

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

TRABAJO DE GRADO

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE EMPAQUE DE LOS PRODUCTOS EN
POLVO DE 25 KG. EN LA EMPRESA**

SANDRA BERNAL

BOGOTA, JULIO DE 2007

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES Y SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE EMPAQUE	7
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.2.1 Objetivo General	9
1.2.2 Objetivos Específicos.....	9
1.3 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	10
1.3.1 Descripción de la empresa	10
1.3.2 Misión.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.3 Visión.	¡Error! Marcador no definido.
1.3.4 Valores corporativos.	10
1.3.5 Historia de la empresa.....	10
1.3.4 Estructura Organizacional	11
1.3.5 Clientes de La empresa.....	11
1.3.6 Divisiones comerciales	11
1.4 MARCO TEÓRICO	12
1.4.1 Envases.....	12
1.4.1.1 Envase primario.	12
1.4.2 Embalaje.	12
1.4.3 Empaque.	12
1.4.5 Diagramas de flujo.....	15
1.4.6 PLC.....	15
1.4.7 Captadores binarios. a.	17
1.4.8 Tecnología	19
1.4.9 Bandas Transportadoras	20
2. SITUACION Y EVALUACION DEL PROCESO ACTUAL	21
2.1 Producción de Polvos	21
2.2 Proceso de Producción Actual de Polvos:	21
2.3 Empaque Actual	25
2.4 Designación y Recepción de Material de Empaque.....	26
2.4.1 Recepción de Material de Empaque	28
2.4.2 Características Material de Empaque	28

2.5	Producción Actual de Polvos	29
2.6 Características de los Productos en Polvo.....		29
3. ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN ACTUAL.....		30
4. PROPUESTAS DE AUTOMATIZACION		38
4.1 Manual (Unidad de peso de electrónico).....		39
4.2 Empaque por Vacío.		41
4.3 Unidad de Dosificación:		42
4. 4 PLC (Controlador Lógico Programable).....		43
4.5 Definición de la propuesta de automatización:		45
5. RESULTADOS DE LA COMPARACION DE LA SITUACION PROPUESTA CONTRA LA ACTUAL		46
5.1 Descripción proceso simulación automatización La empresa		46
5.1.1 locations		47
<u>6. VALORACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA.....</u>		<u>66</u>
7 CONCLUSIONES		68
8. RECOMENDACIONES.....		70
9.GLOSARIO		71
10. BIBLIOGRAFIA		72

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Clientes La empresa.....	11
Figura 2. Banda trasportadora.....	20
Figura 3. Banda transportadora de rodillo.....	20
Figura 4. Ruberg.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Bolsa kraft.....	22
Figura 6. Caja Pequeña.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Descargue de Producto.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura .8 Apilar Bolsas para pesaje.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Pesaje de producto.....	23
Figura 10. Comprobación de Peso.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Amarre de Bolsa.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12. Sellamiento de Bolsa Kraft.....	24
Figura 13. Sellamiento de Caja.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14. Estibación de Bolsas Kraft.....	25
Figura 15. Estibación de Cajas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 16. Bolsa de Poliamida.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 17. Bolsa Kraft.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 18. Caja de Cartón.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19. Ingreso de pedido a AS400.....	26
Figura 20. Aprobación de Pedido.....	27
Figura 21. Etiqueta de Producto en Proceso.....	28
Figura 22. Etiqueta Producto Terminado.....	27
Figura 23. Factura de Pedido.....	28
Figura 24 Etiqueta recibo de material.....	28
Figura 25. Certificado de análisis.....	29

TABLA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Organigrama	11
Diagrama 2. Estructura Básica de un PLC.....	¡Error! Marcador no definido.
Diagrama 3. Proceso de Empaque.	22
Diagrama 4. FLUJO DE PROCESO 1.....	33
Diagrama 5. FLUJO DE OPERACIONES	34
Diagrama 6. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	35
Diagrama 7. Diagrama de Flujo.....	36
Diagrama 8. Diagrama de Distancia propuesto.	59
Diagrama 9. Diagrama de Operaciones.....	60

ESQUEMA DE TABLAS

Tabla 1. Productos de Tecnología	19
Tabla 2. Tiempo de Producción	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Material de Empaque	28
Tabla 4. Producción Polvos.	29
Tabla 5. Pareto Productos.	31
Tabla 6. Productos Tipo A.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Tabla de Resultados de empaque	31
Tabla 8. Tabla de Resultados por producto	32
Tabla 9 . Costo Maquinaria	44
Tabla 10 . Compra Maquinaria.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11. Tabla de Tiempos	¡Error! Marcador no definido.

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1.....	52
Anexo 2.....	53
Anexo 3.....	54
Anexo 4.....	55
Anexo 5.....	56
Anexo 6.....	57
Anexo 7.....	58
Anexo 8.....	69

1. GENERALIDADES Y SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE EMPAQUE

1.1 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la economía globalizada demanda alta competitividad de las empresas, con el fin de cubrir las necesidades y exigencias del mercado. Por lo tanto, se hace necesario el perfeccionamiento de sus procesos, esto se logra a través de un análisis al interior de la organización, detectando debilidades para darles una solución efectiva en el menor tiempo posible.

El presente estudio trata del proceso de empaque por solicitud directa de la empresa, un área crucial y problemática en la producción de la línea de polvos y a su vez un proceso vital para la empresa, teniendo en cuenta la alta producción en esta línea¹.

En este proceso se han observado problemas tales como:

- 1 Dosificación del producto inexacta ya que el operario tiene que calcular la cantidad deseada del producto manualmente por bolsa.
- 2 Pérdida de tiempo ya que constantemente tienen que reubicar el producto empacado para realizar procesos como verificación de peso, sellamiento y estibación.
- 3 Subutilización del personal ya que al ser un proceso totalmente manual es necesario tener varios operarios, que podrían estar haciendo otras tareas en la planta.
- 4 Al tener mas de 150 productos² en polvo se tienen densidades diferentes las cuales oscilan entre $0.3 \text{ g/ cm}^3 < d < 1.2 \text{ g/ cm}^3$, Algunos productos tienden a tener una baja densidad ocupando un mayor volumen que las que tienen una alta densidad, por esto al empacar, se le asigna un determinado tamaño de caja, pero el mismo tamaño de bolsa siempre (de 25 Kg.), y a veces el producto puede quedar empacado al borde de la bolsa, como puede que quede sobrando espacio en ella.

¹ Ver Anexo 1. Informe de ventas acumuladas 2007.

² Ver Anexo 2: Lista de Algunos productos de

De manera que el problema va desde el procedimiento de empaque del producto hasta el resultado final del producto ya empacado. Así las cosas, es preciso anotar que actualmente el proceso de empaque en empresa es inadecuado, toda vez que genera pérdida de tiempo y provoca deficiencias. En ese orden de ideas, el presente estudio pretende diseñar una solución viable a los problemas anteriormente planteados mejorando el tiempo y la calidad del proceso de empaque. Sin duda, esta investigación representa un aporte importante en la preparación para el ejercicio profesional del ingeniero industrial, dado que permite aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera por ser un caso práctico que afianza la formación y la experiencia. Además, redundando en el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa, la cual en consonancia con esta investigación la cual busca el mejoramiento de los procesos, tiene como estrategia el manejo de un sistema de mejoras continuas para conseguir su objetivo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Plantear las alternativas técnicas y económicas para estandarizar y mejorar el proceso de empaque de productos en polvo de 25 Kg. en la empresa .

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1 Identificar los problemas críticos del proceso actual de empaque en la empresa.
- 2 Determinar la tecnología recomendable para las condiciones y requerimientos actuales del proceso.
- 3 Evaluar técnicamente y económicamente el acoplamiento de la tecnología en el proceso de producción.
- 4 Diseño de una propuesta de automatización industrial para el proceso de empaque.

1.3 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.3.1 Descripción de la empresa

----- es un líder reconocido en la creación y apoyo de marcas exitosas, satisfaciendo las necesidades y expectativas de sus clientes, ofreciendo soluciones efectivas a través de productos y servicios de calidad y confiabilidad, contando con personal competente y calificado. La EMPRESA la industria de productos alimenticios. Además, LA EMPRESA cuenta con el esfuerzo de un equipo humano comprometido con el cliente y con una completa cadena de suministro orientada a convertir el deseo del consumidor en productos y experiencias de gran éxito.

En la actualidad EMPRESA está ubicada en Bogotá D.C cuenta con 100 empleados en sus diferentes áreas, y específicamente “Empaque de sabores” es el área materia de esta investigación.

1.3.4 Valores corporativos.

EMPRESA considera a sus empleados como su mayor activo; hace énfasis en la integridad de cada individuo; empodera sus empleados a tomar decisiones y riesgos calculados para aprender de los errores; cree en el trato justo a sus empleados. Así mismo, la cultura de EMPRESA está basada en el carácter abierto de sus empleados, la sinceridad y transparencia en su comunicación y la continua retroalimentación como estilo de negocio. Además, EMPRESA requiere individuos que se involucren apasionadamente en el negocio y estén plenamente focalizados con los clientes y por último, EMPRESA pide que sus empleados se traten con respeto y confianza mutua.

1.3.5 Historia de la empresa.

1.3.4 Estructura Organizacional

Diagrama 1. Organigrama

Fuente: empresa

1.3.5 Clientes de la empresa

Algunos de los principales clientes son:

Figura 1. Clientes empresa

Fuente: empresa

1.3.6 Divisiones comerciales

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 Envases.

Los envases son objetos manufacturados que contienen, protegen y representan una mercancía para su comercialización en la venta al detalle; éstos se diseñan de modo que tengan el mejor costo compatible con los requerimientos de protección del producto del medio ambiente³.

1.4.1.1 Envase primario.

Es aquel que está en contacto directo con el producto.

1.4.1.2 Envase secundario.

Es aquel que contiene uno o más empaques primarios.

1.4.2 Embalaje.

Son aquellos objetos manufacturados que protegen de manera unitaria o colectiva, bienes ó mercancías para su distribución física a lo largo de la cadena logística; es decir, durante las operaciones de manejo, carga, transporte, descarga, almacenamiento, estiba y posible exhibición, las cuales hacen que el producto esté expuesto a un trato no adecuado⁴.

1.4.3 Empaque. Es un nombre genérico que se usa cuando en la industria se hace referencia al envase, ya sea como un material de amortiguamiento, o simplemente como el sistema de sello en la unión de dos productos o de un envase y su tapa⁵.

En cuanto a envases y embalajes se puede afirmar que su principal función es contener y proteger con una presentación respetable, de excelente calidad, y estéticamente agradable, también destacar el nombre o marca del producto, y hacer que se distinga de productos similares. El empaque de un producto es muy importante en cuanto a diferenciación y recordación de marca se refiere, cabe destacar que es muy importante que en el envase se hagan las especificaciones de una manera clara, breve del producto, y se tiene que describir de una forma sencilla el uso o consumo del producto que contiene, informando de manera gráfica o

³ Sobre envases y embalajes. En: Revista Énfasis. Bogotá. Edición N° 04 septiembre/octubre 2002.

⁴ *Ibíd.*

⁵ Sobre envases y embalajes. *Op cit.*

textual si el contenido puede causar riesgo o daño a la salud humana, animal o vegetal. El envase ayuda a que el uso o aplicación del contenido sea sencilla, sin desperdicio, con la dosificación adecuada y de fácil reutilización en caso de que el contenido sea utilizado más de una vez⁶.

1.4.3.1 Importancia del empaque. El empaque es de gran importancia para un producto, algunos de estos beneficios son: promocionar el producto, ya sea por el diseño, por la excelente presentación, o por la seguridad que ofrece el mismo, ya que el empaque tiene que ser un vendedor silencioso y eficaz; ofrecer un fácil manejo, para cualquier tipo de comprador o consumidor, es decir, se debe brindar un empaque ergonómico y que sobresalga frente a la competencia sin descuidar los costos.

Así mismo, es indispensable tener en cuenta que los productos van a estar sometidos a cualquier tipo de trato, por tanto, el empaque debe tener propiedades tales como: resistencia a la compresión, vibración, caídas, choque lateral, humedades y temperaturas. De la misma manera es indispensable que no desprenda el aroma del contenido y según el producto que contenga debe ser impermeable a los gases húmedos o secos.

Es importante tener en cuenta que algunos empaques -dependiendo de su contenido- deben informar al usuario sobre datos como: cantidad contenida, fecha de caducidad, y en su defecto utilizar un código de barras que contenga información útil para toda la cadena comercial en sus distintos procesos. En lo que respecta al tema ambiental, es aconsejable utilizar preferiblemente envases reutilizables, reciclables, y en un caso extremo incinerables, con el objeto de cumplir las normas de envase y embalaje residuales y de medio ambiente⁷.

1.4.3.2 Materiales para el empaque. Los principales materiales utilizados para la elaboración de envases y embalajes son: metal, papel, cartón, plástico, vidrio y madera. Dentro de los principales tipos de papel para envase y embalaje están:

- **Papel Kraft.** Es el papel más utilizado en el embalaje para bolsas, sacos multicapas y papel para envolturas. De igual manera se utiliza como papel base de laminaciones con aluminio, plásticos y otros materiales. Con este papel también se pueden producir cartones pesados y cartones corrugados.

- **Caja plegadiza.** Estas son elaboradas a partir de diversos tipos de cartoncillo sulfatado, los cuales deben fabricarse con la flexibilidad suficiente para no

⁶ *Ibíd.*

⁷ Sobre envases y embalajes. Op cit.

quebrarse cuando son plegados en sus líneas de doblez. Existen diferentes grosores y calidades de cartón dependiendo el uso que se le quiera dar.

Este tipo de envases y embalajes proporcionan una relativa protección al producto, sin embargo, algunas barreras pueden ser proporcionadas al elaborar un cartón laminado con plástico o al darle algún tratamiento para hacerlo más resistente a la humedad y a las grasas. Cabe señalar que las cajas de cartón corrugado se componen tanto de papel kraft para su elaboración, como del liner y el material que forma la flauta llamado médium, con el que se construye la estructura ondulada que da el nombre al corrugado. Existen cuatro tipos de corrugado: una cara; sencillo; doble corrugado, y triple corrugado. Entre las características de los envases y embalajes de papel y cartón se pueden mencionar algunas como: beneficio a un bajo costo; no son conductores térmicos; el cartón es muy versátil para usarlo en cualquier tipo de producto por la gran variedad de especificaciones de resistencias que existen; y el cartón se puede reforzar al complementar elementos de amortiguamiento como espumas plásticas puestas en las esquinas y partes vulnerables⁸.

- **Plástico.** Por las características físicas y químicas del plástico se han desarrollado diferentes tipos de envases y embalajes obteniendo propiedades de resistencia, barrera y sellado abarcando cada día más sectores industriales para la distribución de los productos. Este tipo de envases se divide en rígidos (botellas, frascos, cajas, estuches, entre otros) y flexibles (películas para embalaje, bolsas, sacos envolturas, entre otros).

Importante anotar que estos envases de plásticos rígidos son elaborados a partir de materiales que brindan cuerpo y resistencia, como por ejemplo, PET (polietileno tereftalato), PAD, PVC (policloruro de vinilo), PEBD (polietileno de baja densidad), PP (polipropileno), PS (poliestireno). Los envases de plástico flexible son desarrollados a partir de la combinación de estas películas entre sí. También se pueden obtener envases a partir de la combinación de películas plásticas con papeles o con hojas de aluminio. Sin embargo, la mayoría de los envases flexibles se producen con polietileno de baja densidad, impresos en flexografía o rotografía.

Entre las ventajas de este tipo de cajas de plástico se encuentran: una alta resistencia a pesar de espesores delgados; piezas de gran exactitud en forma y dimensiones; alta productividad; alta obtención de formas plásticas en volumen de producción; operación sencilla; costo moderado de la maquinaria; flexibilidad de pared delgada con resistencia mecánica; permite cambios en la producción, ya que

⁸ Ibíd.

los moldes no son voluminosos ni pesados; y agilidad e inversiones bajas al cambiar el diseño del producto⁹.

1.4.4 Diagrama de Pareto. Es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y por lo tanto necesaria en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los inconvenientes más grandes, permitiendo establecer prioridades. Mediante el diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), el cual afirma que “existen muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves”, ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos¹⁰.

1.4.5 Diagramas de flujo. Los diagramas o gráficos de procesos proveen una descripción sistemática de un proceso o ciclo de trabajo, con suficiente detalle como para desarrollar mejoras de métodos. Los diferentes diagramas de flujo de los procesos industriales son representaciones gráficas de las secuencias de las actividades básicas de los mismos. Cada representación presenta más o menos información de los recursos que intervienen en la elaboración de un bien o en la prestación de un servicio determinado¹¹.

Entre los diferentes diagramas de flujo están: diagrama de flujo de bloques, que presenta la secuencia de las actividades viendo la participación de los materiales utilizados; el diagrama de flujo de operaciones, el cual se trabaja con los símbolos de operación e inspección; y en el diagrama de flujo de proceso, donde se puede ver representado el proceso por medio de los diferentes símbolos como transporte, operación, inspección y demora¹².

1.4.6 PLC. Es un dispositivo electrónico programable, destinado a cumplir funciones de automatismos lógicos y control de procesos de manufactura en ambiente industrial y tiempo real, bien sean de tipo combinacional ó secuencial. El PLC tiene la ventaja de utilizar la lógica programada y no la cableada; también permite introducir cambios fácilmente, según el desarrollo o evolución de la maquinaria o del proceso; otro aspecto positivo es el empleo de menor tiempo de realización y menor mano de obra; de igual forma tiene la ventaja de facilitar la implementación de sistemas de control distribuido o de control jerarquizado;

⁹ Sobre envases y embalajes. Op cit.

¹⁰ PRIETO CONTRERAS, Lena. Manual de procesos industriales vol. 1. Bogotá, 2004.

¹¹ Ibíd.

¹² PRIETO CONTRERAS., Op, cit.

disminuye los costos, el peso, el tamaño, el volumen de los componentes, así como el mantenimiento y la mano de obra; además aumenta la confiabilidad y se puede instalar en cualquier tipo de ambiente.

Otro aspecto importante del PLC es su diseño para aplicación industrial y para someterse a influencias físicas, eléctricas y químicas (temperatura, humedad, vibración), ruidos, y contaminantes ambientales como el polvo. Y por último, permite la simulación de procesos, alarmas y fallas, sin influir en forma directa sobre las máquinas¹³.

1.4.6.1 Estructura básica del PLC. El PLC supervisa el estado de dispositivos de campo por medio de la recepción de las señales de los módulos de entrada (sensores), ejecuta en la CPU (secuenciador) el programa de lógica del usuario y posteriormente maneja estos dispositivos a través de señales de los módulos de salida (actuadores). Estos a su vez actúan sobre el proceso en general, volviendo a supervisar el estado de los sensores. La estructura básica de un PLC se puede representar de la siguiente manera:

Figura 2. Estructura básica de un PLC.

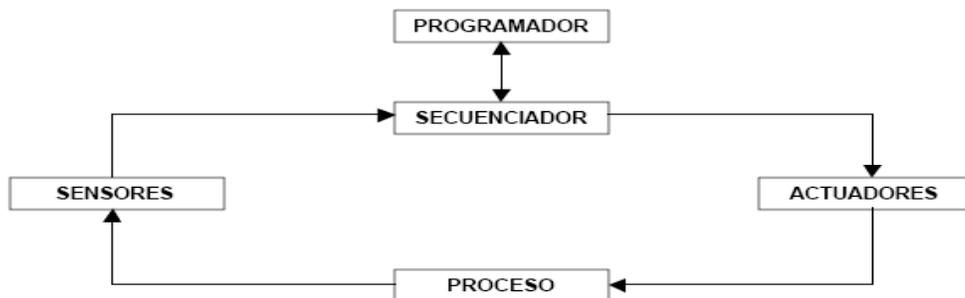


Figura 12. Estructura Básica de un PLC

Fuente: MANDADO, Enrique; ACEVEDO, Jorge y PEREZ, Serafín. Controladores Lógicos y Autómatas Programables

Como se aprecia en la figura 2., los PLC están conformados al menos por los siguientes elementos: a) El secuenciador. Realiza operaciones de tiempo (retardo y temporización), de secuencia, de combinación, de automantenimiento o retención, de la misma forma como lo hacen los sistemas de relés; b) Interfaces I/O. Circuitos

¹³ MANDADO, Enrique; ACEVEDO, Jorge y PEREZ, Serafín. Controladores Lógicos y Autómatas Programables. Marcombo Boixareu Editores. 2ª Edición. 1992

mediante los cuales el sistema puede comunicarse con el mundo exterior. Una interfaz adecua las señales de entrada y salida, de tal modo que éstas se puedan acomodar a los dispositivos que conecta; c) Memorias. Son dispositivos que contienen en forma binaria las instrucciones que constituyen el programa y los datos que deberán utilizarse durante la ejecución del mismo. d) Acumuladores y registros. En éstos se memorizan y guardan por un momento los datos antes y después del procesamiento. e) Medios de comunicación interna. Los medios de comunicación interna están conformados por buses de control, datos, dirección y comunicación. f) Unidad de procesamiento central. Es el elemento más complejo del PLC, en él se hacen las operaciones lógicas y matemáticas, como también todos los cálculos, se procesa la información y se reciben y envían los datos.

Cabe señalar que un PLC posee entradas y salidas digitales y análogas. Las entradas digitales simplemente leen el estado de la entrada, es decir, si hay o no voltaje, en cambio las análogas necesitan de un convertidor análogo – digital, donde los voltajes y las corrientes pueden ser sensadas y convertidas en señales digitales, para su correcto procesamiento. De manera similar las salidas digitales, proveen al proceso después de un procesamiento, un 1 o 0 y las análogas pueden usar las salidas digitales generadas por el programa mediante conversores digitales – análogos para ser llevadas a una gran variedad de elementos en el proceso.

1.4.7 Captadores binarios. El captador binario es un dispositivo cuyo objetivo es advertir mediante un cambio de estado de su salida, que a su entrada se ha alcanzado un determinado valor umbral de la magnitud física aplicada a la misma.

Los captadores binarios pueden clasificarse según su tecnología en: captadores eléctricos, captadores electrónicos y captadores neumáticos. Según la variable física a detectar, adoptan denominaciones específicas: final de carrera (posición), fotocélula (posición), termostato (temperatura), presostato (presión). Según sus características funcionales en: captadores sin contacto, detector de proximidad inductivo, detector de proximidad capacitivo, detector fotoeléctrico, detector magnético, detector de caída de presión captadores de control mecánico (interruptor de posición) y captadores de control humano (pulsador e interruptor)¹⁴.

1.4.7.1 Detector de proximidad inductivo. Es un elemento de conmutación electrónica sin contacto y sin unión mecánica con el órgano que lo acciona. Consta fundamentalmente de un oscilador de alta frecuencia que genera un campo en la parte sensible donde va alojada una ferrita magnética abierta, ésta se construye de forma que generen fugas magnéticas considerables.

¹⁴ GARCIA Moreno Emilio, Automatización de procesos Industriales, Alfaomega grupo Editor, 2001.

La presencia de una pieza metálica en la zona de detección, provoca la disminución de la amplitud de la oscilación. A partir de un determinado umbral dicha disminución se traduce en el cambio de estado de la salida del detector. Cuando la pieza metálica abandona la zona de detección, el campo magnético provocado por el oscilador originalmente se restituye.

1.4.7.2 Detector de proximidad capacitivo. Este tipo de detectores de proximidad, aunque también detectan materiales conductores, están especialmente indicados para la detección de materiales aislantes como: papel, plástico, madera, etc.

Esto se debe a que la cabeza detectora es capacitiva, formada por unos electrodos. Cuando un material aislante o conductor, que posee un nivel de permisividad superior a la unidad se sitúa en el campo electrónico, modifica el valor de la capacidad asociada y se provoca el cambio de estado de la salida adecuada a la detención de materiales aislantes o conductores.

1.7.4.3 Detectores fotoeléctricos. Su utilización principal es como detectores de posición. El principio de funcionamiento está basado en la generación de un haz luminoso por parte de fotoemisor, que se proyecta bien sobre a detectar, provoca el cambio de estado de la salida de fotocélula. Se clasifican según su sistema de detección: sistema de detección de "barrera", sistema de detección de "Reflex", sistema de detección de "Autoreflex".

1.4.8 Tecnología³

Tabla 1. Productos de Tecnología

SENSORES	CARACTERISITICAS
	<p>BERO INDUCTIVO</p> <p>Para detección de objetos metálicos aún bajo condiciones ambientales extremas. Los sensores de proximidad inductivos se utilizan para detectar objetos del metal sin contacto físico, por ejemplo en prensas industriales y, sistemas de transporte, robotsbustezas, elevadores, soldadores automáticos, etc. Una larga vida útil, la conmutación y una velocidad extremadamente exactas son las características excepcionales de BERO inductivo. Pueden también ser utilizados bajo condiciones de ambiente hostil, por ejemplo en la presencia de salpicaduras de agua, de productos de limpieza, del aceite y de lubricantes. Nuestro espectro de productos le ofrece una gran variedad de BERO inductivos para diferentes aplicaciones y requerimientos.</p>
	<p>OPTO-BERO</p> <p>Interruptores fotoeléctricos de proximidad para distancias de hasta 50m Los sensores foto eléctricos se utilizan para detectar objetos sin contacto en muchas áreas de la tecnología de la automatización, por ejemplo en sistemas de manupuleo, la ingeniería industrial, la industria de empaquetado, etc. Siemens ofrece una gama de los productos extensa para estos usos altamente diversos – desde un BEROMiniatura con un diámetro de 4 milímetros y un radio de acción de detección de 50 milímetros a través del tipo rugoso, cúbico K80 con un radio de acción de transmisión de 25 metros; al BERO-láser excepcionalmente exacto con un radio de acción de transmisión de hasta 50 metros. Opto-BERO 3RG7: Directo al punto rápidamente. Detección con láser y luz.</p>
	<p>SONAR-BERO</p> <p>Sensores Ultrasónicos para diferentes materiales El Sonar-BERO permite la detección sin contacto, exacta al milímetro, en una gama a partir de 6 centímetros a 10 metros. El principio: un Sonar-BERO emite pulsos ultrasónicos. Si son reflejados por un objeto o una superficie, toma los ecos, calcula las distancias y las convierte en una señal de salida. El Sonar-BERO se distingue por operar con distancias de funcionamiento grandes de hasta 10 metros, la precisión extrema por debajo del milímetro, la buena exactitud de repetición y el mantenimiento mínimo. La función de detección es insensible al polvo o a la suciedad que es común en ambientes industriales hostiles. Los objetos líquidos se pueden detectar con la misma precisión que los sólidos, granulares o polvorientos. El Sonar-BERO es así extremadamente versátil, siendo conveniente por ejemplo para medir niveles, posiciones, niveles-límite, grosores o alturas de líquidos y cajas apiladas.</p>
	<p>BERO CAPACITIVO</p> <p>Para detección de objetos metálicos y no metálicos. Los sensores de proximidad BERO capacitivos pueden detectar cualquier material en forma sólida, polvorienta o líquida, tal como cristal, cerámica, plástico, madera, aceite, agua, cartulina y papel. Los objetos se pueden también detectar a través de ciertos materiales nos-metálicos. Estas "multicapacidades" son muy demandadas en todas partes - en la industria metalúrgica, en plantas de embotellamiento, en sistemas automáticamente controlados y para contar todas las clases de bienes de consumo. Los BERO capacitivos funcionan sin contacto o desgaste, y por lo tanto tienen una vida de servicio muy larga.</p>

³ <http://www.siemens.com.co>

1.4.9 Bandas Transportadoras⁴

Las podemos emplear en todo tipo de instalaciones puesto que, como su propio nombre indica, su función está en el movimiento de mercancías. Son, por tanto, un complemento entre líneas de transporte posicionadas con un determinado ángulo.

Las características constructivas estarán en función del tipo de transportador con el que estén enlazadas: dimensiones, tipo de bastidor, etc.

Dependiendo del sistema utilizado, podrán ser:

- 1 De banda.

Figura 2. Banda transportadora



El transporte se realiza mediante el deslizamiento de una banda de PVC sobre el bastidor. Este modelo siempre será accionado mediante un moto-reductor, siendo la transmisión por cadena al tambor motriz.

- 2 De rodillo.

Figura 3. Banda transportadora de rodillo



Siendo de tipo cónico o cilíndrico; además pueden estar accionados o ser de gravedad, dependiendo del producto a transportar.

⁴ <http://www.cintasa.com/transportadoras.htm>.

2. SITUACION Y EVALUACION DEL PROCESO ACTUAL

2.1 Producción de Polvos

Este proceso de producción se realiza para todos los productos en polvo, este se ejecuta por medio de dos tipos de máquinas: el Ruberg y la Diosna. En primera instancia el Ruberg es un mezclador de polvos vertical que tiene la capacidad de inyectar líquidos sobre polvo, y en segunda instancia la Diosna, un mezclador horizontal con las mismas características de un Ruberg, pero que se usa para producciones más pequeñas. Estas máquinas sirven para la producción de mezclas secas o polvos y sabores absorbidos que contienen un 3% de agua.

Figura 4. Ruberg

Fuente: Área de producción de EMPRESA

El tiempo total desde que se agrega la materia prima a la máquina, hasta que se le entrega el producto terminado a bodega se registra en la tabla 2.

Tabla 2. Tiempo de Producción

EQUIPO	TAMAÑO BACHE	PERSONAL	TIEMPO TOTAL (MIN)
Diosna 100 (2)	100 kg.	1	40

Fuente: Área de Producción de EMPRESA

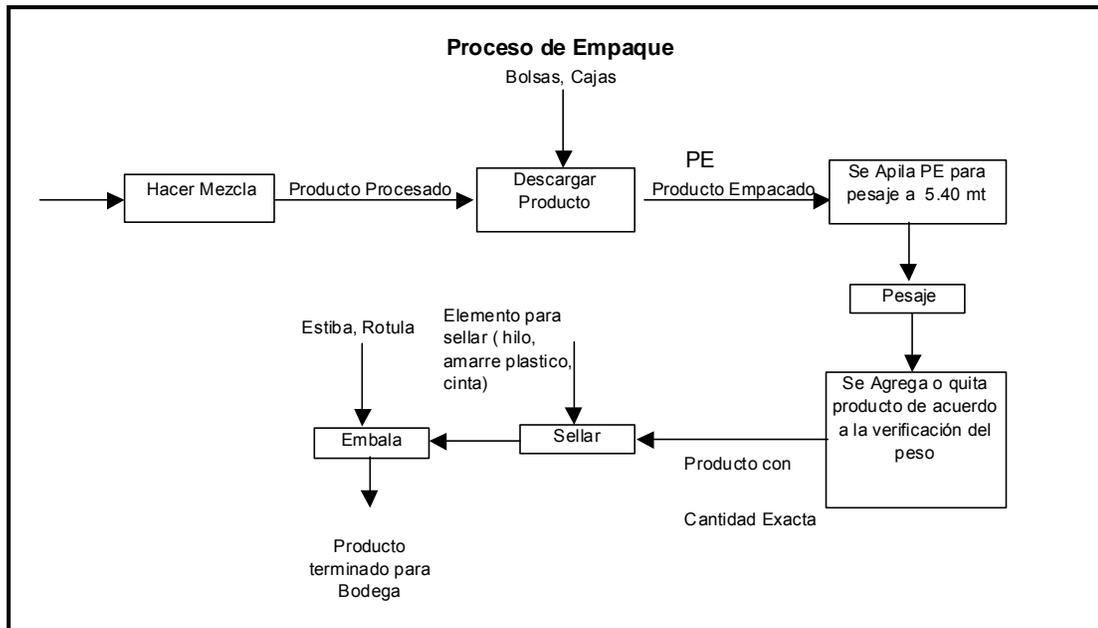
En esta investigación se va a considerar el proceso de Ruberg, dado que es el más significativo en la producción y por ende tendrá mayor impacto en el proceso. Cabe aclarar que no se utilizará el proceso mediante Diosna, ya que este aplica para producciones pequeñas, muestras y pruebas de nuevos productos.

2.2 Proceso de Producción Actual de Polvos:

Actualmente el proceso de empaque es manual, llevándose de manera inapropiada, dado que se han detectado problemas en la dosificación inexacta del producto, lo cual genera pérdidas innecesarias de tiempos y movimientos. A

continuación se muestra el macroproceso mediante un diagrama de bloques en el proceso actual de empaque en EMPRESA.

Diagrama 3. Proceso de Empaque.



Fuente: La autora.

Para ver gráficamente el proceso de empaque se ilustra así:

El proceso comienza alistando el material de empaque de acuerdo a la orden de compra. El pedido se empaqueta conforme a las especificaciones del producto y del cliente. Lo anterior se ilustra en las figuras 6 y 7 que se observan a continuación:

Figura 6. Bolsa Kraft

Fuente: Área de producción EMPRESA

Figura 7. Caja pequeña

Fuente: Área de producción EMPRESA

Una vez se tiene el empaque listo, se prosigue con el descargue del producto, - cabe aclarar que este no es de flujo constante-. A través de una palanca, el operario dosifica manualmente y por medio de un cálculo visual mide la cantidad de contenido para una bolsa de 25Kg. Es preciso anotar que la cantidad mínima para producción del Ruberg es de 500 Kg. Ver figura 8.

Figura 8. Descargue del producto

Fuente: Área de producción EMPRESA

Posteriormente el operario procede a apilar las bolsas para pesar la cantidad de producto contenido en las bolsas. Ver figura 9.

Figura 9. Apilar bolsa para pesaje

Fuente: Área de producción EMPRESA

Seguidamente, el operario pesa el producto, buscando la cantidad requerida mediante adiciones o sustracciones de contenido según el caso. El personal de producción manifiesta que el desperdicio máximo de producto durante el proceso es por lo general del 1%. Ver figura 10 y 11.

Figura 10. Pesaje del producto

Fuente: Área de producción EMPRESA

Figura 11. Comprobación de peso.

Fuente: Área de producción EMPRESA

A continuación se procede al cierre de la bolsa, por medio de un amarre plástico, el cual se aprecia en la figura 12.

Figura 12. Amarre de bolsa

Fuente: Área de producción EMPRESA

En el momento de sellar la bolsa de papel Kraft utiliza una máquina de coser industrial. En el caso de las cajas, éste utiliza una encintadota manual como se ilustra en las figuras 13 y 14 respectivamente.

Figura 13. Sellamiento de bolsa Kraft.

Fuente: Área de producción EMPRESA

Figura 14. Sellamiento de caja

Fuente: Área de producción EMPRESA

El producto final se controla rotulándolo con transitividad (fecha, año, lote, código), para posteriormente entregarlo a logística. De acuerdo al empaque se entrega una estiba con cada 20 bultos o 18 cajas. Ver figuras 15 y 16.

Figura 15. Estibación de bolsa Kraft

Fuente: Área de producción EMPRESA

Figura 16. Estibación de cajas

Fuente: Área de producción EMPRESA

2.3 Empaque Actual⁵

Para el empaque EMPRESA clasifica los productos en polvo en dulces y salados; y se utilizan: a) Bolsa de polietileno: Utilizada para la mayoría productos que no requieran alta barrera; b) Bolsa de poliamida: Utilizada para productos que requieren alta barrera para olores¹⁷. Por ejemplo: ajo, mayonesa y mostaza. Ver figura 17.

Figura 17. Bolsa de poliamida



Fuente: Área de producción EMPRESA

c) Bolsa de papel Kraft: Utilizada principalmente para el empaque del enturbiante¹⁸ y otros productos a solicitud del cliente. Ver figura 18.

Figura 18. Bolsa Kraft



Fuente: Área de producción EMPRESA

⁵ Información Suministrada por Gestión de calidad y Compras

¹⁷ Información Suministrada por Gestión de calidad y Compra.

¹⁸ Los agentes enturbiantes para bebidas se utilizan para aumentar la gravedad específica de los aceites saborizantes utilizados en bebidas cítricas y deportivas, lo que da una mayor estabilidad al producto terminado. Sin los agentes enturbiantes, las bebidas cítricas tenderían a separarse, dejando un anillo de aceite saborizante en la superficie.

d) Caja de cartón pequeña: Se utiliza para productos con densidades superiores a 0.7 g/ml (base sal). También se utilizan cajas grandes para productos con densidades inferiores o iguales a 0.7 g/ml, ya que los productos entre mayor densidad tengan, ocupan un espacio menor. Todas las cajas deben tener el refuerzo, esto evita colapsamientos. Ver figura 19.

Figura 19. Caja de cartón

Fuente: Área de producción EMPRESA

2.4 Designación y Recepción de Material de Empaque

La cadena de Abastecimiento⁶ comienza cuando se verifica la información contenida en la orden de compra, se ingresan los datos, de acuerdo con las negociaciones con el cliente y las características del producto (precio, cantidad, fecha de entrega, empaque); es asignando número de remisión y fecha requerida de despacho.

Figura 20. Ingreso de pedido

⁶ Ver Anexo 3: Cadena de Abastecimiento

Posteriormente planeación verifica estimados²⁰, estudia disponibilidad de materia prima y libera orden de fabricación confirmando la orden al cliente.

Figura 20. Aprobación de Pedido.

Seguidamente es solicitado el alistamiento de materia prima y la asignación de recurso humano y equipos. Después se realiza la respectiva fabricación, identificación y empaque de productos. Ver figuras 21 y 22.

Figura 21. Etiqueta de Producto en Proceso Figura 22. Etiqueta Producto Terminado

El siguiente paso es la aprobación y emisión de certificado, análisis donde se comprueba calidad del producto de acuerdo a los lineamientos y posteriormente se realiza la facturación y despacho del respectivo producto.

²⁰ Se considera estimado o pronosticado un producto, a la proyección de ventas del mes actual más tres meses hacia delante (4 meses), Los estimados deben ser iguales o lo más aproximado a las necesidades de nuestros clientes.

Figura 23. Factura de Pedido.

2.4.1 Recepción de Material de Empaque

El procedimiento se hace bajo una orden de compra y se imprime un formato de recibimiento de material, en el cual se verifican condiciones de seguridad alimentaria y cumplimiento en lineamientos consistente en: cantidad informada de acuerdo a la factura vs. volumen recibidos (Bodega). Acto seguido se realiza una inspección visual, para verificar la materia prima en cuanto a gramaje, cumplimiento de certificado y ficha técnica. Luego se ingresa esta información al AS 400 donde se genera una etiqueta que informa el lote, peso bruto, bulto, fecha de fabricación, cantidad, y por último se almacena

Figura 24 Etiqueta recibo de material.

2.4.2 Características Material de Empaque

A continuación se especifica las características del material de empaque:

Tabla 3. Material de Empaque

código	nombre	Material	TARA (Kg)	color	proveedor	ant (Kg)	Cantidad Pedido (c/u)

Fuente: empresa

La cantidad de material de empaque varía de acuerdo a las necesidades de producción.

2.5 Producción Actual de Polvos

A continuación en la tabla 4., se muestra la cantidad de polvos producida entre los meses de enero y abril del año 2007.

Tabla 4. Producción Polvos.

Mes (Año 2007)	Cantidad (Kg)

Fuente: empresa

2.6 Características de los Productos en Polvo

Para especificar esto se muestra el siguiente análisis, donde se comprueba la calidad del producto. Ver figura 25.

Figura 25. Certificado de análisis

3. ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN ACTUAL

El análisis de la operación se realizó en el área de empaques de sabores salados de empresa. Donde se evaluaron 25 productos, los cuales según experiencia del área de producción resultan ser los más complicados de empastrar, de acuerdo a esto, se clasificaron en tres tipos A,B,C, por tener características similares, tales como densidad, apariencia, olor, higroscópicos⁷, etc.

La clasificación de los productos es:

Tabla 5. Clasificación de Productos.

TIPO A	TIPO B	TIPO C
AJO	BBQ	AROMA CHAMPINONES
MOSTAZA	TOCINETA	
CEBOLLA	POLLO	
PICANTE	PIMIENTA	
CURRY	COMINO	
PANELON	AROMA CHEESE TRIS	
QUESOS	AROMA VAINILLA	
MAYONESA	AROMA CITRUS	
CARNICOS	AROMA GUANABANA	
	AROMA NARANJA	
	AROMA AJIACO	
	AROMA VERDURAS	
	AROMA HAMBURGUESA	
	AROMA MANTEQUILLA	
	AROMA MAIZ	

Fuente: La autora

Para escoger los productos críticos se realizó una matriz de priorización, donde se definieron los criterios y sus pesos de acuerdo a la experiencia del área de producción, gracias a esto se encontraron: ⁸

⁷ Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio donde se encuentra, que absorbe la humedad del aire, humedad de la atmósfera.

⁸ Ver Anexo 6: Información Matriz de priorización

Tabla 6. Matriz Priorización.

Productos	Problemas al empaacar	Tiempo alto de operacion	Emision alta de olores	Generación de residuos contaminados (toallas de papel, mechas de traperos, guantes, pitillos)	Total
TIPO A	5	4	4	5	4.5
TIPO B	3	2	1	2	2.1
TIPO C	1	1	1	1	1

Fuente: La autora

Gracias a la anterior tabla podemos observar que los productos catalogados tipo A son los productos críticos, Ya que son los que generan más inconvenientes, por lo tanto debemos dedicarnos fundamentalmente a trabajar en este grupo.

De acuerdo a estos productos se tomaron los tiempos de empaque de estos (Ver Anexo 7), y los resultados fueron:

Tabla 7. Tabla de Resultados de empaque

Producto	Descargue de Material	Apilar	Pesaje	Amarre de Bolsa	Sellamiento de Caja	Tiempo Total (min)
Ajo						
Mostaza						
Mayonesa						
Cebolla						
Picante						
Curry						
Panelon						
Queso						
Carnicos						
Tiempo Promedio seg						

Fuente: La autora

A continuación se identificaron todos los elementos y actividades de las estaciones de trabajo correspondientes al proceso de empaque de polvos, en busca de la eliminación, simplificación y estandarización del mismo.

,El análisis de este proceso se utilizó para encontrar las operaciones críticas, y poder establecer las mejoras correspondientes con el fin de obtener la mayor eficiencia con el máximo aprovechamiento de los recursos.

Para establecer esto, se tomaron los datos anteriores y se analizó la línea de productos más críticos, siendo el curry la línea de producto, que requiere más tiempo junto con la línea de los cárnicos, por ser ésta la de mayor rotación de producción. Lo anterior se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Tabla de Resultados por producto

Producto	Descargue de Material	de Apilar	Pesaje	Amarre de Bolsa	Sellamiento de Caja	de Tiempo (min)	Total
Curry							
Cárnicos							

Fuente: La autora

La frecuencia de producción es mensual, es decir, una sola vez al mes se obtiene este producto en la línea. Entre tanto, para los cárnicos la frecuencia mensual es de 20 veces, es decir, aproximadamente cada día y medio, la línea está sacando este tipo específico de producto. Con base en lo anterior, el tiempo estándar de producción mensual²⁵ para el curry es de minutos, mientras que para los cárnicos es de minutos.

Así mismo, en el análisis de este proceso se tuvo en cuenta la secuencia de producción mostrada en el capítulo anterior y se observaron problemas de tiempo, dado que la ejecución de las secuencias se realizan manualmente. Por lo tanto, se presentaron demoras y cuellos de botella en algunos procesos como el pesaje y amarre de bolsa, lo que impide tener un flujo de producción adecuado.

Bajo esta perspectiva se plantea el mejoramiento de procesos, cuya estrategia va encaminada a realizar cambios importantes en el funcionamiento de la línea actual. Lo anterior, con el fin de garantizar mejoras sustanciales en los índices de productividad inicialmente definidos. En este orden de ideas, se analizó el proceso de producción de curry y cárnicos, a partir de los siguientes diagramas de operaciones y flujo de proceso. Ver diagrama 4, 5,6, y 7.

²⁵ Producción de curry una vez al mes, cárnicos 45 toneladas en el mes de febrero 2007, información dada por el departamento de producción

Diagrama 4. FLUJO DE PROCESO 1

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Operario/Material/Equipo		
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		RESUMEN		
OBJETO: Empaque de productos en polvo Curry		Actividad	Actual Propuesto Economía	
ACTIVIDAD: <i>Alistamiento de material de empaque, descargue de material, pesaje, amarre de bolsa, cierre de empaque.</i>		Operación	11	
MÉTODO: Actual / Propuesto		Transporte	5	
LUGAR: Planta de producción: []		Espera	--	
OPERARIOS: 4		Inspección		
COMPUESTO POR: Sandra Bernal		Almacenamiento	--	
FECHA: 7/04/07		Opera./Inspección	1	
Aprobado por: Fecha:		Distancia (m)		
		Tiempo (horas-hombre)		
		Mano de obra		
		Material		
No.	Descripción	Total		Observaciones
		Distancia (m)	Tiempo (seg.)	
		Símbolo		
				
1	Alistamiento de material de empaque			
2	Transporte del ME para el área de Empaque			
3	Desdoblar Caja			
4	Sellar el fondo con cinta			
5	Colocar refuerzo			
6	Desdoblar Bolsa			
7	Colocar bolsa dentro de la caja			
8	Colocar Etiquetas			
9	Descargue manual del producto			
10	Transporte de caja para pesaje (Apila)			
11	Pesaje del producto			
12	Transporte para cierre de bolsa			
13	Cierre de bolsa por medio de un amarre plástico			
14	Cierre de caja por medio de Encintadora			
15	Transporte de caja hasta estiba			
16	Rotulación con transitividad			
17	Transporte de Estiba a Bodega			
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
TOTAL			11 5 -- -- 1	

Diagrama 5. FLUJO DE OPERACIONES

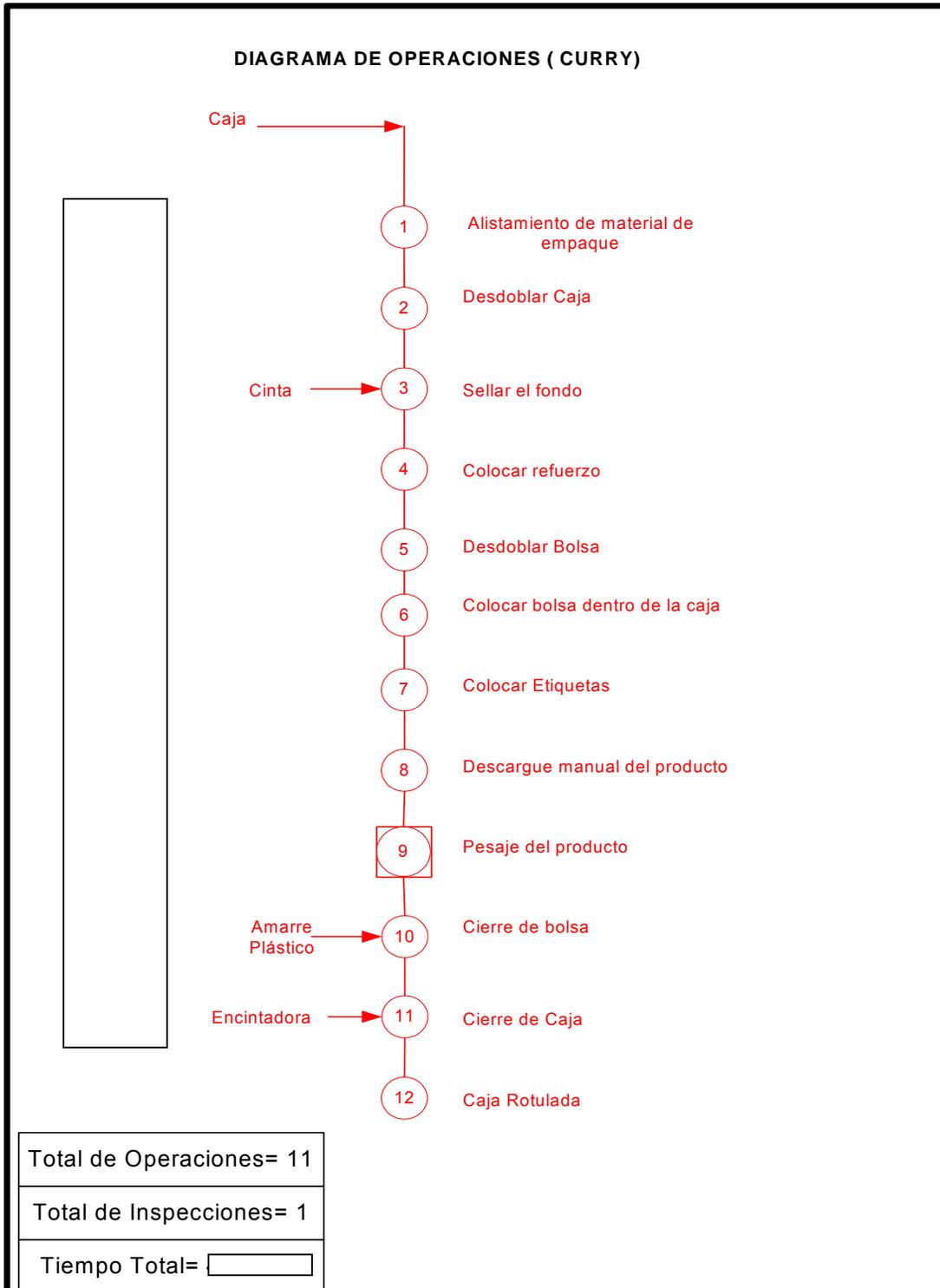


Diagrama 6. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

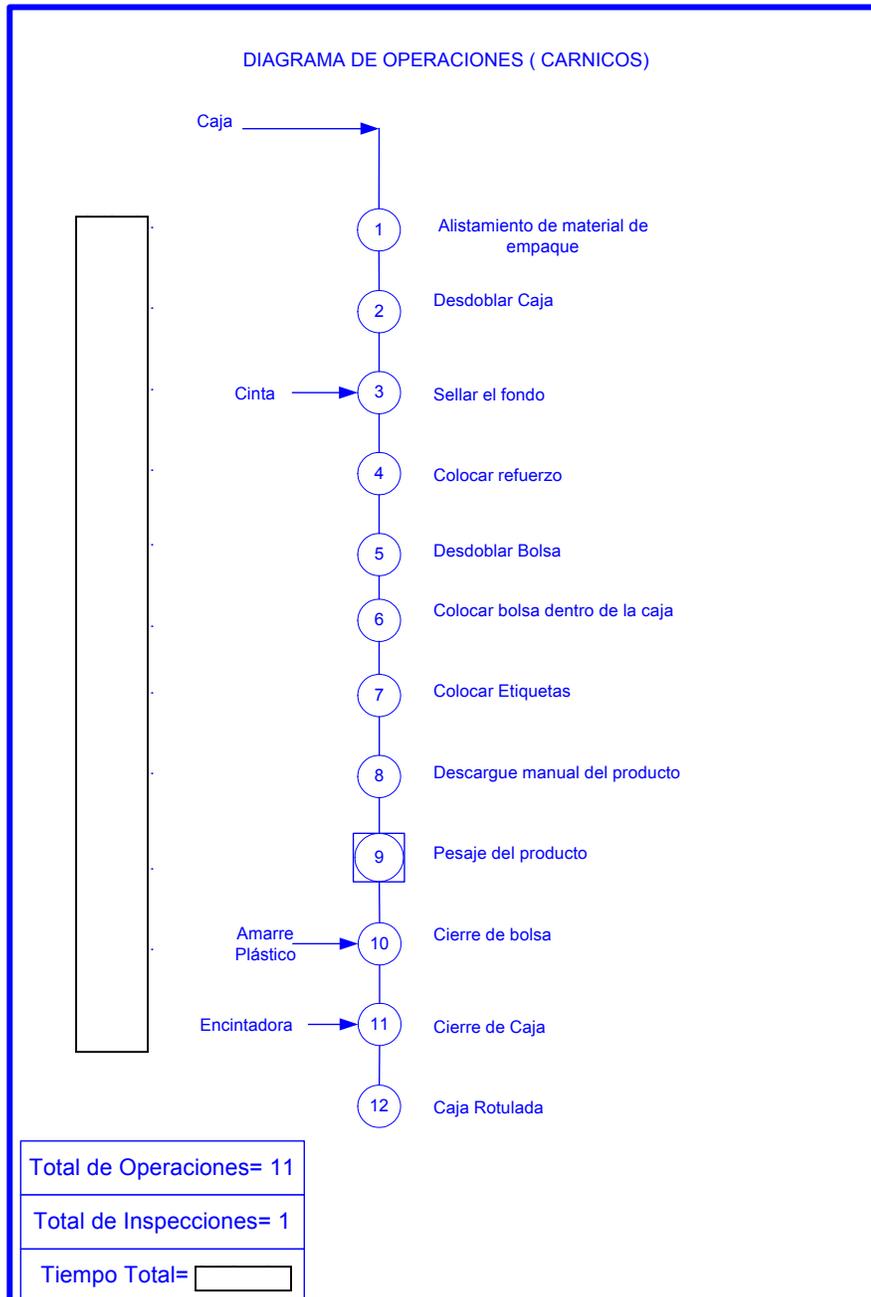


Diagrama 7. Diagrama de Flujo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Operario/Material/Equipo			
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		RESUMEN			
OBJETO: Empaque de productos en polvo (Carnicos)		Actividad	Actual Propuesto Economía		
ACTIVIDAD: <i>Alistamiento de material de empaque, descargue de material, pesaje, amarre de bolsa , cierre de empaque.</i>		Operación	11		
MÉTODO: Actual / Propuesto		Transporte	7		
LUGAR: Planta de producción []		Espera	--		
OPERARIOS: 4		Inspección	--		
COMPUESTO POR: Sandra Bernal		Almacenamiento			
FECHA: 20/04/07		Opera./Inspec	1		
Aprobado por: Fecha:		Distancia (m)			
		Tiempo (horas-hombre)			
		Mano de obra			
		Material			
No.	Descripción	Total	Símbolo		Observaciones
		Distancia (m)	Tiempo (seg.)		
1	Alistamiento de material de empaque				
2	Transporte del ME para el área de Empaque				
3	Desdoblar Caja				
4	Sellar el fondo con cinta				
5	Colocar refuerzo				
6	Desdoblar Bolsa				
7	Colocar bolsa dentro de la caja				
8	Colocar Etiquetas				
9	Transporte de caja a área de descargue				
10	Descargue manual del producto				
11	Transporte de caja para pesaje (Apila)				
12	Pesaje del producto				
13	Transporte para cierre de bolsa				
14	Cierre de bolsa por medio de un amarre plástico				
15	Transporte para cierre de Caja				
16	Cierre de caja por medio de Encintadora				
17	Transporte de caja hasta estiba				
18	Rotulación con transktividad				
19	Transporte de Estiba a Bodega				
20					
21					
22					
23					
24					
25					
TOTAL			11 7 -- 1 -- --		

Para la eliminación de cuellos de botella se analizaron las actividades que requerían mayor tiempo, con el fin de reemplazarlas o modificarlas buscando procesos más eficientes. Posteriormente y con base en la información recaudada se obtuvieron los procesos que restringen.

Se detectó que los tiempos más altos se registraban en la etapa de pesaje (min. y min. respectivamente) y amarre de bolsa (min. respectivamente).

En torno a este problema se plantearon soluciones tales como:

- La reducción de actividades y transportes innecesarios.
- La eliminación de la actividad si ésta no genera valor agregado.

Siguiendo el objetivo de esta investigación, se planteó la forma más efectiva de mejorar este proceso, evitando desplazamientos innecesarios, mejorando las operaciones de pesaje y amarre de bolsa.

Basados en el análisis previo del proceso se identificaron las debilidades más importantes del proceso, dentro de las cuales la fuerte componente de procesos manuales nos llamo la atención, dada la exposición a fallas, reprocesos, demoras, desperdicios y el alto costo de utilización del recurso humano para un proceso, estándar y recurrente.

Después de una revisión en conjunto con el Profesor Gabriel Zambrano⁹, detectamos que este proceso era susceptible de importantes mejoras y decidimos analizar la alternativa de la automatización de este proceso.

⁹ Profesor Departamento de Procesos Productivos, Centro Tecnológico de Automatización Industrial, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana

4. PROPUESTAS DE AUTOMATIZACION

Como se mencionó anteriormente, nuestro análisis se enfocó en encontrar la forma más efectiva para optimizar este proceso evitando desplazamientos y operaciones innecesarias, de acuerdo a esto se eliminarán o se reemplazarán las operaciones que no contribuyen con este fin,

Conforme con las características del proceso y con la ayuda del Profesor Gabriel Zambrano¹⁰ se estudiaron las características de la maquinaria para este proceso, teniendo en cuenta la información actual. Por ende se escogieron las siguientes opciones para mejorar este proceso de producción:

1. Manual (Utilización de una unidad de peso electrónico)
2. Empaque por Vacío.
3. Unidad de Dosificación
4. PLC (Controlador Lógico Programable)

Las cuales explicaremos a continuación.

¹⁰ Profesor Departamento de Procesos Productivos, Centro Tecnológico de Automatización Industrial, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana

4.1 Manual (Utilización de una unidad de peso de electrónico)

La descripción de la propuesta será:

- Se abrirá la electro válvula por medio de pulsadores para la dosificación del producto,
- El operario será el verificador visual del peso por medio de una unidad de peso electrónico,
- Cuando el operario allá cotejado el peso de 25 Kg. Cerrará la electro válvula por medio del pulsador.
- Se realizará el cierre de la bolsa.

En este proceso se necesitará a dos operarios ya que un operario será el encargado de dosificar el producto por medio de los pulsadores y el otro operario será el encargado del cierre de la caja.

Para la cotización de la electro válvula se consulto con la empresa Electronic Control Colombia, la cual se le explico el proceso actual y lo que se queria, conforme a esto ellos presentaron un rango de \$3'000.000 a 6'000.000 para la implementación de este, ya que se necesita información más específica del proceso, instalaciones, Ruberg y por ende no se tiene un precio fijo para éste.

Para el sellado de la bolsa se cotizó una selladora de impulso electrónico o de calor constante para el cierre de todo tipo de bolsas plásticas de diferentes materiales ésto dará seguridad al momento del sellado para que los productos queden óptimamente empacados y tengan una excelente presentación.

Para la implementación, desarrollo, montaje y capacitación de este proyecto se tomó en cuenta el costo de un ingeniero, el cual será el 20 % del costo total de éste. También se tuvo en cuenta un sobre costo del 15% pare prever cualquier ajuste adicional.

Para la implementación del proyecto se tiene estimado un tiempo de 5 semanas.

En base a lo anterior se obtuvo el costo de la siguiente maquinaria¹¹:

¹¹ Ver anexo 8: Cotizaciones y Características de maquinaria.

Tabla 9. Costo Maquinaria Opción 1

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
BASCULA ELECTRONICA	1		\$ 750,000
SELLADORA	1		\$ 1,693,000
PULSADORES	3	2900	\$ 8,700
ELECTROVALVULA	1		\$ 6,000,000
INGENIERO			\$ 1,979,772
CANALETA 20X12	20	3800	\$ 76,000
			\$10,507,472
IVA			\$ 1,681,196
			\$12,188,668
15% Sobrecostos			\$ 1,828,300
			\$14,016,968

Fuente: La autora

4.2 Empaque por Vacío.

El funcionamiento de esta propuesta se basa en una bomba neumática de vacío con la tecnología de etapas múltiples, el vacío es generado por una bomba accionada por aire comprimido, esta es controlada automáticamente; la válvula de fondo se cierra y se genera vacío en los contenedores y en las tuberías de transporte.

Esta opción requiere la selladora de impulso electrónico explicada en la anterior propuesta,

En este proceso se necesitará a dos operarios, ya que un operario será el encargado del sellamiento de la bolsa y el otro operario será el encargado del cierre de la caja.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo el costo de la siguiente maquinaria¹²:

Tabla 10. Costo Maquinaria Opción 2

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TRANSPORTADOR POR VACIO	1		\$ 15,850,000
EQUIPO DEL PUNTO DE CAPTACION (lanza de succion)	1		\$ 10,000,000
SELLADORA	1		\$ 1,693,000
			\$27,543,000
		IVA	\$ 4,406,880
			\$31,949,880

Fuente: La autora

Esta propuesta incluye toda la asistencia técnica: preparación y prueba de la maquinaria, montaje, entrenamiento formal al personal, preparación y entrega de materiales, tales como manuales, CDROM, el tiempo estimado para la implementación de este proyecto es de 4 semanas.

¹² Ver anexo 8: Cotizaciones y Características de maquinaria.

4.3 Unidad de Dosificación:

Esta propuesta incluye todo el proceso de dosificación, empaque y sellamiento de bolsa, por medio de:

Una máquina interactiva, empacadora automática tipo vertical marca tecnopack modelo vcp-50-80, controlada por pantalla touch screen de 5.7" full color y plc marca omron. Construida en perfil estructural de acero, cuadrado tipo industrial de 4"x4"x1/4 de espesor y chapas de acero rectificadas, amarradas en soldadura mig, para el empaque de polvos impalpables en bolsas tipo cojín de polietileno o poliamida, para presentaciones de 25 kilos, sellado por impulso, dosificador con tornillo sin fin de 3" y servomotor de 4kw marca yaskawa, sistema eyector y banda de salida.

En este proceso se necesitará a un solo operario ya que esta propuesta todo el proceso es automatizado por esta razón este operario será el encargado del cierre de la caja.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo el costo de la siguiente maquinaria¹³:

Tabla 11. Costo Maquinaria Opción 3

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MAQUINA FORMADORA DE BOLSAS	1		\$128.640.000
SISTEMA DOSIFICADOR	1		\$61.720.000
		Total	\$190,360,000

Fuente: La autora

Esta propuesta incluye todo el proceso de capacitación, instalación y adecuación de las instalaciones, el tiempo estimado para la implementación de este es de 8 semanas.

¹³ Ver anexo 8: Cotizaciones y Características de maquinaria.

4. 4 PLC (Controlador Lógico Programable)

Esta propuesta estudia la opción de automatizar este proceso por medio de un PLC, el cual está diseñado para controlar en tiempo real y procesos secuenciales, este trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores que en este caso son la electro válvula y la celda de carga, este se programará de acuerdo a las necesidades del proceso en este caso se hará de la siguiente forma:

- Programar PLC de acuerdo al peso requerido (25 Kg.).
- Sensar si hay saco o caja.
- Abrir válvula de producto.
- Celda de carga le dice al PLC cuanto peso va.
- Cuando se cierra válvula de acuerdo al peso requerido, se activa mecanismo de cerrado de la bolsa.
- Sellado de bolsa.

En este Proceso solo se necesitará un operario, quien hará las labores de supervisión y seguimiento del proceso, su principal función sería verificar que este proceso se lleve a cabo correctamente, el único proceso manual que se mantendría es que este operario se encargaría del sellado de la caja.

Tanto la electro válvula como la selladora de bolsa tendrán las mismas características explicadas en la opción 1 , también se utiliza una celda de carga que es la encargada de verificar el peso y darle la señal a PLC para cerrar la electro válvula de acuerdo a programación establecida.

Para la implementación, desarrollo, montaje y capacitación de este proyecto se tomó en cuenta el costo de un ingeniero, el cual será el 20 % del costo total de éste. También se tuvo en cuenta un sobre costo del 15% para prever cualquier ajuste adicional.

En base a lo anterior se obtuvo el costo de la siguiente maquinaria:

Tabla 12 . Costo Maquinaria

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CELDA DE CARGA AMORTIGUADA 50 kg	1		\$ 1,818,000
AMPLIFICADOR DE CELDA	1		\$ 1,493,000
PLC TWD LCA 40DRF	1		\$ 1,164,240
SELLADORA	1		\$ 1,693,000
PULSADORES	5	2900	\$ 14,500
GABINETE	1		\$ 245,000
ELECTROVALVULA	1		\$ 6,000,000
INGENIERO			\$ 2,500,748
CANALETA 20X12	20	3800	\$ 76,000
			\$15,004,488
IVA			\$ 2,400,718
			\$17,405,206
15% Sobrecostos			\$ 2,610,781
			\$20,015,987

Fuente: La autora

Para la implementación del proyecto se tiene el siguiente tiempo estimado:

- Adquirir la nueva maquinaria. Tiempo estimado: 2 semanas
- Hacer las adecuaciones necesarias en la planta para la instalación de la maquinaria. Tiempo estimado: 2 semanas.
- Capacitar a los operarios sobre el uso de la maquinaria. Tiempo estimado: 2 semanas.

4.5 Definición de la propuesta de automatización:

Para escoger la mejor opción para la automatización de este proceso se decidió hacer una matriz de priorización, donde se definieron los criterios y su peso, basados en las necesidades de mejora del proceso y en la información de la maquinaria ya descrita anteriormente¹⁴.

De acuerdo a esto se obtuvo:

Tabla 13. Matriz de Priorización

Maquinaria	Económico	Disminución de operarios	Precisión en el proceso	Concuere con las características de los productos	Total
Opción 1	5	2	1	5	3.6
Opción 2	3	2	5	1	2.6
Opción 3	1	5	5	5	3.8
Opción 4	4	5	5	5	4.7

Fuente: La autora

Como se puede observar la mejor opción de automatización es el PLC (Controlador Lógico Programable), ya que es la alternativa mas completa. A diferencia de la opción 1 donde al ser un proceso manual no se tiene la precisión deseada en el proceso de dosificación.

La opción 2 se descarta ya que por propiedades y características de algunos de los productos en polvo (*higroscópicos*¹⁵) no se puede empacar por este medio. Y la opción 3 se descarta por los costos.

¹⁴ Anexo 9: Información matriz de priorización

¹⁵ Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio donde se encuentra, que absorbe la humedad del aire, humedad de la atmósfera.

5. RESULTADOS DE LA COMPARACION DE LA SITUACION PROPUESTA CONTRA LA ACTUAL

Para analizar y evaluar la propuesta escogida anteriormente para la automatización se decidió escoger PROMODEL un software especializado en simulación para construir una representación computacional del funcionamiento del PLC (Controlador Lógico Programable) la cual se describe a continuación:

5.1 Descripción proceso simulación automatización empresa

En el presente documento, paso a paso se describe el montaje del proceso de simulación con el software PROMODEL.

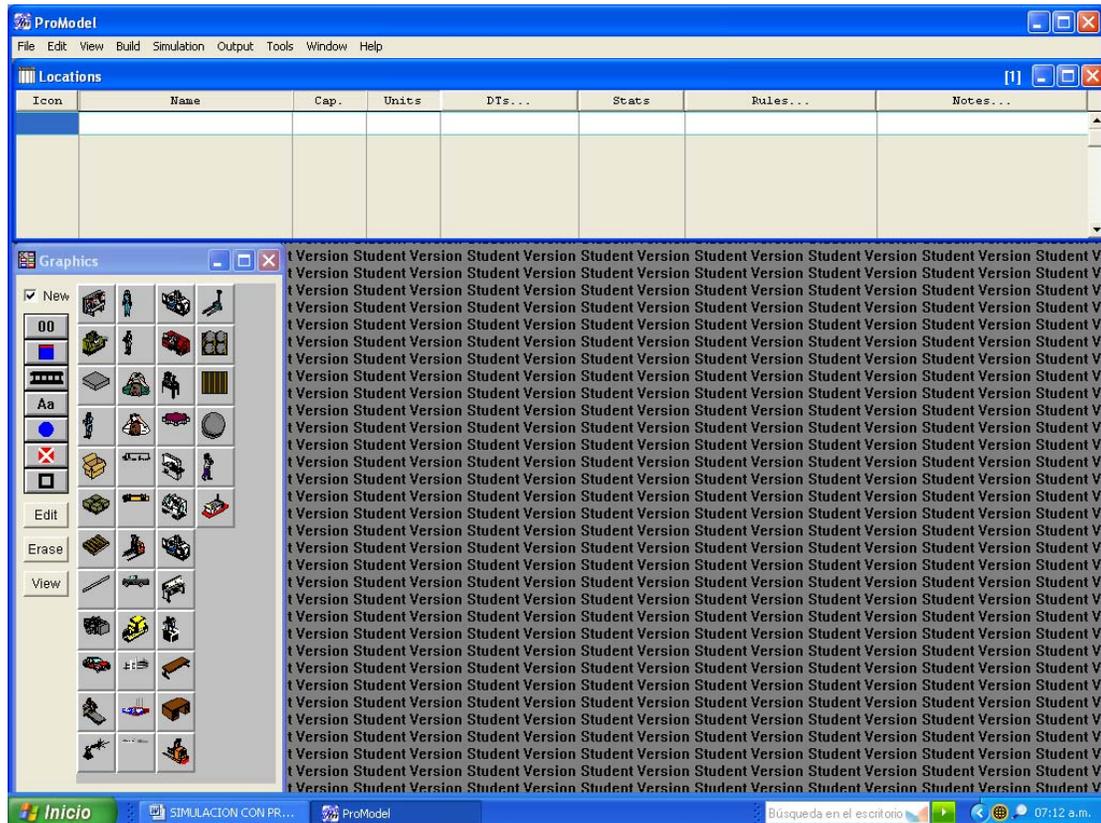
5.1.1 locations

Las LOCATIONS representan el lugar donde la entidad realizará un proceso o algún otro tipo de actividad. En un proceso productivo, es la estación de trabajo en la que la materia prima sufre una o varias transformaciones.

En primer lugar, se selecciona con el Mouse el icono que desea utilizar para representar su estación de trabajo, luego selecciona en la pantalla principal y hace clic con el mouse.

Cuando se crea una locación, automáticamente se crea un registro con las siguientes características:

Figura 26. *Pantalla de locations*



Icon: Aparece el gráfico que seleccionó.

Name: En este espacio, nombre la locación con el nombre que usted desee.

Cap: Se refiere al número de entidades que puede procesar al mismo tiempo. Generalmente una máquina sólo puede procesar una sola pieza a la vez.

Unit: Una locación puede repetirse varias veces dentro de un proceso, cuando necesite estaciones de trabajo con idénticas características. Este proceso, si no se enlaza adecuadamente dentro de la simulación puede generar dificultades en la compilación y corrida del modelo.

DTs: Define los tiempos muertos que puede tener una locación. Un tiempo muerto es una parada de la operación que debe hacer una locación. Existen cuatro tipos de paradas:

5.1.1.1 CLOCK

Esta parada se ejecuta después que la entidad ha cumplido cierto tiempo específico, por ejemplo tiempos de descanso de los operarios previamente definidos o alistamientos necesarios y predefinidos en los procesos productivos.

En este tipo de paradas debe definir:

- ✓ Frequency: Tiempos en los que este presupuestada la parada.
- ✓ First Time: Momento en el que empieza a contabilizarse el tiempo que ha definido en la frecuencia.
- ✓ Priority: Prioridad que el tiempo muerto tiene para que suceda.
- ✓ Schedule: Si la parada está contemplada dentro de la programación del proceso y no desea que se tenga en cuenta en las estadísticas, se coloca YES; de lo contrario, la parada se considerará en los resultados.
- ✓ Logic. Se pueden crear instrucciones o procesos que ocurren en el momento de la parada.
- ✓ Disable: Seleccionar Yes, si desea que la parada no se tenga en cuenta en la simulación y No si se desea que efectué la parada.

5.1.1.2 ENTRY DOWNTIME

Esta parada se realiza después de un número determinado de entradas a la locación, es decir una parada en una estación de trabajo después de atender un número determinado de procesos, pero con una ocurrencia aleatoria en el proceso productivo.

En este tipo de paradas se debe definir:

- ✓ Frecuency: Número de entidades que deben ser procesadas antes de realizar la parada.
- ✓ First Ocurrente: Tiempo desde el cual empieza a contabilizarse el número de entradas que se ha definido en la frecuencia.

5.1.1.3 USAGE DOWNTIME

Es similar al la parada tipo Clock, pero difiere en que el tiempo empleado es tiempo efectivo de uso o trabajo, es decir que se programan las paradas después que la estación rinda en tiempos específicos y definidos de producción.

5.1.1.4 SETUP DOWNTIME

Puede utilizarse en situaciones en que la locación procesa diferentes tipos de entidades, pero necesita un alistamiento en cada corrida.

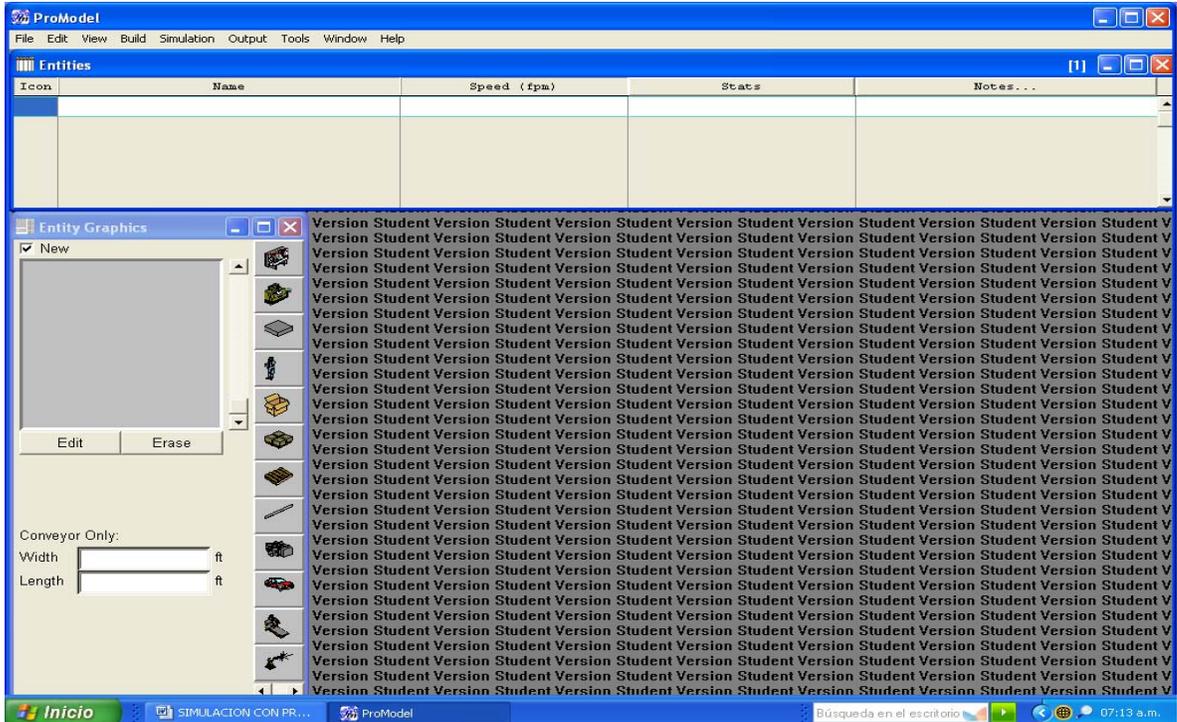
En este tipo de paradas se debe definir:

- ✓ Entity: La entidad que se está procesando en el momento en la locación.
- ✓ Prior Entity: Nueva entidad que se va a procesar.

5.1.2 ENTITIES

La entidad es la materia prima de un producto o servicio que va a ser procesada en una locación. Se pueden transformar durante la simulación

Figura 27. *Pantalla de entities*



Icon: Aparece el gráfico que representará a la entidad definida.

Name: En este espacio se debe definir el nombre que se le dará a la entidad.

Speed: Velocidad a la cual la entidad se desplaza en el modelo. El valor predeterminado es de 150 pies por minuto o 50 metros por segundo, este dato es opcional en cualquier modelo.

Las entidades se pueden controlar con tres tipos diferentes de estadísticas:

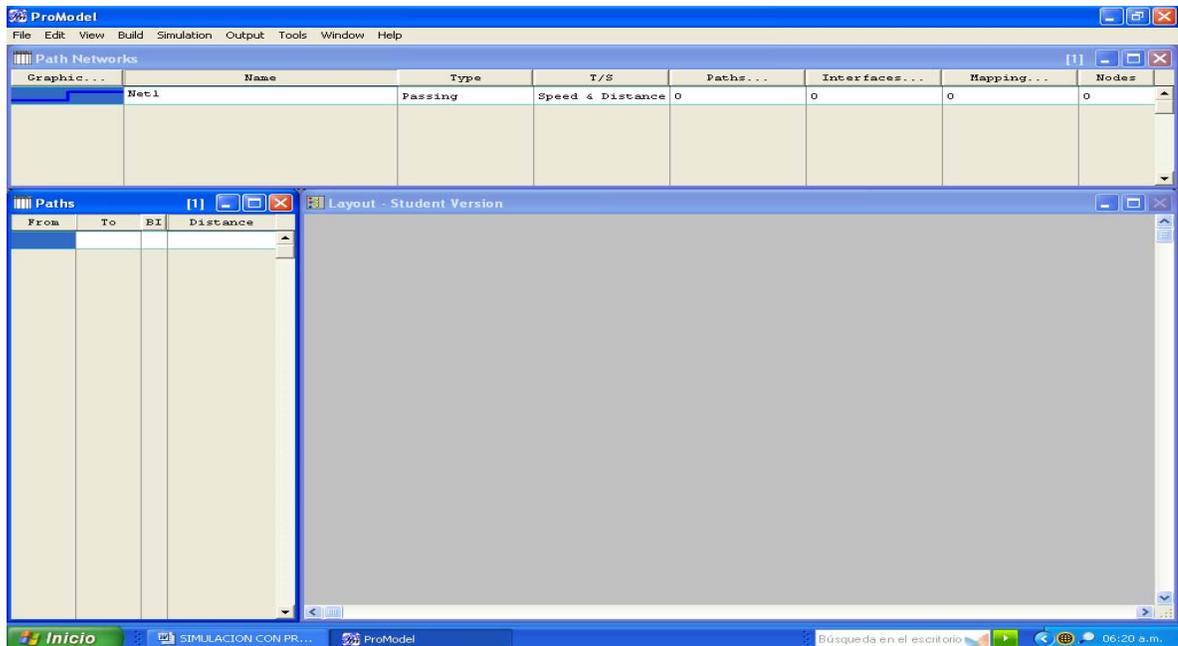
- ✓ None: No se recogen estadísticas
- ✓ Basic: Solamente se muestra la utilización y el promedio del tiempo.
- ✓ Time Series: Calcula y gráfica información del modelo con respecto al tiempo de la simulación.

5.1.3 PATH NETWORKS

Todo proceso necesita un diagrama de recorrido para los recursos que se utilizan para movilizar o procesar las entidades en las diferentes locaciones.

También se usa para informar al modelo cuánto tiempo se demora de una locación a otra. El programa tiene la capacidad de calcular de manera automática la distancia de una locación a otra.

Figura 28. *Pantalla de path networks*



Graphic: Puede cambiar el color a la red o dejarla visible o invisible durante la simulación.

Name: Nombre que se le da a la red que se crea.

Type: Hay tres tipos de redes: Passing, Non-passing y Crane. La primera se utiliza cuando los recursos se pueden mover libremente por la red, sin ningún tipo de restricción. La segunda es una red que tiene restricciones propias de un modelo de precedencia o de ruta crítica y la tercera es especial para procesos con grúas y puentes grúas.

T/S: Se puede trabajar con dos tipos de unidades básicas de distancias, en tiempos o velocidad y distancia.

Interfaces: Cada locación debe tener un nodo que la relaciona. La forma de unir los nodos de la red con las locaciones, es mediante las interfaces.

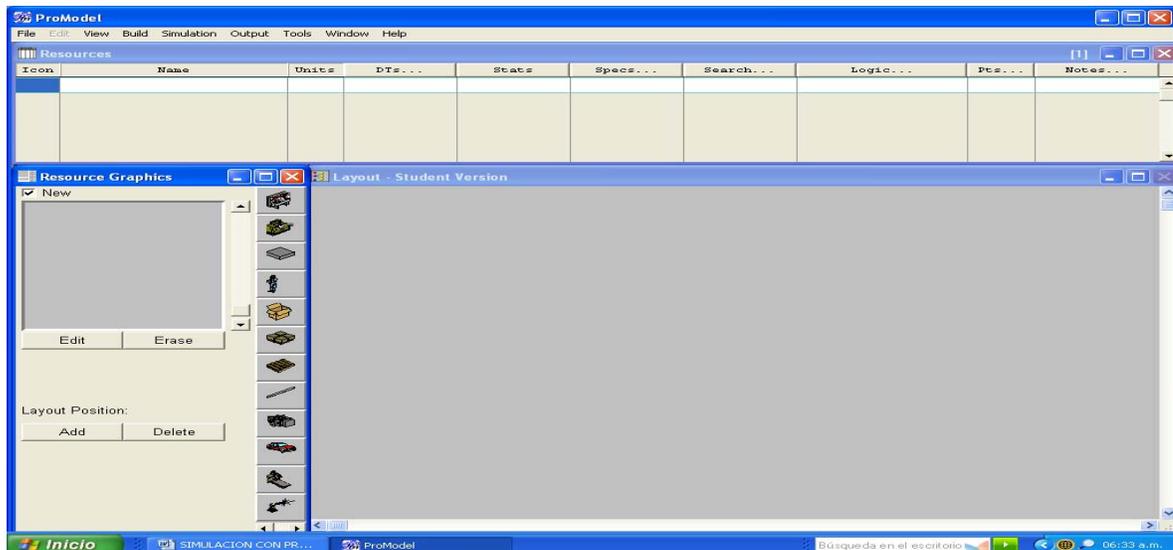
Mapping: Cuando se tenga una red conformada por varios nodos. El programa automáticamente buscará el camino más corto para ir del nodo N1 al nodo N2. Si no está de acuerdo con el camino propuesto, se puede proponer uno diferente para el mismo desplazamiento.

5.1.4 RESOURCES

Un recurso puede ser una persona, un equipo o un vehículo que puede desempeñar o realizar diferentes operaciones a las entidades, como transporte de un nodo a otro y operaciones puntuales de la entidad.

Para utilizar los recursos, previamente se debió definir una red.

Figura 29. *Pantalla de resources*



Units: Número de recursos que desea tener. Esta cantidad es fija, es decir, no puede variar durante la simulación.

DTs: El recurso puede tener paradas como las locaciones.

Speces: En este campo se pueden asignar al recurso una red y otras propiedades.

Search: Puede elegir entre dos opciones:

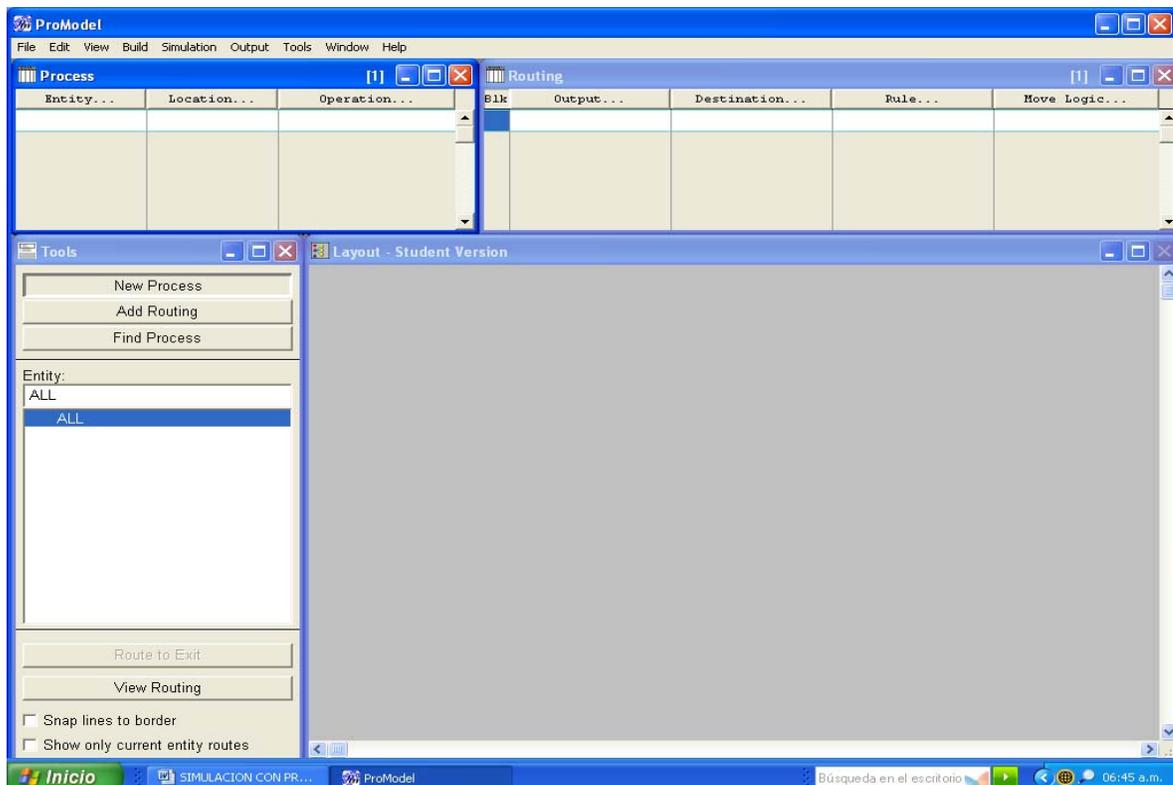
- ✓ Work Search: Crea una lista de locaciones donde la entidad puede esperar un recurso.
- ✓ Park Search: Crea una lista de nodos a los cuales pueden enviarse si no están trabajando y están esperando otro trabajo.

5.1.5 PROCESSING

El menú de proceso es uno de los más importantes debido a que en él se programa la operación. Normalmente todo proceso tiene un diagrama de proceso o de operaciones; esta información se transcribe del diagrama al computador.

Antes de diseñar el proceso se deben crear entidades, recursos, locaciones y redes que necesita el modelo. Se debe tener claro cómo es el proceso que se va a simular.

Figura 30. *Pantalla de processing*

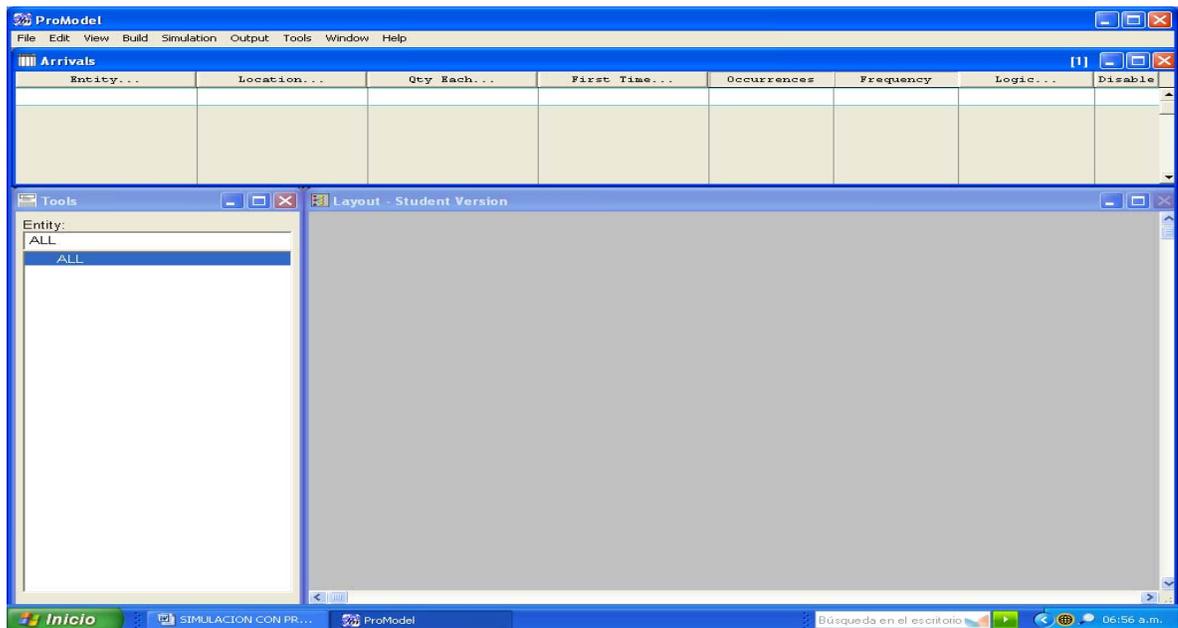


Dentro del cuadro de operación se puede crear un gran número de instrucciones para simular los procesos. Por ejemplo, agrupar determinado número de entidades, realizar operaciones con variables, colocar tiempos de procesos.

5.1.6 ARRIVALS

Todo sistema tiene un punto de partida a donde llega material para que el proceso pueda empezar a desarrollarse.

Figura 31. *Pantalla de arrivals*



Cuando una entidad nueva llega al sistema se produce un arraival.

Entity: Nombre de la entidad que llega al sistema.

Location: Nombre de la locación a donde llega la entidad.

Qty each: Número de entidades que llegan a la vez.

First Time: Tiempo de la primera llegada.

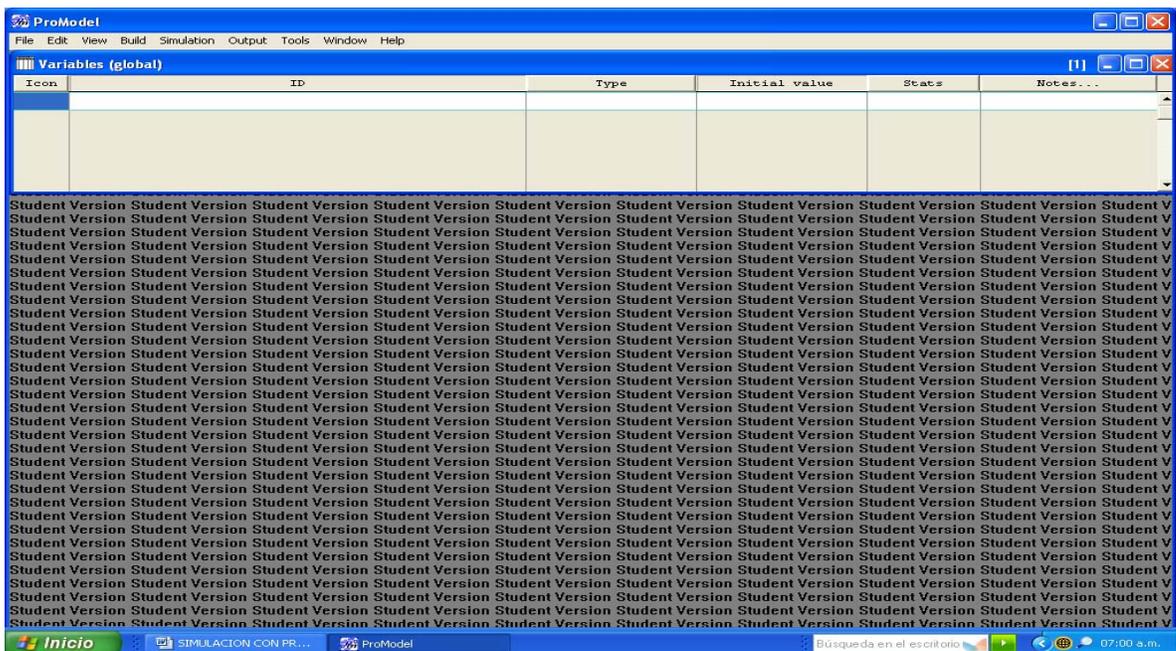
Ocurrentes: Número de veces que puede llegar una entidad de esas características

Frecuency: Intervalo de tiempo entre una llegada y otra.

5.1.7 VARIABLES

Se pueden emplear variables de tipo global y local. Las variables son útiles para calcular o guardar información numérica, ya sea real o entera. El valor de una variable global se puede utilizar en cualquier parte de la simulación mientras que el de una variable local sólo se podrá utilizar dentro del bloque lógico en el que se colocó.

Figura 32 *Pantalla de variables*



Icon: Si el campo dice Yes, muestra las variables por pantalla; de lo contrario no lo hará.

ID: Nombre que se le da a la variable.

Type: Las variables pueden ser de tipo entero o real.

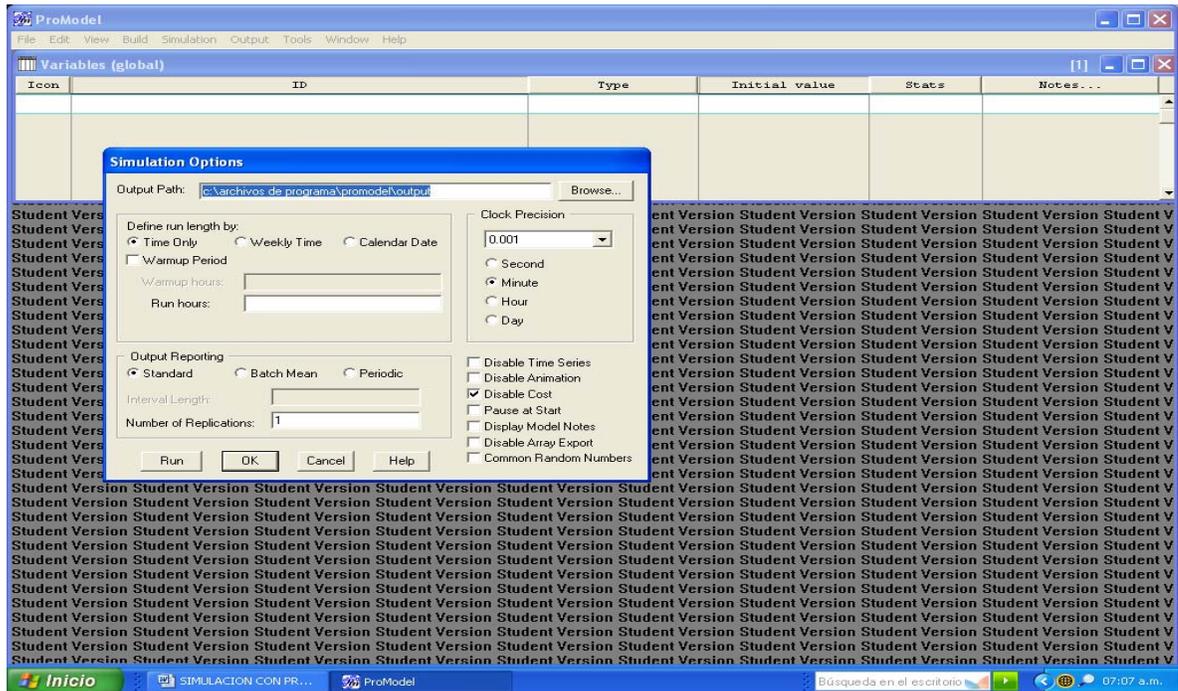
5.1.8 ATTRIBUTES

Los atributos son muy parecidos a las variables. El atributo es un tipo de variable del sistema que solo guarda la información en memoria de una locación o entidad

en particular. los atributos pueden contener números reales y enteros. Con los atributos se pueden diferenciar entidades.

La diferencia entre un atributo y una variable es que el atributo guarda la información de cada entidad que llega al sistema, mientras que la variable no. El atributo es una condición inicial, una marca, que se puede dar en una entidad o a una locación y después no se puede modificar, mientras que las variables si pueden cambiar su valor dentro del proceso.

5.1.9 SIMULATION



En este menú se pueden ejecutar los modelos. Para ello hay que entrar en Options y configurar el modelo:

- ✓ Output Path: ingresa el lugar donde se desea almacenar el modelo.
- ✓ Define Run Length by date: Si desea que el modelo corra en una determinada fecha calendario, hay que elegir esta opción. Es obligatoria cuando se asignan turnos de trabajo.
- ✓ Run Hours: Tiempo en horas que se va a simular.
- ✓ Warmup Hours: Tiempo en horas de precalentamiento

5.2 RESULTADOS

La simulación que se realizó fue basada en una jornada laboral normal esta evidenció la disminución de transportes como de operaciones las cuales se describirán a continuación:

Diagrama 8. Diagrama de Distancia propuesto.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		RESUMEN		
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Actividad	Actual Propuesto Economía	
OBJETO: Empaque de productos en polvo		Operación	11 11	
ACTIVIDAD: <i>Alistamiento de material de empaque, descargue de material, pesaje, amarrar de bolsa, cierre de empaque.</i>		Transporte	5 3 40%	
MÉTODO: <i>Actúal / Propuesto</i>		Espera	--	
LUGAR: Planta de producción		Inspección	--	
OPERARIOS: 4		Almacenamiento	1 0 100%	
COMPUESTO POR: Sandra Bernal		Opera./Inspec		
FECHA: 17/04/07		Distancia (m)		
Aprobado por:		Tiempo (horas-hombre)		
Fecha:		Mano de obra		
		Material		
No.	Descripción	Total	Símbolo	Observaciones
		Distancia (m)	Tiempo (seg.)	
1	Alistamiento de material de empaque			
2	Transporte del ME para el área de Empaque			
3	Desdoblar Caja			
4	Sellar el fondo con cinta			
5	Colocar refuerzo			
6	Desdoblar Bolsa			
7	Colocar bolsa dentro de la caja			
8	Colocar Etiquetas			
9	Transporte de caja a descargue de producto			
10	Descargue del producto			
11	Cierre de bolsa			
12	Transporte de caja hasta estiba			
13	Cierre de caja por medio de Encintadora			
14	Rotulación con transktividad			
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
TOTAL		11	3	-- --

Diagrama 9. Diagrama de Operaciones



Los resultados de la simulación de la situación actual y la propuesta evidencian con una acertividad del 95% que en condiciones normales de operación la productividad aumenta un 17% con la propuesta de PLC, esto cumple con los planteamientos de reducción de tiempo para el procesamiento del mismo número de unidades base.

Tabla 11. Tabla de Tiempos

Resultados de la Simulación		
Tiempo actual por caja de 25 Kg.		minutos
Tiempo de ahorro por caja de 25 Kg.		minutos
Producción actual		Kg.
Producción propuesta		Kg.
Nueva producción posible con la automatización		Kg.
Caja mes adicionales con la automatización		
Aumento de la Productividad	17%	

Con estos resultados se obtuvo un mejoramiento de productividad del 17 % generando una producción adicional de Kg mensuales y una disminución en el tiempo general de procesos (la producción de curry reduce sus tiempos mensuales en minutos y la producción de cárnicos se beneficia con una reducción de minutos), con respecto a la producción del mes de febrero de acuerdo con la jornada laboral.

5.2.1 Resultados a nivel de operarios

Como habíamos mencionado anteriormente, parte de los beneficios en la estructura de operación y costos de la propuesta de PLC es que con la propuesta de automatización se necesitará de un único operario, reduciendo en un 75% la cantidad de empleados dedicados a este proceso.

Para calcular los ahorros en la estructura de operación por reducción de la cantidad de operarios se uso como referencia el peor escenario en el que no se reubiquen estos empleados dentro de la planta, teniendo que prescindir de sus servicios. (empresa tiene una política de privilegiar una relocalización de los empleados, dejando el retiro permanente como ultima opción)

Así, se estableció el sueldo y el costo que la empresa¹⁶ asume por estos despidos, se le consultó a la empresa su política de despidos y según evaluación con el encargado del proceso, el criterio a usar seria retirar a los operarios que tengan menor antigüedad en la empresa.

De acuerdo a esto los operarios serian:

Tabla 12. Antigüedad de operarios



Basado en la ley 789/2002 Art. 64 y teniendo en cuenta que su contrato es de tiempo indefinido, se tiene que indemnizar con 30 días de salario mensual cuando el operario lleva 1 año o menos, de acuerdo a esto los costos son: para los tres operarios. Siendo viable dado los beneficios que trae la propuesta de automatización. (Que se presentaran a continuación)

Se realizo una tabla de ahorro de acuerdo a esta opción de disminución de operarios, para esto se tomo la vida útil de la maquinaria respecto al PLC con respecto a información dada en las características del producto, se tomaron 3 años (batería externa) dado que es el menor tiempo (ver Anexo 8).

¹⁶ Información dada por la área administrativa de Symrise

A continuación se muestra el ahorro de dicha mejora:

Tabla 12. Tabla de Ahorros

Salario de enganche	
Factor prestacional (59%)	
Costo total por operario	
Posiciones a optimizar	
Ahorro mensual en salarios	
Inversión total de automatización	
Costo que asume la empresa por despidos	
inversión Total	
Vida útil mínima de la inversión (meses)	
Tasa mensual de descuento	
Valor presente de los beneficios del proyecto a 3 años	
Valor nominal a 3 años de los beneficios	

Los datos anteriormente descritos se muestran la viabilidad de la propuesta ya que con solo con el ahorro en los sueldos de los operarios, trae como beneficios a la empresa a valor presente teniendo en cuenta toda la inversión asociada a esta propuesta.

Con esto se deduce que la empresa recupera la inversión sin tener en cuenta el incremento en ventas.

6. OTROS BENEFICOS DE LA PROPUESTA

La propuesta se evaluará en un horizonte de tres años, tiempo inferior al estimado para la depreciación en libros del equipo, sin valor de recuperación, no obstante su vida útil supere este rango de tiempo, por lo tanto se determinaran los egresos e ingresos de la propuesta en el periodo.

Como resultado de la mejora de la productividad del proceso se obtienen dos beneficios:

- 1 Aumento real del throughput de la línea de producción (aprovechable en ventas para generación de más ingresos).
- 2 Disminución de los costos adicionales de operación, asociados a las horas extras pagadas para compensar el cuello de botella del proceso de empaque (buscando aumentar el throughput de toda la línea de producción).

EGRESOS

Los egresos de la propuesta corresponden a la inversión realizada, que se realiza el primer año, con recursos propios y sin ningún tipo de financiación en el tiempo pues el brazo financiero de la empresa es suficiente para realizar un solo pago; se omiten los gastos de mantenimiento preventivo pues hacen parte de la garantía por tres años.

Tabla 13. Inversión

CONCEPTO	INVERSION	ANO 1	ANO 2	ANO 3
	\$	0	0	0

BENEFICIOS

Los beneficios de la propuesta provienen de dos fuentes principales, calculados con valores del 2007 y proyectados en crecimiento año tras año con la meta del gobierno en promedio del 4% anual para el cálculo del flujo de caja.

6.1 BENEFICIOS POR AHORROS EN HORAS EXTRAS

A continuación se presenta la proyección de ahorro con la desaparición de las horas extras¹⁷ que estima la propuesta de la siguiente manera:

Tabla 14. Proyección de ahorro

HORAS EXTRAS PAGADAS NORMALMENTE	
OPERARIOS LINEA	
HORAS EXTRA PROMEDIO DIA POR PERSONA	
DIAS LABORADOS PROMEDIO MENSUAL	
TOTAL HORAS EXTRAS PAGADAS LINEA MENSUAL	

CALCULO VALOR AHORRO PRIMER AÑO HORAS EXTRAS	
VALOR HORA EXTRA (25%)	
VALOR HORAS EXTRAS MENSUALES TOTALES	
VALOR ANUAL HORAS EXTRAS PAGADAS AÑO 1	

PROYECCION DEL AHORRO	
VALOR HORAS EXTRAS PROYECTADAS AÑO 2	€ 26.624.800
VALOR HORAS EXTRAS PROYECTADAS AÑO 3	

Actualmente en el proceso de producción de la línea de polvos, la operación de empaque se constituyo en el cuello de botella respecto a la capacidad de producción de los otros procesos de la línea de producción.

Siendo esto así, la empresa ha tenido que aprobar el pago de horas extras asociadas al proceso de empaque, para así aumentar el throughput¹⁸ total de la línea de producción.

Como resultado de la mejora de productividad estas horas extras se hacen innecesarias, resultando en beneficio directo del proceso de automatización a la estructura de costos de la compañía.

¹⁷ Información dada por el departamento de producción .

¹⁸ Rata de producción

6.2 INGRESO POR CUMPLIMIENTO DEL PRESUPUESTO

En la actualidad la ineficiencia en el proceso de empaque ha tenido consecuencias relevantes sobre la capacidad de producción de la línea de polvos, estando la producción de esta línea un [] por debajo de la meta de producción asignada.

Al ser la meta de producción definida con criterios comerciales (basado en los pronósticos de ventas y presupuesto comercial del año) podemos concluir que una porción importante de la mejora en la productividad del 17 % será cubierta con la demanda comercial actual [] el restante [] podrá utilizarse como reserva de producción o utilizarse para cubrir un eventual crecimiento en las ventas (suscitado por un crecimiento natural de la demanda o por estrategias puntuales para aprovechar esta capacidad y aumentar las ventas).

Como se menciono anteriormente el incumplimiento del presupuesto hoy en día se encuentra estimado en el []% anual¹⁹; tomando como referencia el escenario conservador en el cual la mejora en el proceso de empaque permite cumplir el presupuesto al 100%, lo que representaría un aumento en los ingresos anuales el cálculo para los tres años de nuevos ingresos es así:

Tabla 15. Cumplimiento del presupuesto en un %

KILOS ADICIONALES VENTA	[]
VALOR KILO PROMEDIO	
VALOR INGRESO AÑO 1	
VENTAS ADICIONALES AÑO 2	
VENTAS ADICIONALES AÑO 3	

Tabla 16. Cumplimiento del presupuesto en un %

KILOS ADICIONALES VENTA	[]
VALOR KILO PROMEDIO	
VALOR INGRESO AÑO 1	
VENTAS ADICIONALES AÑO 2	
VENTAS ADICIONALES AÑO 3	

¹⁹ Información dada por la Gerencia de Operaciones

6.3 BENEFICIOS TOTALES ESPERADOS DE LA PROPUESTA²⁰

Son la suma de los dos conceptos anteriores y quedan definidos de la siguiente manera:

Tabla 17. Ingresos totales con el cumplimiento total del presupuesto.

INGRESOS AÑO 1	
INGRESOS AÑO 2	
INGRESOS AÑO 3	

Tabla 18. Ingresos totales con el 17 %.

INGRESOS AÑO 1	
INGRESOS AÑO 2	
INGRESOS AÑO 3	

²⁰ Sin incluir los ahorros por disminución del personal asociado al proceso de empaque

7. CONCLUSIONES

Basado en todo lo anterior podemos concluir que el proceso de automatización en la línea de polvos sería beneficioso a la compañía tal y como lo presenta el siguiente resumen:

- 1 Después de analizar las opciones de automatización, se escogió la mejor opción basado en los criterios de economía, precisión en el proceso, disminución de operarios, conforme con las características de los productos, se escogió el PLC (Controlador Lógico Programable), ya que es la alternativa más completa
- 2 La automatización de los procesos de empaque lleva a aumentar la capacidad productiva en un 17%, disminuyendo en [] minutos el proceso de empaque para una caja de 25 Kg.
- 3 Gracias a la automatización se podrá aumentar su producción en [] Kg., mensuales eso equivale a [] cajas adicionales al mes.
- 4 La inversión de acuerdo a la propuesta es de [] esta es una inversión accesible teniendo en cuenta los numerosos beneficios organizacionales y económicos del proyecto.
- 5 Aunque la empresa tiene la política de reubicar los empleados a otros procesos productivos; es claro que el proceso de automatización le permitiría reducir la mano de obra del proceso de empaque de 4 operarios a una sola persona, dando un ahorro mensual de \$ [] ahorrando a la organización en un valor neto de [] en tres años después de descontar la inversión total de \$ [], (incluso considerando la indemnización de los operarios en caso de despedirlos).
- 6 Es muy importante destacar que este proceso de automatización le permitiría al área de operaciones cumplir con los presupuestos de producción esperados, al aumentar la capacidad de producción de la línea de polvos incluso un [] por encima de la meta actual generando en ingresos por \$ [] el primer año.
- 7 Otros beneficios que trae la automatización es el ahorro de [] en el primer año por la desaparición de las horas extras.

8 Como se presento anteriormente el proceso de automatización traería adicionalmente beneficios en:

- Generación de nuevos ingresos.
- Ahorro de las horas extras.

De manera general podemos concluir que aun empresas con importantes recursos de capital humano y de inversión, son susceptibles de beneficiarse de manera importante de una revisión de sus procesos, buscando una mejora continua de los mismos.

Esto cobrara mayor importancia ante el esquema de alta competencia que enfrentara el país y las empresas colombianas en los proceso de globalización que se vislumbran en el mediano plazo.

Destinar recursos a la Investigación y búsqueda de nuevas tecnologías, pueden ser diferenciadores que mejoren la productividad y la estructura de costos de las empresas colombianas, esperamos que este proyecto sirva además para confirmar que los procesos de automatización y tecnologías como PLC están al alcance de cualquier proceso productivo con costos razonables e importantes beneficios para la estructura operacional y de costos de la compañía.

8. RECOMENDACIONES

- 1** Gracias a la reducción de los tiempos por medio de la eliminación de las actividades que no generan valor, se incrementa la producción, se debe tener en cuenta que esto no se traduzca en el aumento de inventario sino de ventas, para esto se debe trabajar conjuntamente en una estrategia de ventas y de planeación de producción.
- 2** La empresa cuenta con una buena infraestructura para competir con el mercado con productos de calidad. Debe tomarse conciencia de la utilización adecuada de los recursos para enfocarlos hacia la consecución de objetivo organizacional, Para esto se debería organizar talleres o direccionamientos sobre este tema
- 3** Con este estudio se demuestra que la automatización, genera cambios importantes no solo en el tiempo de producción sino crea impacto a nivel organizacional por ende se recomienda que la compañía incluya dentro de sus labores estratégicas el proceso de mejora continua y de optimización de procesos teniendo en cuenta la automatización como una alternativa bastante importante.

9.GLOSARIO

Enturbiante: Los agentes enturbiantes para bebidas se utilizan para aumentar la gravedad específica de los aceites saborizantes utilizados en bebidas cítricas y deportivas, lo que da una mayor estabilidad al producto terminado. Sin los agentes enturbiantes, las bebidas cítricas tenderían a separarse, dejando un anillo de aceite saborizante en la superficie.

Polietileno: Polímero Termoplástico del etileno, cuyas propiedades eléctricas mejoran con las radiofrecuencias más elevadas

Estimado o pronosticado un producto: a la proyección de ventas del mes actual más tres meses hacia delante (4 meses), Los estimados deben ser iguales o lo más aproximado a las necesidades de nuestros clientes.

Higroscópicos: Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio donde se encuentra, que absorbe la humedad del aire, humedad de la atmósfera

10. BIBLIOGRAFIA

- MANDADO, Enrique; ACEVEDO, Jorge y PEREZ, Serafín. Controladores Lógicos y Autómatas Programables. Marcombo Boixareu Editores. 2ª Edición. 1992.
- GARCIA Moreno Emilio, Automatización de procesos Industriales, Alfaomega grupo Editor, 2001
- AGUILAR Mario, Diccionario Manuel Seco del español, Pág. 2476, Grupo Santillana, Lexicografía de ediciones, 1999.
- CRUZ CORTÉS, Hiram. Sobre envases y embalajes. En Revista Énfasis No 4, p. 6 – 10. México: FLC, septiembre/octubre de 2002.
- Diccionario Enciclopédico Salvat Universal. Pamplona: Salvat, 1969.
- EASTMAN, Chemical Company. Bebidas (Internet). (México DF, México), 2003. (Citado 13 de abril de 2006).
- http://www.mx.eastman.com/Markets/Beverage/Beverage_Intro.asp
- Enciclopedia temática Larousse en color. Barcelona: Planeta, 1982
- PRIETO CONTRERAS, Lena. Manual de procesos industriales vol. 1. Bogotá, 2004
- GARCIA Moreno Emilio, Automatización de procesos Industriales, Alfaomega grupo Editor, 2001.
- <http://www.siemens.com.co> .

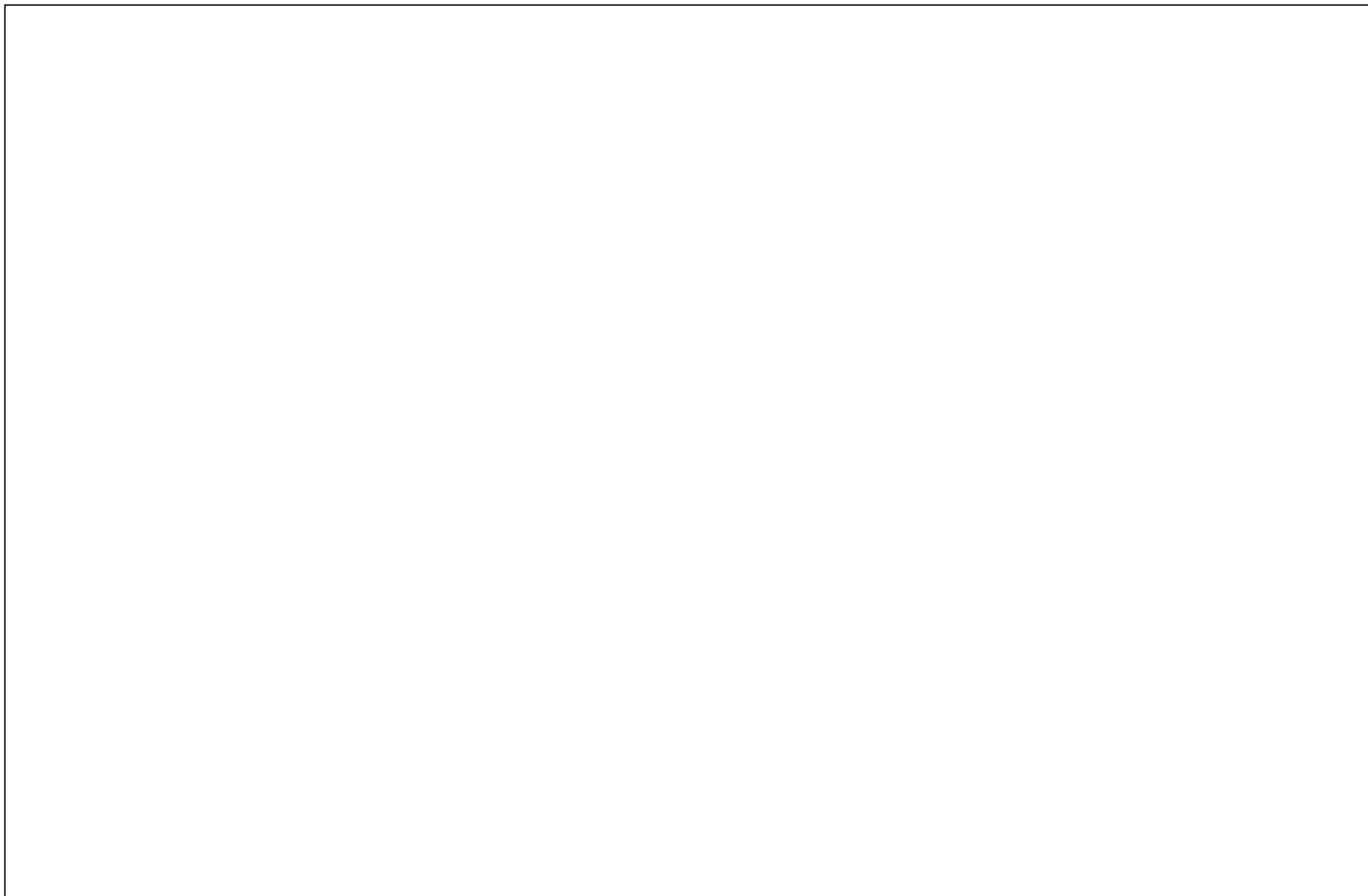
ANEXO 1. Informe de ventas acumuladas 2007

--

ANEXO 2. Lista de Algunos productos

codigo	nombre	apar	densidad	empa 1	inter emp

Anexo 3: Cadena de Abastecimiento



Anexo 6: Información Matriz de priorización

Con esta matriz se busca encontrar los productos críticos en el proceso de empaque.

Se definieron los criterios y su peso de la siguiente manera:

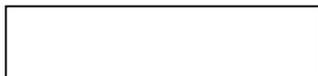
La escala utilizada es 1(-) a 5 (+)

Emision alta de olores	20%
Generación de residuos contaminados (toallas de papel, mechas de traperos, guantes, p	20%
Tiempo alto de operacion	30%
Problemas al empacar	30%

Productos	Problemas al empacar	Tiempo alto de operacion	Emision alta de olores	Generación de residuos contaminados (toallas de papel, mechas de traperos, guantes, pitillos)	Total
TIPO A	5	4	4	5	4.5
TIPO B	3	2	1	2	2.1
TIPO C	1	1	1	1	1

Este fue un análisis conjunto con la empresa, de acuerdo a la experiencia adquirida al empacar estos productos.

ANEXO 7 Tiempos de Proceso



MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO

Producto: Ajo

Operarios: 1

Empaque: Bolsa Poliamida, Caja pequeña.

Muestra	Descargue de Material	Apilar	Pesaje	Amarre de Bolsa	Sellamiento de Caja
1	10	5	50	10	15
2	15	7	40	15	18
3	15	6	35	14	20
4	14	6	40	13	16
5	10	7	40	18	17
6	12	6	55	16	19
7	10	4	37	20	15
8	7	7	43	19	18
9	8	7	47	11	15
10	6	9	31	16	18
11	10	6	35	17	20
12	13	7	40	12	21
13	11	7	38	15	20
14	8	8	35	17	18
15	12	4	40	15	19
16	9	6	42	18	17
17	15	4	60	20	16
18	16	8	37	10	20
19	14	6	49	15	19
20	13	5	40	13	16
Tiempo Normal					
Desviacion Estandar					
Tiempo Estandar					
Suplemento					

* La unidad de tiempo es segundos

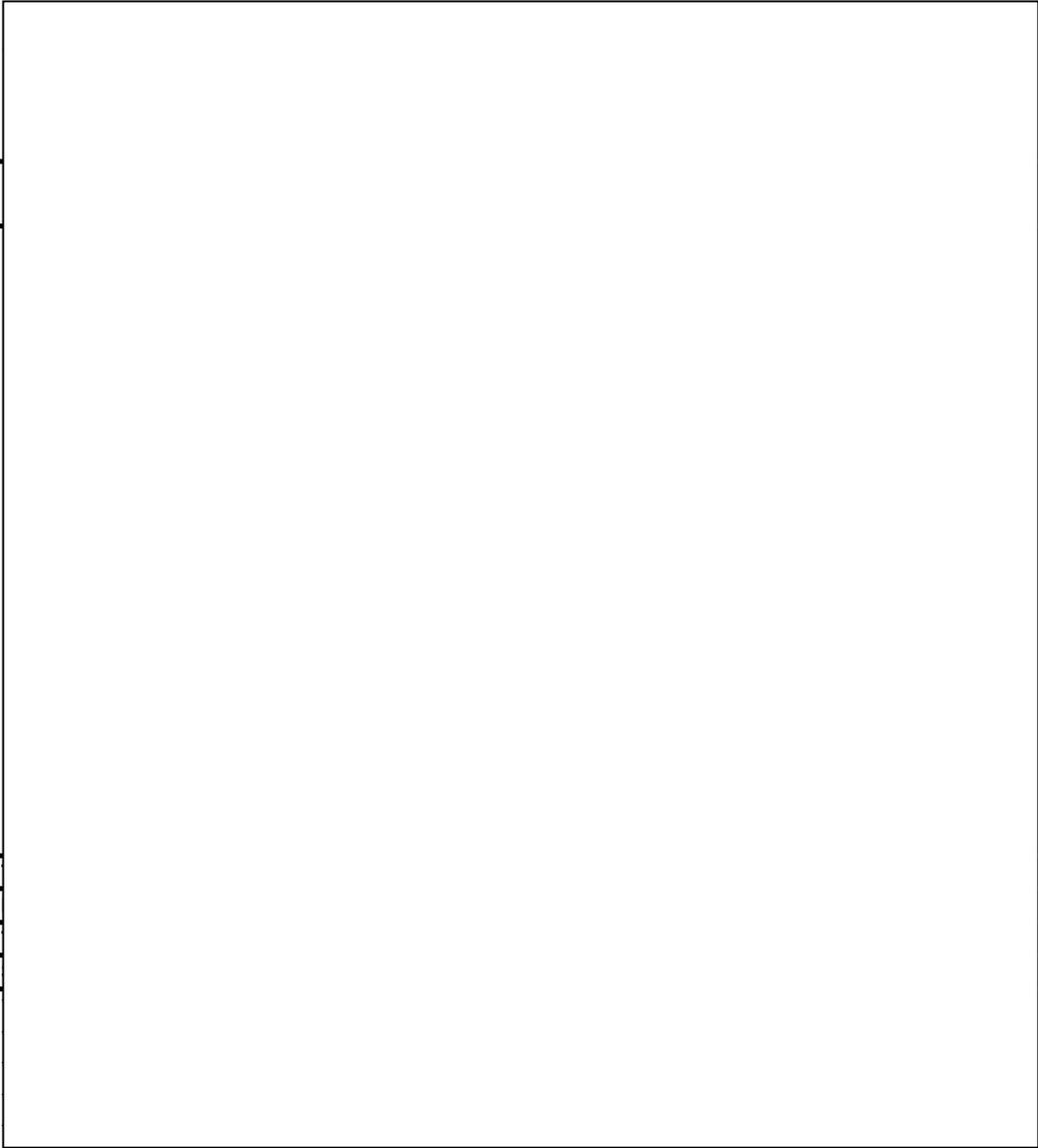
* La unidad es

* Complement

* Tiempo Total

* Tiempo Total

MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO



MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO

Producto: Cebolla

Operarios: 4

Empaque: Bolsa Polietileno, Bolsa Kraft..

Muestra	Descargue de Material	Apilar	Pesaje	Amarre de Bolsa	Sellamiento de Caja
1	7	4	27	14	11
2	8	6	34	18	15
3	6	9	35	13	13
4	9	6	43	19	13
5	10	5	40	11	12
6	13	8	26	13	16
7	12	9	32	16	14
8	10	5	35	13	10
9	6	7	34	17	15
10	9	8	32	14	15
11	15	6	38	13	18
12	11	5	40	17	17
13	9	7	39	18	20
14	8	5	40	20	17
15	10	8	39	16	18
16	11	7	32	19	16
17	12	6	28	16	19
18	10	8	30	18	20
19	8	7	42	19	13
20	9	6	38	15	14
Tiempo Normal	9,65	6,6	35,2	15,95	15,3
Desviacion Estandar	2,28	1,43	5,05	2,58	2,87
Tiempo Estandar	11,68	8,71	46,46	21,05	20,20
Suplemento	11%	20%	20%	20%	20%

* La unidad de tiempo es segundos

* Complemento 10%

* La unidad es una bolsa de 25 Kg.

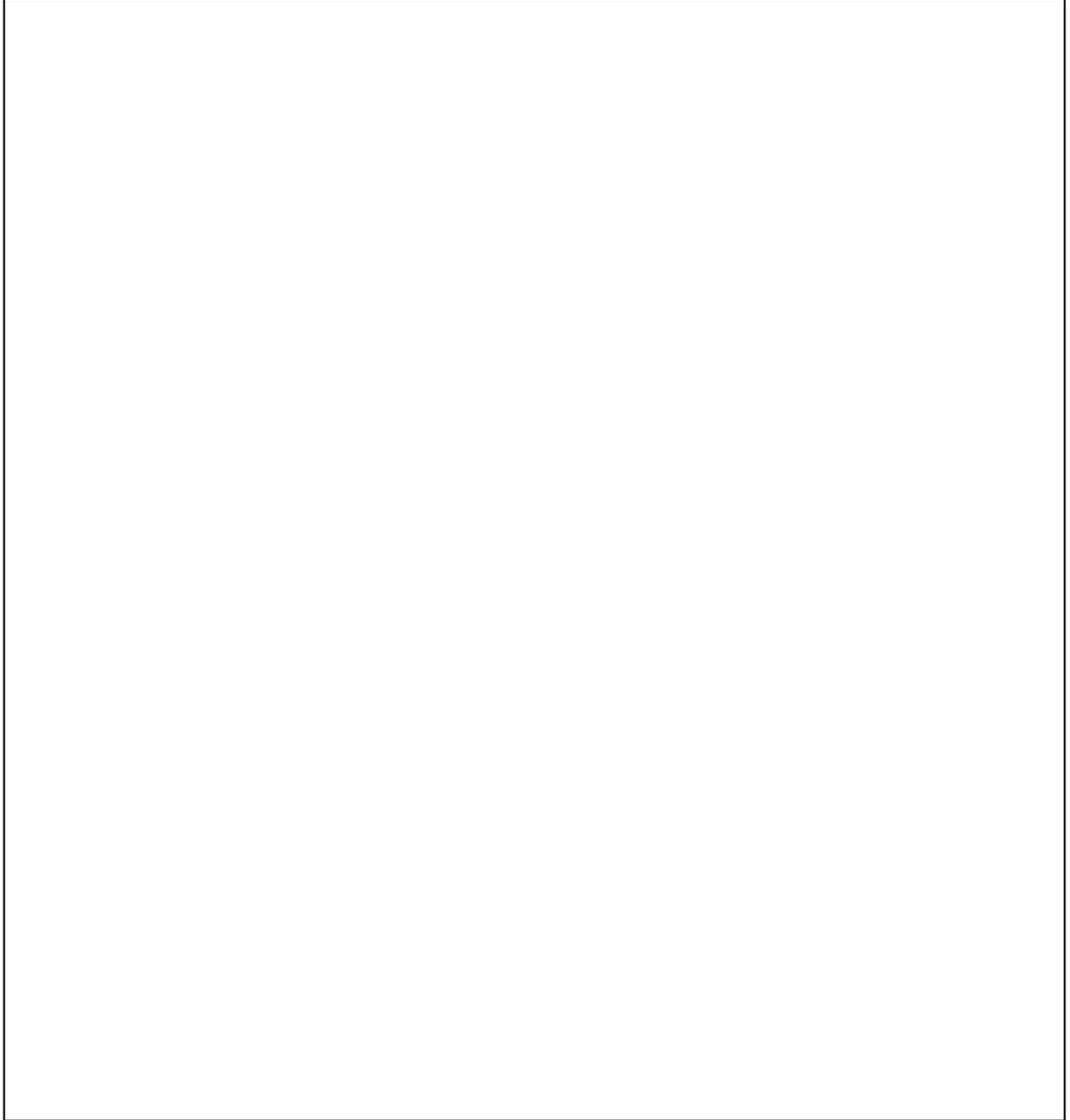
* Tiempo Total para el Alistamiento de Material Empaque 18 min

* Tiempo Total de Empaque 48 min (1500Kg)

MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO

P O E	

MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the central portion of the page. It is intended for a product time sample.

MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the central portion of the page. It is intended for a product time sample, but it is currently blank.

MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO

**MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO
CARNICOS**

Muestra	Alistamiento Material E	Desdoblar Caja	Sellar el fondo	Colocar Refuerzos	Desdoblar Bolsa	Colocar Bolsa dentro de la caja	Colocar etiquetas
Tie							
De							
Tie							
Su							

* La unidad de tiempo es segundos

**MUESTRA DE TIEMPOS DE PRODUCTO
CURRY**

Muestra	Alistamiento Material E	Desdoblar Caja	Sellar el fondo	Colocar Refuerzos	Desdoblar Bolsa	Colocar Bolsa dentro de la caja	Colocar etiquetas
Tie							
De							
Tie							
Su							

* La unidad de tiempo es segundos

ANEXO 8 Cotizaciones y Características de maquinaria

Anexo 9: Información matriz de priorización

Con esta matriz se busca encontrar la mejor propuesta para la automatización del proceso de empaque de productos en polvo.

Se definieron los criterios y su peso de la siguiente manera:
La escala utilizada es 1(-) a 5 (+)

Económico	30%
Concuere con las características de los productos	30%
Disminución de operarios	20%
Precision en el proceso	20%

Maquinaria	Económico	Disminución de operarios	Precision en el proceso	Concuere con las características de los productos	Total
Opción 1	5	2	1	5	3.6
Opción 2	3	2	5	1	2.6
Opción 3	1	5	5	5	3.8
Opción 4	4	5	5	5	4.7

Este fue un análisis conjunto con el Profesor Gabriel Zambrano, dada su experiencia en este tema.