 2006, p. 48

Para automatizar los procesos de producción en la industria, según lo afirman Vallejo & Vallejo (2006) se han utilizado una clasificación por líneas de producción, de la siguiente forma:

Formas de dosificación sólida.

Formas de dosificación líquidas.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Formas de dosificación semisólidas.

De esta manera, la forma de automatización está cimentada en la dosificación sólida, pues se interviene el proceso de empaque en bultos que se hace del caolín y del talco.

Conviene anotar que estos productos se pueden definir en los siguientes términos, el primero de ellos, llamado talco es un Silicato de Magnesio Hidratado de origen natural, de fórmula  $3MgO_4SiO_2H_2O$ . Tiene consistencia jabonosa, es inerte a los ácidos diluidos y es hidrófobo. Es el mineral más blando de la naturaleza. Según su color y su granulometría puede ser usado en diferentes industrias, La empresa Microminerales S.A.S cuenta con talcos: blancos, grises, cremas y amarillo. Este talco se caracteriza por ser no tóxico, inerte químicamente, es inodoro, posee buena fijación como relleno, óptima dispersabilidad, blando y suave, de naturaleza untosa e hidrofóbica. Es utilizado en cosméticos, farmacéutico, alimentos, petróleos y se tiene una presentación en bultos de 25 kg, 50 kg y 1000 kg.

Por su parte, el caolín, caolinita o silicato de aluminio es una arcilla formada por la descomposición de feldespato y otros silicatos de aluminio, es utilizado como carga en las industrias de la cerámica, refractarios, pinturas, construcción, cauchos, plásticos entre otras. El caolín que comercializa la empresa Microminerales S.A.S por su color amarillo cremoso no es recomendable para pinturas, a no ser que sean pinturas de colores oscuros. El caolín Uno A es recomendado para la fabricación de estuco tradicional para incrementar la dureza del producto final. Este producto es comercializado en bultos de 25 kg y 40 kg.

Al abordar en las líneas anteriores los productos presentes en el proceso de empaque y de cara a la automatización para evitar las pérdidas y los reprocesos que se están llevado a cabo, que generan costos más elevados, se opta por un tipo de controles de lazo cerrado o retroalimentación, donde se crean unas variables que se analizan tanto en su ingreso como

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

en su salida para la realización de ajustes, a través de sensores, controladores y actuadores (tabla 1).

Tabla 1 Lista de entradas y salidas del programa de automatización del proceso de empaque

Lista de entradas y salidas			
Entradas		Salidas	
Start	I1	Cerrar Guillotina o Estación	Q1
Stop	I2	Abrir Guillotina o Estación	Q2
Paro de emergencia	I3	Subir pisador (Cilindro Neumático)	Q3
Inicio de ciclo	I4	Bajar pisador (Cilindro Neumático)	Q4
Señal indicador de peso 40 Kg	I5	Arranque motor velocidad baja	Q5
Señal indicador de peso 50 Kg	I6	Arranque motor velocidad alta	Q6
Selector (Manual o Automático)	I7	Válvula de aire (Constante)	Q7
		Válvula de disparos de aire	Q8

Fuente: Carlos González, 2014

Retomando el planteamiento de la Asociación Americana de Marketing (citada por Tirado, 2012) se define el proceso de empaque como

Contenedor utilizado para proteger, promocionar, transportar y / o identificar un producto. El empaque puede variar de un envoltorio de plástico a una caja de acero o de madera o de tambor. Puede ser primario (que contiene el producto), secundario (que contiene uno o más paquetes primarios) o terciario (que contiene uno o más paquetes secundarios). (Tirado, 2012, p. 13)

Desde este parámetro, el empaque permite llegar al usuario o cliente con un producto que está contenido en algo que lo protege, pero además que asegura calidad y cantidad de lo que se adquiere.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tirado (2012) define la bolsa valvulada como

Un tipo de empaque industrial que debido a su diseño y elaboración permite un mejor desempeño en el empaque de materiales finos y granulados, este tipo de bolsa puede ser elaborado en Polietilenos de baja y alta densidad según sea el caso también en polipropileno; en cuanto al diseño de la bolsa está constituido de manera eficiente para que el llenado sea más rápido debido a su válvula de apertura y un mejor y eficiente estibado del producto empacado, debido a la elaboración de los fuelles laterales; adicionalmente la elaboración en este tipo de materiales da una mejor presentación del producto empacado debido a las diferentes policromías que se pueden imprimir.

Compaginando lo anterior, el proceso de empaque (Figura 2) llevado a cabo en la empresa Microminerales S.A.S se puede concebir como las acciones combinadas del empleado-máquina para llenar según la programación prevista, los sacos con el producto requerido (bien sea caolín o talco) aunque es necesario aclarar que las plantas 1 y 2 se enfocan principalmente en el primero de estos.

Este proceso permite la comercialización del caolín en las bolsas valvuladas en presentaciones de 25 kg y 40 kg como se menciona anteriormente para su comercialización.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 2 Proceso de empaque en bolsas valvuladas plantas 1 y 2



Foto: Carlos González, 2014

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 4. METODOLOGÍA

---

El proyecto se estructura desde una metodología cuantitativa, definida según lo refieren Bonilla & Rodríguez (1997) como la aplicación de unos principios y teorías concebidos con anterioridad que le permiten al investigador la formulación de una hipótesis con base en datos cuantitativos.

Para el caso concreto del proyecto, se partió de las observaciones hechas en las plantas 1 y 2 del proceso de empaque de los bultos y el seguimiento a la información respecto a los reprocesos, fugas y demás aspectos que están detallados en la formulación del problema, para proponer una alternativa, que se convierte en hipótesis de trabajo: Tanto en planta 1 como en planta 2 se debía mejorar las empacadoras, lo cual se puede hacer involucrando varias gestiones:

Desde la gestión de operaciones y mantenimiento: Hacer y ajustar los indicadores de corte a peso exacto, que posibilite que no haya fugas al empacar.

Desde la gestión de operaciones y mantenimiento: Cambiar las empacadoras.

Desde gestión de mantenimiento: Tapar fugas entre la tolva y el molino impactor y revisar más constante el molino de martillos para corregir nervaduras a tiempo y evitar que bote mucho por los lados.

Desde esta hipótesis se comienza con la recolección de más información acerca de la problemática y para esto se acude a la observación directa del proceso, el cual genera un registro fotográfico de la situación (Apéndices B, C, D), pero, además, un seguimiento desde el software acerca del porcentaje de fugas, rechazos, pérdidas y reprocesos hechos en los seis meses en las plantas 1 y 2 del proceso de empaque. Añadido a esto se buscó



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

información en este mismo programa sobre las horas laboradas, las toneladas producidas, la relación hombre hora por tonelada y el equivalente mensual.

Con base en la información anterior, se hizo el análisis de los datos, se cuantificó las alternativas de solución presentes en la hipótesis inicial y con el ajuste presupuestal necesario se inició un proceso de automatización de las empacadoras existentes, con el cálculo de la inversión necesaria \$12.764.510 (tabla 2) en comparación con las pérdidas que ascienden a \$ 13.879.450 donde se obtendría además de la recuperación de la inversión, una ganancia de \$1.114.940.

Tabla 2 Presupuesto para la automatización del proceso de empaque Microminerales S.A

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Gabinete de control 69 x 30 x 30 con empaquetadura	2	928,000.00
Gabinete de Potencia 69x55x30 con empaquetadura	2	1,037,176.46
Ventilador para gabinete de potencia con tapa	2	39,201.04
Logo Siemens 6ED1052-1FB00-0BA6	2	802,256.00
Módulo de expansión 6ED1055-1FB00-0BA1	2	321,088.00
Indicador de peso vector VP-145	2	2,784,000.00
Celda de carga	2	742,400.00
Transformador 440/110 500 W, ti 300	2	390,829.94
Variador de velocidad motor empacadora	2	-
Variador de velocidad motor válvula	2	-
Pulsador verde NO	4	148,957.92
Pulsador rojo NC	2	74,480.00
Paro de emergencia	2	130,666.67
Mini breaker 1 amp (control) 1 polo	2	67,280.00
Mini breaker 1 amp bipolar	2	212,048.00

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Breaker tripolar Motor empacadora	2	-
Breaker tripolar motor válvula 5sx13	2	-
Rele finder 110 vac	12	583,199.98
Bornera # 14	20	-
Selector de 2 posiciones	2	6,032.00
Toma doble plástico 110 VAC (interior)	2	84,554.67
Toma doble metálico 110VAC (repeso)	2	88,962.67
Marcaciones 0 x 10	1	3,712.00
Marcaciones 1	1	3,712.00
Marcaciones 2	1	3,712.00
Marcaciones 3	1	3,712.00
Marcaciones 4	1	3,712.00
Marcaciones 5	1	3,712.00
Marcaciones 6	1	3,712.00
Marcaciones 7	1	3,712.00
Marcaciones 8	1	3,712.00
Marcaciones 9	1	3,712.00
Marcaciones l	1	3,712.00
Marcaciones m	1	3,712.00
Marcaciones i	1	3,712.00
Marcaciones q	1	3,712.00
terminal de ojo amarillas x 100	2	18,096.00
Terminales de pin amarillas	2	29,232.00
terminales en u amarillas	2	20,880.00
terminal de ojo azules x 100	2	19,488.00
Terminales de pin azules	2	16,936.00

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

terminales en u azules	2	12,064.00
Cable calibre 18 Awg x 100 mts vehículo	1	28,530.20
Cable calibre 14 Awg x 100 mts vehículo	1	67,342.64
<b>TOTAL MATERIALES ELÉCTRICOS</b>		<b>10.515.270</b>
Motores Siemens 5 hp, 1700 rpm,440 VAC motor empacadora	2	1,809,600.00
Chumaceras transmisión pedestal eje 2"	14	2,249,240.00
Chumaceras base ecualizable eje 3/4" Flanche 2 huecos	14	
<b>TOTAL MATERIALES MECÁNICOS</b>		<b>2.249.240</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN AUTOMATIZACIÓN PROCESO DE EMPAQUE</b>		<b>\$ 12.764.510</b>

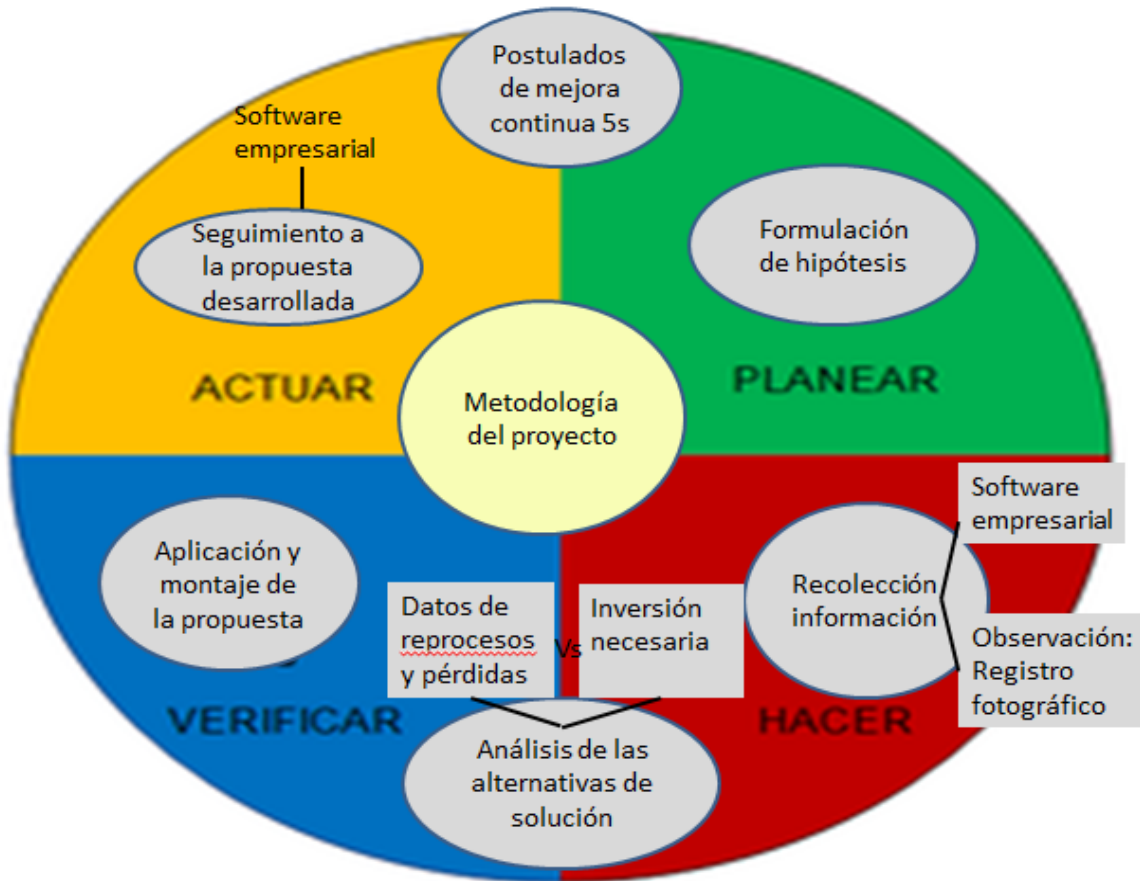
Fuente: Carlos González, 2014

Se estudiaron las posibles alternativas de solución y la inversión requerida para la compra de otras empacadoras bolsas valvuladas era inviable para la empresa, por los costos que tenía; así que la solución más efectiva era la intervención desde las gestiones de la empresa para su automatización y mejoramiento, aprovechando el talento humano disponible y los recursos.

Luego de la aprobación del proyecto en la empresa, deviene una etapa de aplicación, montaje y seguimiento que recopila datos de la misma forma que en la primera fase, a través de la observación directa y del software de la empresa para las pérdidas, fugas y reprocesos, posibilitando un proceso cíclico de mejora continua como se aprecia en la figura

3.

Figura 3 Metodología empleada en el proyecto



Fuente: Carlos González, 2014

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El problema principal tiene que ver con las pérdidas de material terminado, producidas por las empacadoras que están en ejecución actualmente, a raíz de que no hay un debido control para el proceso de llenado de los bultos. Lo cual genera pérdidas económicas para la empresa, que se corroboró con los datos suministrados por el área de producción.

Se parte del seguimiento hecho a este proceso de la empacadora, donde se pudo constatar y registrar lo que estaba ocurriendo, así en la empacadora de la planta 1 durante un periodo de 6 meses (febrero-julio de 2014), hay pérdidas aproximadas de 32 Toneladas de material terminado, al multiplicarlo por el valor promedio de los talcos producidos en esta planta (\$ 176 pesos, datos generados por Gerencia), se tendría un intercepto de pérdidas que alcanzarían los \$ 5.632.000 pesos cada 6 meses.

Ahora, en planta 2 se pierden alrededor de 22 toneladas en el periodo de estudio, que multiplicados por el valor intermedio (\$ 176 pesos) de los talcos blancos que son los producidos en esta, se obtendría un estimado de \$3.872.000 pesos. A esto se le debe añadir los costos que se generan por las actividades de recolección (tablas 3 y 4), reproceso y repesar (Tablas 5 y 6) el material empacado.

Tabla 3 Costos de la recolección del proceso de empaque planta 1

<b>TIEMPO Y COSTO EN LA RECOLECCIÓN DEL REPROCESO EN PLANTA 1</b>				
Tiempo del operario en la recolección del Reproceso por turno	Total turnos por día	Tiempo equivalente por día	Tiempo empleado durante un periodo de 6 meses	Costo operario para la recolección del reproceso (6 meses)
20 minutos	3 turnos	1 hora	180 horas	<b>\$ 923.750</b>

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Fuente: Carlos González, 2014

Tabla 4 Costos de recolección de proceso de empaque planta 2

<b>TIEMPO Y COSTO EN LA RECOLECCIÓN DEL REPROCESO EN PLANTA 2</b>				
Tiempo del operario en la recolección del Reproceso por turno	Total turnos por día	Tiempo equivalente por día	Tiempo empleado durante un periodo de 6 meses	Costo operario para la recolección del reproceso (6 meses)
15 minutos	3 turnos	45 horas	135 horas	<b>\$ 692.800</b>

Fuente: Carlos González, 2014

Tabla 5 Tiempo y costos en repesar los bultos del proceso de empaque en la planta 1

<b>TIEMPO Y COSTO EN REPESAR LOS BULTOS EN PLANTA 1</b>				
Tiempo del operario en repesar cada bulto	Total bultos por día	Tiempo equivalente por día	Tiempo empleado durante un periodo de 6 meses	Costo operario para repesar los bultos (6 meses)
16 segundos	2370 bultos	10,5 horas	1512 horas	<b>\$ 1.551.900</b>

Fuente: Carlos González, 2014

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 6 Tiempo y costos en repesar los bultos del proceso de empaque planta 2

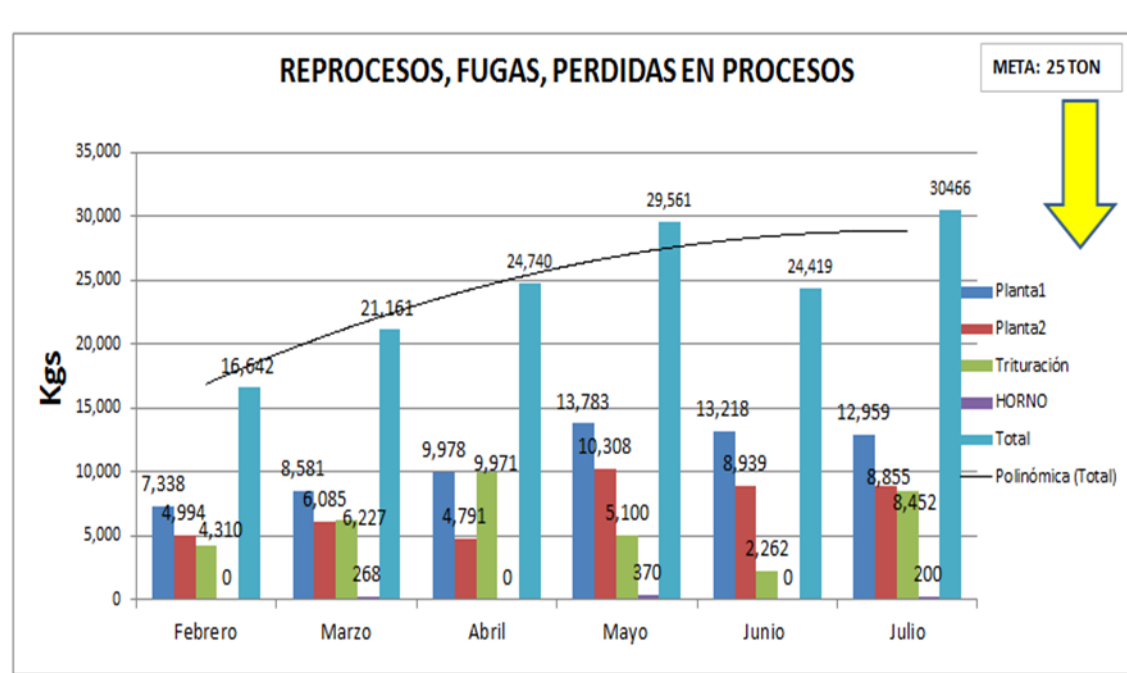
<b>TIEMPO Y COSTO EN REPESAR LOS BULTOS EN PLANTA 2</b>				
Tiempo del operario en repesar cada bulto	Total bultos por día	Tiempo equivalente por día	Tiempo empleado durante un periodo de 6 meses	Costo operario para repesar los bultos (6 meses)
16 segundos	1830 bultos	8,13 horas	1170 horas	<b>\$ 1.207.000</b>

Fuente: Carlos González, 2014

Al sumar los datos anteriores, se obtiene que la recolección del reproceso, así como repesar los bultos ascienden a \$4.375.450 mensuales. En total se tendrían pérdidas por el monto de \$13.879.450 cada 6 meses.

En la configuración de la problemática se encuentra que la tendencia ascendía en los procesos de la empacadora, obligando a más reprocesos como se menciona anteriormente, pero además de esto, el total de reprocesos de la planta 1 se ubicaba en 12.959 kg (Figura 4) que pertenecen a fugas por la empacadora (laberinto) y empacado, por cambio de referencias y estabilidad condiciones del producto. Total, planta dos 8.855 kg por cambios de referencias y estabilidad condiciones, fugas en empacadora. Total, planta trituración 8.452 kg se generó reproceso por fugas en alimentador vibratorio entre la tolva y el molino impactor, fugas por el molino de martillos.

Figura 4 Reprocesos, fugas, pérdidas en los procesos de las plantas 1 y 2



Fuente: Sergio López (Jefe de Producción), 2014, Datos del área de producción Microminerales S.A.S Copacabana.

Los resultados luego de la automatización en el proceso de empaque de las plantas 1 y 2 de la empresa, muestran que la inversión realizada se compensa económicamente con el dato de las pérdidas registradas, pues se disminuyó en un 30%, con el establecimiento de una meta de 25 toneladas.

Se mejoró el proceso de pesaje que se registraba como uno de los principales motivos de reproceso, pues al realizarse un cambio de referencias la empacadora no lo hacía bien.

De ahí que la automatización posibilitó mayor precisión en el control del peso, cantidad y tiempo durante el cual, los sacos valvulados permanecían en la máquina.

Con los cálculos hechos desde el presupuesto para la implementación de las empacadoras y las pérdidas generadas, se viabiliza su ejecución, pues la inversión se recupera en un año para la empresa.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Otro aspecto lo compone el diseño del programa para la automatización que se puede describir en los siguientes términos:

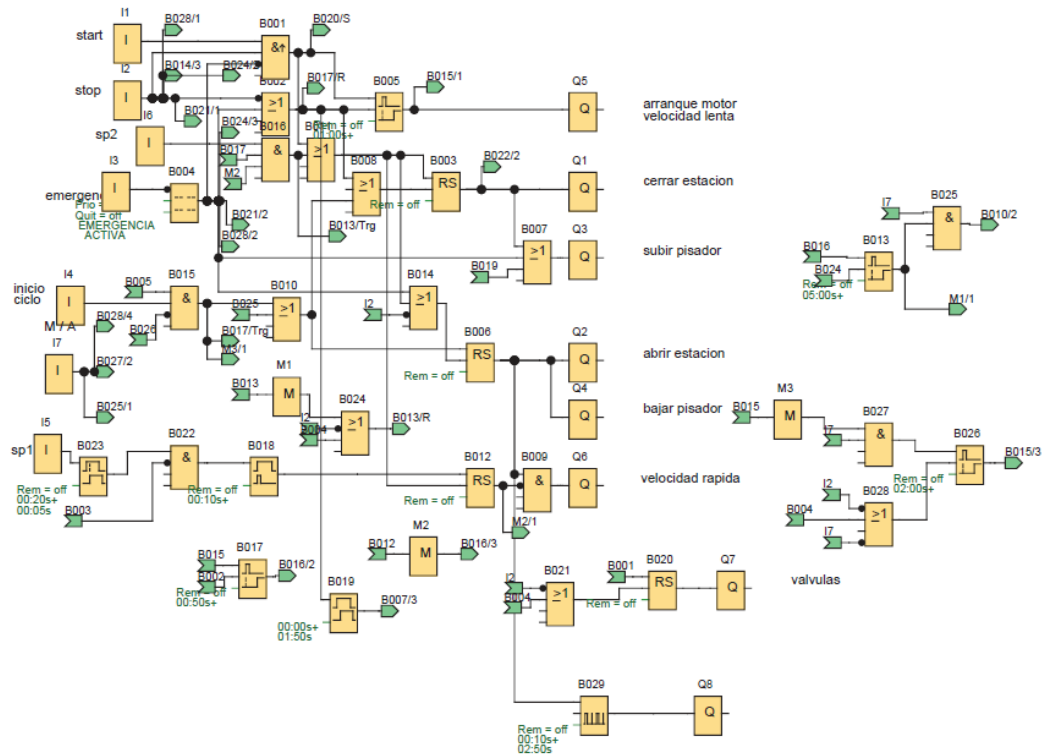
Se inicia con el posicionamiento del selector (I7) en automático.

Se presiona el botón de Start (I1), donde el equipo lleva a las condiciones iniciales de trabajo las cuales son: Subir el pisador de las bolsas de empaque (Cilindro neumático Q3), Cerrar la válvula guillotina o estación (Q1), prender la válvula de aire (Q7) e inicia el motor con una velocidad baja (Q5).

Se le da inicio de ciclo (I4), la cual, baja el pisador de las bolsas de empaque (Cilindro neumático Q4), abre la válvula guillotina o estación (Q2), manda una señal para aumentar la velocidad del motor (Q6), se activa la válvula de disparos de aire del silo (Q8). Inicia el ciclo de llenado de la bolsa de empaque y empieza a censar la celda de carga, una vez llega al peso de 40 Kg manda una señal (I5) para disminuir la velocidad del motor (Q5), se da una segunda señal cuando alcanza un peso de 50 Kg, esto hace que, cierre la válvula guillotina o estación (Q1), sube el pisador (Cilindro neumático Q3), arranca un temporizador con un tiempo de 5 segundos para quitar el bulto y meter una nueva bolsa de empaque, una vez terminado los 5 segundos, inicia el ciclo nuevamente, bajando el pisador de la bolsa de empaque (Q4), abriendo la válvula guillotina o estación (Q2), y aumentando la velocidad del motor (Q6).

Esta narración se ejemplifica mejor en la figura 5

Figura 5 Funcionamiento del programa de automatización de las empacadoras



Fuente: Carlos González, 2014.

Como se puede establecer de las líneas anteriores, junto con este proceso de automatización se realiza la construcción de unos ductos que permiten el llenado de las tulas, y así evitar quitar las empacadoras a la hora de realizar estos procedimientos, reduciendo las pérdidas a su mínima expresión.

Cabe aclarar, que con la implementación de estas empacadoras se le dará una mayor confiabilidad a los clientes a la hora de hablar de la exactitud del peso de los productos, mejora el entorno para la aplicación de las 5s, al igual que se reducirá el riesgo de inclusión de materiales metálicos a los equipos los cuales provocan paros y daños en los mismos

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

La automatización en el proceso de empaque en la Planta 1 y 2 de la empresa Microminerales S.A.S del municipio de Copacabana trae consigo beneficios en económicos en la empresa, pues disminuye pérdidas por reprocesos, fugas y favorece unas medidas más exactas para los clientes, confiabilidad en el producto y calidad en los procesos internos.

Respecto a la identificación de la problemática en el proceso de empaque y las estimaciones en pérdidas, sobrecostos, tiempos muertos y reprocesos que se generan con la manera como actualmente se realiza el proceso, se puede constatar con el empleo del software empresarial, razón por la cual, es de vital importancia hacer un seguimiento exhaustivo y un registro detallado que posibilite implementar acciones de mejora continua.

La realización del diseño y montaje de automatización de las empacadoras en el proceso llevado a cabo en las plantas 1 y 2 de la empresa Microminerales S.A.S del Municipio de Copacabana es una oportunidad para que la empresa aplique con mayor exactitud los principios de la ingeniería electrónica y así automatice otras áreas de la empresa, desde el talento humano y la priorización de procesos internos que los lleven por la aplicación de la eficiencia, eficacia y oportunidad que presenta las iniciativas que se presentan en beneficio de toda la organización.

La primera recomendación está dirigida hacia la empresa para que con base en los datos que arrojan el software empresarial, implemente más acciones correctivas, preventivas y de atención en otras áreas de la empresa, desde la asignación presupuestal y la disposición del talento humano.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La segunda recomendación se direcciona para el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) para que continúe fortaleciendo las alianzas con las empresas para las labores de práctica y con ello, se articule mucho más la relación entre la formación teórica y la aplicación de los conocimientos.

La tercera recomendación se dirige a los empleados de otras empresas que consideran la automatización de un proceso para que establezcan un plan ordenado, secuencial y desde la aplicación de unos fundamentos teóricos para llegar a la mejora continua.

Finalmente, para futuros trabajos que aborden esta misma temática se propone que se indague con profundidad en las necesidades de la empresa, las posibilidades en materia de talento humano, recursos financieros y capacidad de recuperar a inversión para la evaluación de las mejores alternativas de automatización, pues en algunos casos estos aspectos hacen la diferencia entre un proyecto exitoso y otro que no sea así.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## REFERENCIAS

---

Bonilla, E. Rodríguez, P. (1997) *Más allá del dilema de los métodos*. Bogotá: UniAndes

G. Moreno. (2001) *Automatización de procesos industriales*. México: Alfa Omega

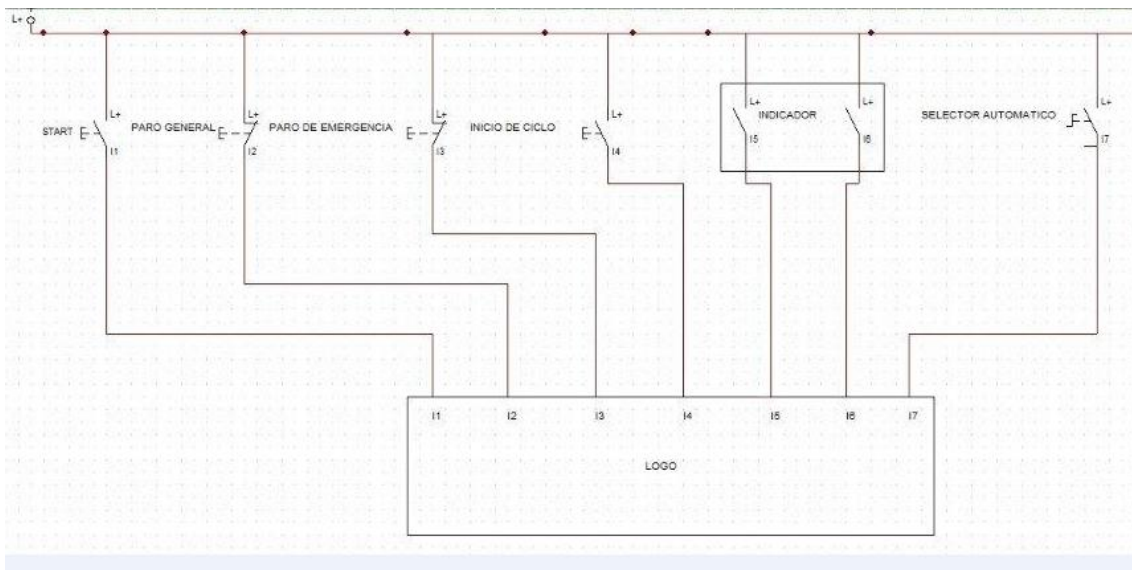
Microminerales S.A.S (2014) Identidad corporativa. Recuperado de [http://www.microminerales.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=54](http://www.microminerales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=54)

Tirado, C. (2012) Diseño y construcción de una ensacadora de cemento mortero para bolsa valvulada. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad San Buenaventura, Facultad de ingeniería. Recuperado de <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/72499.pdf>

Vallejo, B. Vallejo, S. (2006) Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico. *Revista Colombiana de ciencias químico farmacéuticas*, 35 (1) 47-63. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v35n1/v35n1a03.pdf>

# APÉNDICE

Apéndice A Figura del esquema eléctrico



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice B Fotos comparativas antes y después del proceso de automatización

Antes	Después
<p>Se tenía que quitar la empacadora cuando se iba a empaclar en tulas</p>	<p>Se realizaron unas derivaciones en el silo, para facilitar el empaque en las tulas</p>
	
<p>Fugas de material, por no tener un control adecuado</p>	<p>Controlando la velocidad del llenado, la fluidez del material y el pesaje de los bultos, se minimizaron las fugas notablemente</p>







 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES CARLOS GONZALEZ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FIRMA ASESOR ERIN E. HERRERA B.

\_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: 25 de Febrero de 2016

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO \_\_\_\_\_ ACEPTADO \_\_\_\_\_ ACEPTADO CON MODIFICACIONES \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_