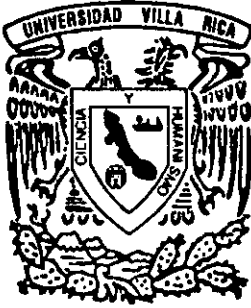


875202

8  
2ej



**UNIVERSIDAD VILLA RICA**

**FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION**  
**ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M.**

**"CONTROL DEL FLUJO DE INFORMACION  
SOBRE INVENTARIOS EN UNA PLANTA  
PROCESADORA DE ALIMENTOS"**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**LICENCIADO EN ADMINISTRACION**

PRESENTA

**CARLOS DE JESUS SEDANO ZAPATA**

DIRECTOR DE TESIS  
ING. JOSE ARTURO ENRIQUEZ GALVAN

REVISOR DE TESIS  
C.P. DARIO JIMENEZ ROMERO

BOCA DEL RIO, VER.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

27 35 75

1999.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A DIOS**

**POR PONERME**

**Y DARME**

**LA MEJOR**

**DE LAS**

**FAMILIAS**

**A MI PADRE: DEL QUE TODO LO HE APRENDIDO**

## INDICE

Introducción .....	1
Capitulo 1	
Metodología	
1.1 Identificación del problema .....	4
1.2 Justificación .....	5
1.3 Objetivos.....	6
1.4 Hipótesis .....	6
1.5 Definición de variables.....	7
1.6 Delimitación de la investigación.....	7
1.7 Tipo de estudio .....	7
1.8 Población y muestra .....	7
1.9 Instrumento de medición .....	8
1.10 Recolección de datos .....	8
1.11 Proceso .....	9
1.12 Procedimiento.....	9
1.13 Análisis de los datos .....	9
1.14 Importancia del estudio.....	10
1.15 Limitaciones.....	10
Capitulo II	
Marco referencial y teorico	
2.1 La empresa.....	11
2.2 Automatización de los sistemas.....	45
2.3 Análisis, diseño y desarrollo de sistemas .....	51

**2.4 Sisistemas de control basados en computadora ..... 59**

**2.5 Sisistemas con base en controladores programables .....75**

**Capitulo III**

**Resultados: Desarrollo del sistema**

**3.1 El sistema actual..... 95**

**3.2 El sistema propuesto ..... 98**

**Capitulo IV**

**Conclusiones y recomendaciones**

**4.1 Conclusiones ..... 101**

**4.2 Recomendaciones..... 102**

**Bibliografia..... 106**

## INTRODUCCIÓN

Nutriver S. A. de C.V., se fundó por convenir a los intereses de los socios con el propósito de fabricar alimento pecuario. La empresa por su giro pertenece a la industria agropecuaria, puesto que convierte diferentes materiales procesados, semi-procesados y en su estado natural en alimentos terminados listos para el consumo animal.

Los productos que se utilizan para la elaboración de los alimentos van desde granos (maíz y sorgo), harinas (pescado y carne) y pastas (soya y canola), hasta antioxidantes (hydroxyquinona) y promotores de crecimiento (virginiamicina). Donde los primeros provienen del campo y de los animales, y los segundos son elaborados sintéticamente.

La organización de la sociedad se encuentra constituida básicamente por un director, un gerente, cinco jefes de departamentos como son: compras, contabilidad, producción, mantenimiento y tráfico y control de calidad. Los jefes de departamento a su vez tienen a su cargo a diferente número de empleados, todos con asignaciones específicas a sus puestos, por ejemplo el molinero es el encargado de recibir el grano (maíz y/o sorgo) distribuirlo, recircularlo, ventilarlo y finalmente de molerlo.

La organización cuenta con 40 empleados en su totalidad, distribuidos en los diferentes departamentos.

Por ser una empresa que pertenece al sector de la transformación, su funcionamiento básico es a través de diferentes procesos que se describen de manera genérica a continuación:

Desinfección de todas las unidades que entran y salen del perímetro de la empresa, pesaje de todos los materiales a granel, y conteo de todos los que vengan en unidades de medida, almacenamiento según su naturaleza (granos, pastas, aditivos, pigmentos, medicamentos, etc.), molido, pesaje y peletizado de los materiales, envasado a granel o en sacos según el tipo de alimento y pesaje del producto terminado.

Además de los procedimientos administrativos que van acorde a la naturaleza de la empresa como son: pago de facturas a proveedores, contabilidad general, facturación del alimento, cobro de facturas a clientes, etc.

Dentro de estos procesos el que se escoge como área de estudio para el desarrollo del Trabajo de Tesis, es el proceso del control de los inventarios.

Actualmente el control de los inventarios dentro de la empresa se compone de dos partes, la parte mecánica que es donde se genera información por un equipo de medición mecánico (báscula camionera y dosificación) y la parte teórica que es donde se genera información por un programa de computo con medición calculada (programa de computo Agri-Control). El control se lleva entonces dando de alta los materiales que entran pesados (granel) o contados (unidades de medida), y dando de baja por fórmula las toneladas producidas en un intervalo de tiempo.

El conflicto se empieza a gestar cuando la producción no se realiza con apego del 100% a la formula, sin embargo al dar de baja los materiales, el programa de computo sí toma la formula real sin considerar el error de la producción, y es cuando los inventarios se ven desfasados de la realidad, provocando así una información falsa, la cual afecta seriamente a la organización puesto que sus inventarios están alterados, esto a su vez conlleva a toma de decisiones erróneas, tanto de compras como de finanzas; se corrige implantando un sistema de control más especializado, sobretodo que se dirija a los inventarios.



## **CAPÍTULO I**

### **METODOLOGÍA**

#### **1.1. Identificación del problema.**

Desde la constitución de la empresa en el año de 1985 el control de los inventarios se ha realizado de la misma manera existiendo razones fundamentadas que indican que el sistema actual de control es obsoleto e ineficiente, y además las repercusiones van desde falsear información en los estados financieros, hasta pérdidas monetarias cuantiosas, estas últimas ocasionadas por la sobredosificación no cuantificada de diferentes materiales, que además no se consideran en el costo de fabricación.

Las razones más importantes son:

- La producción real maneja un factor de error, la teórica no lo considera.
- La producción puede dosificar de más, pero nunca dosifica de menos. Esto es por protección del producto terminado.
- La contabilidad no puede cuantificar los inventarios cuando estos son a granel, por lo que la información proporcionada, no puede ser verificada, quedando entonces el valor proporcionado por Agri-Control como verdadero.
- Cuando se hacen cortes físicos a los materiales, se realiza un ajuste contra el inventario que maneja Agri-Control, siendo estos ajustes millonarios, puesto

que los cortes se realizan cuando menos cada seis meses y para entonces el diferencial que existe es muy grande.

- La información falsa provoca que el departamento de compras no pueda provisionar sus compras, esto termina en desabastos de materiales que a su vez provocan paros en producción

Pregunta ¿Cómo analizar, diseñar y desarrollar un sistema para el control de inventarios que evite los problemas anteriores en Nutriver S.A. de C.V.

### **1.2. Justificación.**

El problema de llevar un control deficiente de los inventarios repercute directamente contra la utilidad de la empresa, en el caso financiero, pero un problema más grave puede ser el de una "evasión fiscal" puesto que si la empresa fuera auditada, y se hicieran los cortes correspondientes; se vería que el rubro de los inventarios está inflado y esto indicaría que se ha vendido alimento que no ha sido declarado, puesto que no se facturó.

La solución al problema sería entonces que los inventarios se llevaran en un programa que controlara las entradas desde la báscula camionera o el conteo físico, para dar de alta los materiales en el inventario, y por el otro lado que la baja del inventario de los materiales no sea de manera teórica, sino el consumo real que se va haciendo día a día, para que los inventarios siempre tengan el valor que existe en planta.

De esta manera el inventario teórico que se tenga en la empresa concordará con el físico y los problemas que se suscitaban anteriormente tenderán a desaparecer. Inclusive, al llevar un sistema adecuado la contabilidad podrá en

cualquier momento auditar el inventario de materiales, y dicha información será verídica. Además el departamento de compras podría proyectar sus compras en diferentes términos de tiempo para los diferentes materiales. La utilidad no se vería menguada por el inventario, mejor aun el costo de fabricación sería el real, y no el que debía de ser como se hacia anteriormente.

Un punto importante a mencionar es que si los inventarios se llevan bien controlados tanto en especie como en valor, la proyección de ventas puede eficientizarse inclusive llegar a pensar en trabajar dentro de los lineamientos de un Justo A Tiempo, con los proveedores que actualmente trabajan bajo este esquema.

### **1.3.Objetivos.**

Objetivo general.- Analizar un sistema semi-automatizado para el control de los inventarios de materiales y productos terminados para Nutriver S.A. de C.V.

Objetivos específicos:

- 1.- Describir los principios y técnicas para el desarrollo de sistemas de información y control de inventarios.
- 2.- Identificar los cambios resultantes en el sistema que se pretende analizar, justificando la utilidad de los mismos, dentro de un solo sistema global.

### **1.4. Hipótesis.**

Un sistema semi-automatizado, en el control de inventarios de Nutriver S.A. de C.V., reducirá los errores y problemas de control de inventarios que a este respecto tiene la empresa.

### **1.5 Definición de variables.**

La variable dependiente es la reducción de los errores en el control de inventarios y la independiente es un sistema semi-automatizado para su control.

### **1.6 Delimitación de la investigación.**

Para comprender el alcance del presente trabajo, es necesario indicar que los problemas señalados, se refieren al control de los materiales durante su movimiento y aplicación en los diferentes procesos de la fabricación de los alimentos, en una fábrica específica, los resultados, conclusiones y recomendaciones, estrictamente son aplicables a este caso. Además, el enfoque es eminentemente técnico-administrativo y por lo tanto otros aspectos importantes como los aspectos humanos, no serán tratados aquí; aunque se reconoce su importancia y conveniencia de que se consideren formalmente en estudios subsecuentes.

### **1.7 Tipo de estudio.**

El tipo de estudio es descriptivo, basado en el conocimiento de los problemas, la experiencia y la asesoría de consultores. Por lo extenso del tema y los detalles técnicos y operativos, se presentan datos, soluciones, etc., de manera terminal, esto es con la información final o concluyente.

### **1.8 Población y muestra.**

Los procesos que pueden ser eficientados por medio de la automatización, potencialmente pueden ser todos aquellos que se llevan de

manera manual y con un volumen alto en el manejo de datos y de transacciones; este es el caso de la empresa sujeta a la investigación. Desde luego que los resultados solo son válidos para este caso específico, aunque los aspectos técnicos y administrativos pueden ser aplicados a otros casos.

La muestra en este trabajo, es el proceso de control de inventarios a través de los procesos de transformación en la empresa citada; en etapas posteriores, el estudio podría extenderse a otros niveles como: una automatización total, que vincule la operación de la planta con otros procesos administrativos, incluso con los clientes y proveedores.

### **1.9 Instrumento de medición.**

Dados los objetivos planteados, en este trabajo, no se requiere un instrumento de medición; por un lado es de esperarse que los problemas se resuelvan, esto está garantizado por el hecho de que el equipo que se proponga, técnicamente está echo para dosificar, manejar y controlar el flujo de los materiales; por otro lado el seguimiento futuro permitirá conocer con detalle los resultados

### **1.10 Recolección de datos.**

La recolección de datos se concentra en la experiencia y el conocimiento de varios años de contacto con los problemas que se describirán, así como el trato directo con proveedores de sistemas y en visitas a otras plantas nacionales y extranjeras.

### **1.11 Proceso.**

El proceso general de análisis y de solución, consiste en un reconocimiento de las deficiencias de control en el flujo de los materiales a través de los procesos y del estudio de sistemas que otras empresas han experimentado en sus procesos, bajo la asesoría de tecnólogos y proveedores de sistemas y equipos con alta tecnología.

### **1.12 Procedimiento.**

El estudio consiste en una descripción de cada etapa del proceso de transformación, desde que las materias son recibidas en la planta, hasta que son despachadas como producto terminado a los clientes. En cada caso se identifican los problemas de control de inventarios, las causas de estas deficiencias y las alternativas de solución.

### **1.13 Análisis de los datos.**

Como se ha expresado en las secciones anteriores, el contacto directo y diario con los procesos, permite la identificación y el análisis de los datos relacionados con los problemas que la empresa ha tenido en materia de control de los inventarios; el análisis correspondiente es incluido en el capítulo III, con las correspondientes observaciones que permitirán las recomendaciones así como las soluciones.

#### **1.14 Importancia del estudio.**

La importancia básica de este estudio estriba en la real solución de los problemas descritos en secciones anteriores, esto es: reducción de pérdidas de materiales, obtención de información confiable para un mejor control de los inventarios, reducción de costos y finalmente un producto de calidad, que cumpla con las especificaciones prometidas a los clientes. Otro aspecto igualmente importante, es el de mostrar en este trabajo, la necesidad de usar mejor tecnología en el control y operación de procesos; este interés radica en el hecho de que es prácticamente imposible, optimizar un proceso si su operación es manual y con modos denominados " fuera de línea", debido a la alta probabilidad de que se comentan errores humanos.

#### **1.15 Limitaciones.**

La mayor limitación en este estudio proviene del reconocimiento de que las soluciones planteadas pueden ser mejores y amplias, en cuanto a su alcance; pero la disponibilidad económica y la falta de financiamiento adecuado, limitan las alternativas. Sin embargo el plantear soluciones en etapas, es un opción aceptable.

## **CAPITULO II.**

### **MARCO DE REFERENCIA Y TEÓRICO**

#### **2.1 LA EMPRESA**

##### **2.1.1 Antecedentes.**

Dentro de las empresas agropecuarias, como en todos los negocios, mediante la conjugación de los recursos humanos, financieros y tecnológicos, lo que se busca al final es obtener un lucro o una utilidad, y para lograrla una de las estrategias es la del manejo adecuado de los costos. En las industrias del tipo pecuario, el alimento de los animales representa mas del 80% del costo ya sea que se hable de pollos, cerdos o langostinos.

Obedeciendo a cubrir esta parte tan importante dentro de la explotación de un grupo avícola, se constituye legalmente el día 15 de enero de 1997 la empresa denominada Nutriver S.A. de C.V., una sociedad anónima de capital variable, con domicilio fiscal en el poblado de Paso del Toro en el municipio de Medellín de Bravo, en el estado de Veracruz.

El objeto de la sociedad que se forma será el ejercicio del comercio del comercio en general por lo que podrá llevar a cabo:



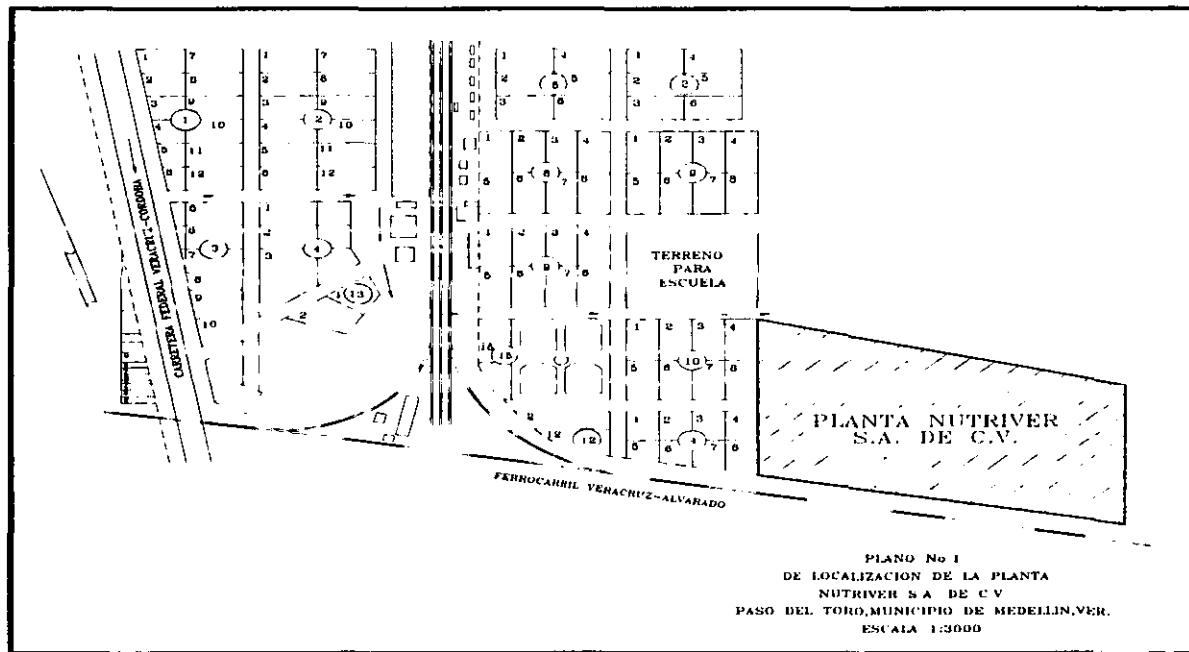
- A) Fabricación, elaboración y maquila de toda clase de alimentos para animales
- B) La compraventa de toda clase de alimentos para animales. La importación y exportación de toda clase de alimento para animales
- C) la representación de empresas nacionales o extranjeras de objeto similar al de la sociedad.
- D) La administración representación, contratación de toda clase de personal, maquinaria y elementos o utensilios que le sean afines al objeto o a la sociedad.
- E) La importación y exportación de maquinaria o accesorios necesarios para el desarrollo del objeto social así como la adquisición de toda clase de muebles e inmuebles que les sean necesarios al objeto de la sociedad.
- F) La celebración de todos los actos anexos o conexos o de cualquier operación que tengan relación con el fin social.

La administración de la sociedad queda se hará por medio de un consejo de administración, el cual denomina a un administrador único para su representación legal. Dicho consejo en coordinación con el administrador único denomina a un gerente general, que a su vez denominara gerentes o jefes para los distintos departamentos que integren la organización.

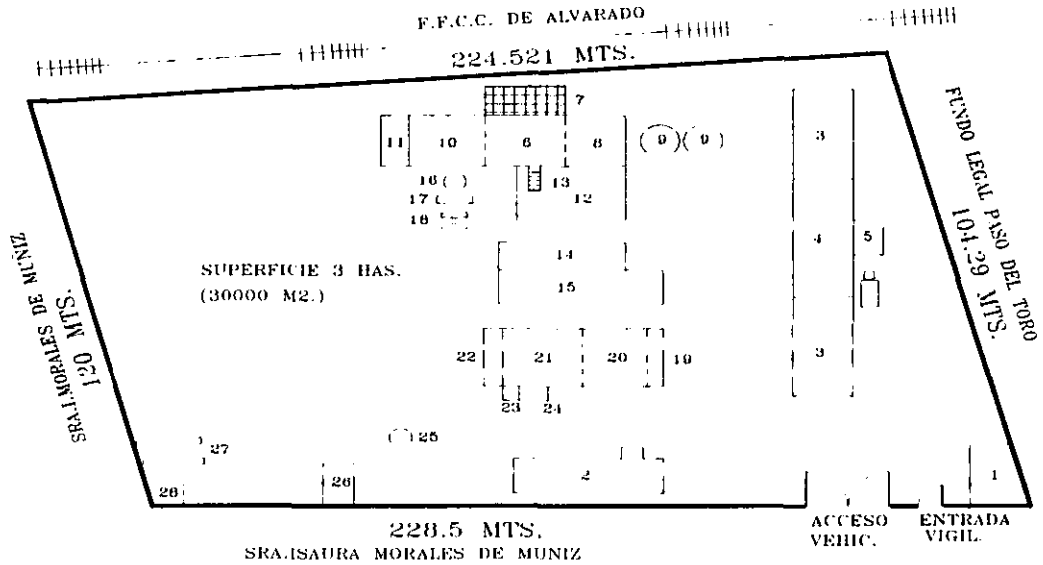
En sus inicios Nutriver S.A. de C.V., empieza a fabricar alimento para aves con una plantilla de personal muy reducida y la maquinaria mínima para llevar a cabo la fabricación misma. Al paso de dos años la plantilla original se vuelve una estructura organizada en seis diferentes departamentos, cada uno con un jefe.

Los siguientes dibujos, muestran la ubicación y distribución de la planta :

# LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA



# DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



PLANO No.2  
DISTRIBUCION DE LA PLANTA  
NUTRIVER S.A. DE C.V.  
PASO DEL TORO, MUNICIPIO DE MEDELLIN, VER.  
ESCALA 1:3000

### 2.1.2 Productos y mercados.

Nutriver S.A. de C.V., empieza manejando solo dos tipos de alimento, ambos para pollo, estos elaborados con pocas materias primas, sin los controles de calidad adecuados y siendo la presentación en costales de 40 Kg, que se embodegaban para posteriormente ser llevados a las granjas, para su consumo final. Los alimentos que se manejaban eran el preiniciador y el iniciador, que se conocían como etapa 1 y etapa 2, respectivamente, con los cambios mínimos dentro del aspecto nutricional. Otro factor que cabe mencionar, es el de que anteriormente el alimento solo iba mezclado y envasado, sin ningún proceso de cocimiento ni de prensado, procesos que ayudan a la digestibilidad del mismo, además de hacerlos más resistentes a la oxidación por exposición en el medio ambiente. Actualmente los alimentos se componen de una compleja mezcla de ingredientes de diferentes orígenes, contenido nutricional y apariencia o textura.

La mezcla debe de ir perfectamente mezclada (monitoreada por análisis cuánticos) cuidando desde el orden de adición hasta el tiempo exacto de mezclado; posteriormente se somete a una cocción por vapor, lo que garantiza su esterilidad además de aumentar su digestibilidad y finalmente un "prensado que le da la forma de pequeñas croquetas circulares de gran consistencia (pellets)"<sup>1</sup>, este proceso es para garantizar que los animales coman el alimento en lugar de desperdiciarlo.

Actualmente Nutriver S.A. de C.V., cuenta con licencia de la SAGAR para la fabricación de mas de 50 tipos de alimentos para pollo, gallina de huevo de plato o de incubación, ganado porcino, bovino, caprino y de

---

<sup>1</sup> Tellefsen, Lars, Pelleting Technique, Glentevj, Dinamarca, 1996, pg 119

borregos, además de formulas especiales con diferentes medicamentos. Siendo el fuerte de la empresa el alimento de pollo (80% de la producción) se manejan de línea tres alimentos el preiniciador de 0 a 14 días de edad, iniciador de 15 a 35 y finalizador de 36 a 42 o salida al mercado; y cuatro variantes de las formulas por aspectos climatológicos que se han identificado plenamente como invierno, verano seco, verano húmedo y temporada de nortes.

"Además de las variantes por cambios climatológicos, las formulas se modifican por situación variadas como por ejemplo el grano que se utiliza para el alimento puede ser sorgo o maíz, y dependiendo de los meses de cosecha de uno u otro es que se utiliza en la formula".<sup>2</sup> Esto obedece entonces a la disponibilidad de la materia prima en el mercado, pero en el caso de la pasta de soya, indispensable en el alimento, su disponibilidad es de todo el año, con la diferencia que los meses de noviembre a febrero, se cosecha y el precio baja, en cambio para los meses de junio a octubre el precio sube más de un 50%, por lo que se usa mucha (30%) o poca (10%) dependiendo de su precio. Como otro ejemplo, la harina de carne mantiene su precio por periodos de seis a ocho meses, y esto es por situaciones de demanda y oferta, por lo que no representa mayor problema para formular (4 a 6%). Las demás materias primas conservan su precio y su oferta por todo el año, pues se comercializan por grandes firmas de laboratorios transnacionales BASF y PFIZER por nombrar algunos; el incremento en estos productos se da en relación a la paridad cambiaria, pues la gran mayoría se cotiza en dólares.

El tratamiento de los diferentes ingredientes es tan variado como su naturaleza lo es, el grano se recibe en tractocamiones a granel, se almacena en silos equipados con sistemas de aireación, y posteriormente se muele para ser utilizado; la pasta de soya se recibe también a granel pero se guarda en

---

<sup>2</sup> Herrera, Patino, Fransisco, Calidad para la producción, Editorial Quetzalcoatl S.A., México, 1989 pg 2

bodegas hasta ser utilizada. Los aceites, pigmentos y aminoácidos, se manejan líquidos y a granel, proviniendo de los proveedores en pipas de gran capacidad, para ser almacenados en tanques equipados especialmente para mantener temperaturas homogéneas y al producto recirculando todo el tiempo. Las demás materias primas se reciben en costales de rafia, cartón o plástico dependiendo del producto o del proveedor, y se almacenan en una gran bodega con extractores de calor. De todos los materiales los únicos que reciben un tratamiento especial son las vitaminas, que se guardan en un cuarto especialmente atemperado y hermético para evitar la degradación de las mismas. En cuanto a la medicación de los alimentos se refiere, el cliente debe de indicar el medicamento que desea y la dosis del mismo; se lleva a cabo con el resto del proceso para garantizar que se mezcle adecuadamente.

“En el mundo cada vez se descubren nuevos productos, o simplemente se modifican de su estado natural mediante algún proceso para poderlos consumir, este es el caso de la semilla llamada Canola, proveniente de Canadá, que hasta algunos años no se podía incluir en las dietas de los alimentos balanceados por su alto contenido de taninos que son tóxicos para los animales, pero que mediante un proceso más delicado durante la extracción del aceite, la pasta resultante hoy en día se utiliza como un sustituto hasta en un 50% de la pasta de soya a un precio mucho menor<sup>3</sup>. Otro ejemplo de estos nuevos productos o simplemente modificados, son los minerales sintéticos, que como su nombre lo dice son fabricados sintéticamente, lo que les permite ser mucho más específicos hacia lo que se pretenda, por ejemplo si se trata de las primeras etapas del animal, lo que se busca es el crecimiento, y si esta en su etapa final, la ganancia de peso es lo que se quiere alcanzar, actualmente se ocupan los mismos minerales para todos los propósitos por ser de amplio espectro, obteniendo en general buenos resultados.

---

<sup>3</sup> Hobbie, Kenneth, El mundo de los alimentos, Watt, Estados Unidos, 1997, pg 32

El problema es que los minerales sintéticos son por mucho, mas costos que los orgánicos, por lo que actualmente son incosteables para utilizar.

"La ingeniería genética de las especies comerciales de ganado cada vez logra mejoría dentro del desempeño de los diferentes tipos de ganado, buscando siempre una mejoría en el costo de explotación, por un lado, y un manejo mas sistematizado por el otro"<sup>4</sup>. Dichos cambios en la genética son tangibles, en el pollo por ejemplo, si volvemos 20 anos atrás, un pollo alcanzaba 2.5kg de carne después de 63 días con un consumo promedio de 7kg de alimento; esta cifra actualmente es de 2.5kg de carne después de 40 días con un consumo promedio de 4.5kg de alimento. Desde luego que el alimento de hoy va mucho más complejo, y científicamente elaborado, pero siempre en espera de nuevos y mejores ingredientes y procesos, buscando una calidad aumentada cada vez más.

Como se menciona anteriormente en sus inicios Nutriver S.A. de C.V., solo elaboraba dos alimentos, y los dos para pollo, esto se debió a que originalmente se crea Nutriver S.A. de C.V., para satisfacer una necesidad de un grupo avícola, que en esos momentos estaban en una etapa de crecimiento acelerada, actualmente este grupo a triplicado su tamaño y esto ha permitido a Nutriver S.A. de C.V., pasar de ser una maquiladora de alimento a una empresa líder en su ramo en la región. Actualmente tiene tres clientes principales a los cuales les factura alrededor de tres mil toneladas de aliento mensualmente, produciendo mas de 15 diferentes tipos de formulas obedeciendo a las necesidades especificas de cada cliente. El 80% de la producción es para un grupo avícola dedicado a la engorda de pollo, el 10% a un grupo avícola dedicado a la producción de huevo fértil, y pollito de un día, el 8% a un grupo porcicola

---

<sup>4</sup> Pausillo, Gary, Nuevo enfoque de la alimentación de terneros, Watt, Estados Unidos, 1998, pg 14

dedicado a la engorda de marranos, el 2% restante se compone de alimento de pollo y cerdo para pequeños avicultores y porcicultores. Actualmente se tiene planes de un crecimiento agresivo, para atender a los productores de ganado de carne y lechero, además de los acuacultores que están aumentando velozmente en la región.

El área de influencia se mantenía a un radio de 50km de la planta, pues las granjas del grupo avícola se encontraban dentro del mismo, actualmente uno de los clientes se encuentra en el Estado de Morelos, otro el área de la Tinaja, y varios en Lerdo, Piedras Negras, Soledad de Doblado, Alvarado. De acorde a los planes de expansión que se tiene, se entrara a vender a Villahermosa, Alvarado, Acayucan y varias poblaciones mas dedicadas fuertemente a la ganadería intensiva.

“La competencia de la planta como productora de alimentos pecuarios es muy grande, sin embargo la demanda de alimentos que satisfagan las necesidades alimenticias de los animales de hoy en día, es mayor, por lo que se piensa poder atender a estos mercados, muchos de los cuales tienen que desplazarse mas de 200 Km para adquirir alimentos balanceados. Otra cosa a mencionar, es la de que cada vez mas se tiende a una ganadería organizada, lo que va en beneficio de los productores de alimento, pues se va cambiando de un pastoreo a una estabulación, donde en el primer sistema solo se requiere un 10% de alimento concentrada que sirve como complemento, y en el segundo, se habla de un 30 a 40% de alimento balanceado, mas el forraje o relleno”<sup>5</sup>. Sin embargo dentro de cualquiera de los dos sistemas, los ganaderos se dan cuenta de los beneficios de un alimento científicamente elaborado contra los de un forraje beneficiado en el mejor de los casos por un buen fertilizante.



### 2.1.3. Organización

Nutrifer SA de CV es una organización pequeña compuesta por 40 personas dentro de cinco departamentos, laborando todos dentro del plantel, no cuenta con sucursales u oficinas en otra parte, no tiene sociedad con ninguna organización ni persona diferente a los accionistas.

Los departamentos de que se compone la organización son compras, contabilidad, producción, mantenimiento y tráfico y por último control de calidad. Se labora un turno al día de las 8:00 hrs a las 12:00 hrs, y de las 13:00 a las 17:00 hrs, de Lunes a Sábado. Dentro de la organización se cuenta con un organigrama y es de acuerdo a este que se establecen los diferentes niveles jerárquicos así dentro de la organización. También se cuenta con la descripción del puesto de cada uno de los lugares de la organización, donde se detalla todo lo relacionado con los puestos.

#### Niveles de Jerarquía

<u>PUESTO</u>	<u>NIVEL DE JERARQUIA</u>
Director General	Segundo
Gerente General	Tercero
GERENTE ADMINISTRATIVO	Cuarto
Compras, Contador, Producción, Mantenimiento y tráfico, Control de Calidad	Quinto
Aux contador, Bancos, Personal, Aux	

<sup>5</sup> Muller. Gene, El desafío de presupuestar el costo del alimento balanceado, Johnson Hill Press, Estados Unidos, 1998, pg 16-17

compras, Almacén	Sexto
Bascula, Consola, Pellet, Molino, Micros, Mecánico, Eléctrico, Soldador, Choferes, Pintor	Séptimo
Secretaria, Caldera, aux micros, Aux pintor, Lubricador, General, Limpieza	Ocho

### DESCRIPCIONES DE PUESTOS

Identificación:

**Nombre del puesto** .....**Director General**  
**Ubicación** .....**Dirección General**  
**Nivel de jerarquía**.....**Segundo nivel**  
**Jefe inmediato** .....**Consejo de administración.**  
**Tramo de control**.....**Gerente general**  
**Gerente administrativo**

**Objetivo del puesto:** Llevar a cabo la dirección y un adecuado aprovechamiento de los recursos materiales y humano con lo que cuenta la empresa por medio de la delegación de autoridad para alcanzar la máxima eficiencia el logro de los objetivos fijados por la misma.

**Función básica:** Es la de planear, coordinar y dirigir las actividades administrativas, financieras y operativas que se realizan en las diferentes áreas a su cargo; así mismo supervisar el cumplimiento de las políticas y procedimientos generales de la empresa para el logro de los objetivos establecidos por la misma.

Identificación:

**Nombre del puesto** .....**Gerente General.**

Ubicación.....Gerencia general.  
 Nivel de jerarquía.....Tercer nivel  
 Jefe inmediato .....Director general  
 Tamo de control.....Gerente administrativo.

Objetivo del puesto: Coordinar y dirigir la operación de la organización, por intermediación del gerente administrativo, buscando cumplir los objetivos de la misma.

Función básica: La función del puesto es la de planear, organizar, dirigir y controlar las actividades de los departamentos, mediante la intermediación del gerente administrativo, para informar posteriormente al director general.

Identificación:

**Nombre del puesto .....Gerente administrativo.**  
 Ubicación .....Gerencia general  
 Nivel de jerarquía.....Cuarto nivel.  
 Jefe inmediato .....Gerente general.  
 Tramo de control.....Jefes de departamento

Objetivo del puesto: Dirigir la operación de la organización, apoyándose en los jefes de departamento buscando siempre la forma más eficiente de lograrlo y siempre con el objeto de mejorarla para alcanzar mayor prestigio.

Función básica: Debe de controlar y dirigir las actividades de los departamentos mediante la adecuada coordinación de los recurso que se tiene dentro de lo organización.

Identificación:



**Función básica:** Recopilar, ordenar y registrar por medios manuales, electrónicos o computacionales todas aquellas transacciones realizados por la empresa dentro de un periodo determinado con el objeto de clasificarla y llevar a cabo la elaboración de estados Financieros que permitan obtener una información verídica y oportuna.

**Identificación:**

**Nombre del puesto .....Jefe de producción**  
**Ubicación .....Producción**  
**Nivel de jerarquía.....Quinto nivel**  
**Tramo de control.....Consolista**  
**Peletizador**  
**Fogonero**  
**Molinero**  
**Micrero**  
**Auxiliar micrero**

**Objetivo del puesto:** Realizar de la manera correcta la elaboración de los alimentos, mantener inventarios de producto terminado y observar que las actividades se lleven a cabo de la manera más eficiente.

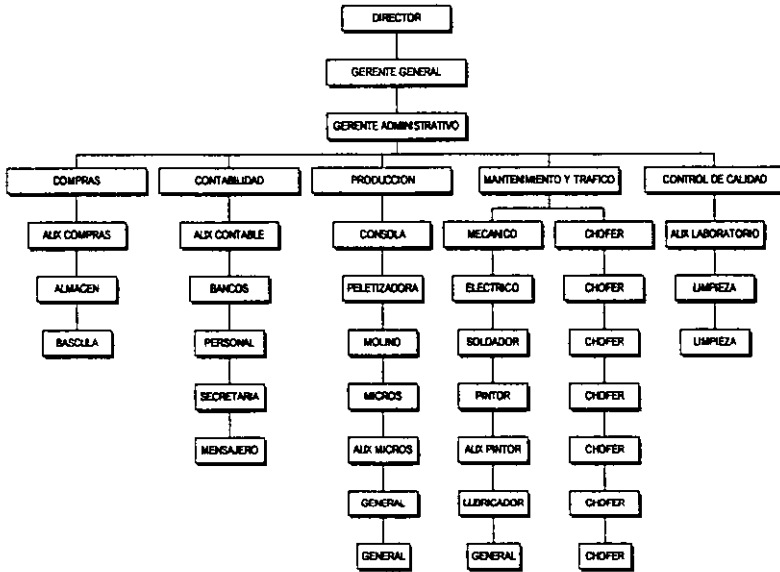
**Función básica:** Es la de conjugar los diferentes procesos a los que se someten los materiales para obtener el producto terminado de una excelente calidad y presentación.

**Identificación:**

**Nombre del puesto .....Jefe de mantenimiento y trafico**  
**Ubicación.....Producción**



## ORGANIGRAMA



#### 2.1.4. Procesos Técnicos

Desinfección.- El proceso de desinfección se lleva a cabo por medio de un arco sanitario, que consiste en un baño por aspersión de varias boquillas, a todos los vehículos que entran o salen de la planta. La aspersión es con un desinfectante de base de formaldehído, en solución acuosa. Dicha desinfección es rigurosa por la bio-seguridad que se mantiene en la planta y sus perímetros. El proceso es sencillo, cada vez que una unidad se aproxima a la puerta de la planta, ya sea para salir o entrar, el guardia debe de revisar los documentos que porta el chofer, y procede a prender el arco sanitario; El vehículo debe de circular despacio atreves del mismo, procurando que toda la unidad quede bien mojada ya que el desinfectante actúa por presencia.



1. Arco sanitario

Análisis de materiales.- Una vez que el camión ha pasado por el proceso de desinfección en él caso de que vaya a entrar, o que se encuentre listo para llevar el alimento, el laboratorio de control de calidad interviene, es indispensable que toda la materia prima que se reciba en la planta, pase por una serie de análisis de control de calidad. Lo que se busca en dichos análisis es comprobar la calidad de los materiales, conforme a lo garantizados en su



caso por los proveedores de materia prima, o por la producción de la planta en sí. El proceso es muy riguroso y metódico, siempre se debe de hacer de la misma forma. En materia prima que llegue a granel, se procede a un muestreo con un calador largo, y se debe de realizar en forma de mula de seis, sin importar si el camión es trayler, torton o rabón. En caso de que el material llegue en sacos, se toma una muestra con un calador corto, de aproximadamente el 5%. En el caso del producto terminado se usa de nuevo el calador corto pero ya en el camión cargado. Las muestras resultantes son de aproximadamente 3 a 5 Kg, dependiendo el material. También por norma la muestra resultante se divide en tres: la primera para analizar localmente (laboratorio de la planta) la segunda para analizar foráneo (laboratorio diferente al de la planta), y la tercera se queda como muestra de resguardo en el laboratorio entre dos y cuatro meses. Las pruebas más comunes que se realizan van desde humedad y densidad, hasta presencia de pesticidas y minerales pesados. Actualmente una de las preocupaciones más fuertes de los engordadores y nutriólogos, es la presencia de micotoxinas en los granos y pastas, que pueden mermar la producción de forma muy alarmante.

Posterior al análisis, el laboratorista emite una liberación del material, o el rechazo de la misma. Si el material queda libre por el laboratorio se procede a pesar y a descargar. Si por el contrario, el laboratorista no libera el material, este no podrá ser descargado dentro de la planta, por lo que el embarque es rechazado. Otra norma con que se cuenta es de que si el análisis es positivo, se debe de repetir dos y hasta tres veces antes de emitir un juicio. Cabe mencionar que la harina de carne y de pescado llevan sin embargo un proceso un poco diferente, ya que no se analizan antes de ser recibidas, mas sin embargo si la calidad del material es inferior a la garantizada por el proveedor, inclusive por debajo de las normas de calidad establecidas, el embarque debe de ser retirado de las bodegas de la planta por el proveedor inmediatamente después del

rechazo.

Si por el contrario se trata de producto terminado elaborado por la planta, y no pasa el control de calidad, ese lote debe ser aislado hasta que se tome una decisión de su salida.

El departamento de control de calidad, reporta directamente a la gerencia de la planta, ya que la responsabilidad es muy grande, y cuenta con autoridad suficiente para no permitir la entrada a material que no cumpla con las normas de calidad establecidas. En cuanto a las normas con que se cuenta, son establecidas en la Norma Oficial Mexicana, mas la normatividad que exigen los clientes a los que se les vende el alimento. Estas normas deben de ir bien especificadas en los contratos de compraventa, para que ambas partes estén en conocimiento de la calidad que sé esta pactando.



2.Laboratorio

**Pesaje.-** En el pesaje se procede a la identificación cuantitativa de las materias primas o producto terminado según sea el caso. El pesaje se lleva a cabo por varios pasos secuenciales empezando con la revisión de documentos por el basculista, el cual es el encargado de anotar en el ticket de peso el material que se esta pesando, la procedencia, el destino, vehículo, placas,

chofer y en el caso de materias primas el proveedor. También en él último caso, es el responsable de asignar el destino del material ya sea a un silo, bodega para su almacenaje, o a tolvas de trabajo. En el caso de la recepción de material que venga en costales, el basculista es también el responsable de la recepción. Debe de contar los bultos que se reciben e ir pesando al azahar algunos bultos, el tamaño de una muestra aproximada del 5% y posteriormente se promedia para verificar que efectivamente el proveedor esta cumpliendo con el peso facturado.

El equipo que se usa para el pesaje de los materiales es una bascula marca Fairbank Morse con capacidad de hasta 75.9 toneladas. Es una bascula tipo de balancín, que consiste de un balancín suspendido en un punto central de apoyo con un peso conocido en un extremo y el material a pesarse en otro. Cuando el balancín esta horizontal, los pesos son iguales en ambos extremos. Por ser tan grande la bascula se compone de un sistema de palancas, que hacen trabajar los balancines. Es responsabilidad también del basculista, que cada bimestre se realice una verificación de la bascula por un despacho autorizado. Dicho despacho emite un certificado donde especifica las condiciones de cómo encontró la bascula, la reparación o calibración si hubo y las condiciones como la deja. Se busca específicamente que la sensibilidad de la bascula sea la correcta. Por sensibilidad entendemos, la cantidad mínima de peso que se requiere para accionar el palancaje, y este a su vez, el balancín; se busca una sensibilidad de  $\pm 0.1\%$  de la carga estática que se esta pesando.



3. Báscula camionera

Molido.- "En este proceso se lleva a cabo la reducción de tamaño del grano, ya sea sorgo o maíz, para que cuando se lleve a cabo la mezcla con los demás ingredientes se cuente con una granulometría homogénea. La calidad de la molienda es un factor determinante de la calidad del alimento, ya que cumple con dos funciones básicas: el tamaño de la partícula no debe ser mayor o menor por la dispersión de los ingredientes a la hora del mezclado y a la hora del prensado (peletización) para la formación del alimento"<sup>6</sup>; y el único aglutinante natural con que se cuenta en la fórmula es el almidón del grano, que se encuentra en el núcleo del mismo y que si no se pulveriza la aglutinación no se lleva a cabo.

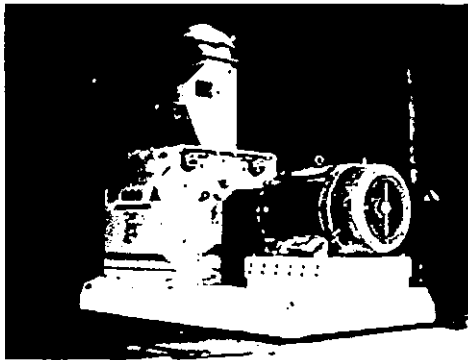
El proceso de la molienda se realiza por un molino de martillos marca Jesma Matador Multimill 3039 con 200 HP a 3600 RPM que consiste de una masa céntrica con 48 martillos de acero tungenado girando dentro de una criba de 90 cm de diámetro con abertura de 5/32". La molienda se da entonces suministrando el grano a la cámara de molienda, siendo este golpeado por los martillos hasta que logra pasar por los orificios de la criba en forma ya de

---

<sup>6</sup> Cenac, Greg, Particle size reduction, California Pellet Mill, Estados Unidos, 1998, pg 33

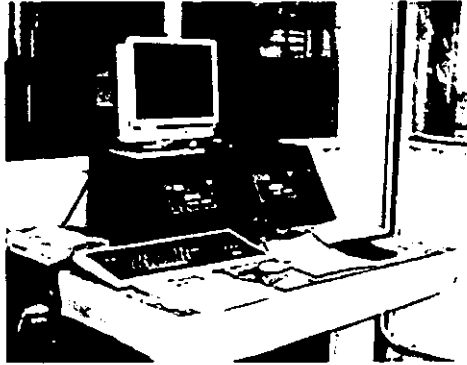
harina. La capacidad del molino es de aproximadamente 20 toneladas por hora. Específicamente el molino que se tiene es asistido por aire, para que la molienda sé eficiente y la merma se reduzca, esto es debido a que el grano se ve forzado a pasar a través de la criba por el golpeteo continuo de los martillos mas la asistencia de una corriente de aire que hace una succión, acelerando de esta manera que la criba se despeje además de pasar el aire por una serie de filtros donde los polvos mas finos se van depositando en una tolva para su posterior recolección.

La asistencia de aire aporta además una molienda más limpia ya que debido a los filtros, la harina resultante es mas limpia de impurezas; la temperatura de la harina es de dos a tres grados arriba de la temperatura ambiente al momento de la molienda; el ruido del molino sé vez disminuido por la falta de fricción del grano contra la criba; la vida útil del equipo (motor, martillos y criba) aumenta en mas de un 50% con relación a la molienda tradicional. Para llevar a cabo la molienda se cuenta con un suministro de tres puntos diferentes, directo de la reciba de granos, de los silos de almacenamiento o de las bodegas de almacenamiento. El grano que se ha molido se deposita en tolvas de trabajo, de las cuales posteriormente se dosifica para ser pesado y mezclado siguiendo con el proceso de producción.



4. Molino de martillos

Dosificación.- Este proceso junto con la molienda el mezclado y el prensado, son los más importantes dentro de la producción del alimento. La dosificación es la adición de los ingredientes de una formula a una tolva bascula, donde se pesan para posteriormente ser mezclados. La dosificación de los materiales es de vital importancia y se realiza en dos partes que se dividen por su naturaleza cuantitativa en macroingredientes y microingredientes. Los macroingredientes se encuentran en las tolvas de trabajo (9) que se encuentran ubicadas exactamente arriba de una tolva bascula, y se van dosificando por peso de acuerdo a la formula que se este trabajando. Cuando se alcanza el peso objetivo del ingrediente, se procede al siguiente. Además se cuenta con tres tolvas para ingredientes liquidas, las cuales como las de los ingredientes secos se van pesando hasta alcanzar el peso objetivo y se procede al siguiente. La tolva bascula es una bascula de cuchillas con una celda de carga para convertirla en digital, la cual tiene una sensibilidad de 50 kg. Lo que quiere decir que por cada cien kgrs que se dosifiquen, puede existir un error máximo de 2.5 kgrs. Cabe mencionar que el sistema de dosificación se encuentra completamente automatizado y es operado en su totalidad por una computadora, que además lotifica la producción y al final de cada corrida emite un reporte lote por lote. Cada lote es de 2.000 Kg y pueden variar entre tres y siete ingredientes dependiendo de la formula, y de un 3 a un 85% también dependiendo de la formula. Los más frecuentes son maiz, sorgo, pasta de soya y harina de carne y hueso.

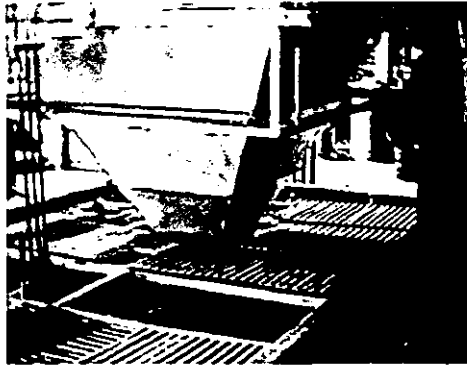


5. Dosificación por computadora

Los microingredientes se encuentran en los costales que los manda el proveedor, y se encuentran entarimados en una bodega especial y única para los mismos. El proceso aquí es diferente, un trabajador es el encargado de pesar los ingredientes uno a la vez y los va separando, una vez que se encuentran ya todos pesados, procede a mezclarlos para hacer una mezcla homogénea que posteriormente se adicionara a los macros para su posterior mezclado. El pesaje de los ingredientes secos microingredientes se lleva a cabo en una bascula electrónica de sensibilidad del 0.005 Kg, esto se debe a que, para cada 2,000 Kg de macros, se adicionan únicamente 35 Kg de micros y esto fuerza a que las cosas se deban hacer muy exactas. "Los micros varían de entre 9 y 21 ingredientes dependiendo de la formula, y de un 1% a un .007% también dependiendo de la formula. Los más frecuentes son las vitaminas, minerales, promotores de crecimiento, los aminoácidos, los secuestrantes de micotoxinas entre otros"<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Martin, Jason, Agregar los microingredientes manualmente, Watt, Estados Unidos, 1996, pg 27



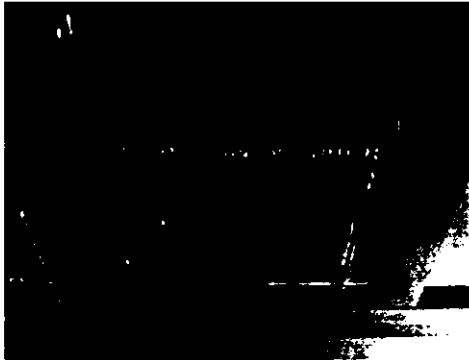
6. Tolva bascula

Mezclado.- "Este proceso se lleva a cabo para garantizar que la exactitud con la que se realiza la dosificación, se distribuya homogéneamente antes de realizar él prensado. El mezclado, considerado por muchos como el corazón de la planta, es un paso fundamental en la elaboración del alimento, ya que si este proceso es deficiente, aunque las materias primas sean de la mejor calidad, el alimento saldrá de muy baja calidad"<sup>8</sup>.

Lo que se busca con un mezclado eficiente es que cada porción de alimento, sin importar la cantidad que se produzca, tenga la misma cantidad de nutrientes. Para lograr esta eficiencia se cuenta con una mezcladora horizontal de fondo abierto de doble listón marca Jesma Matador modelo HB 5000, de capacidad de 2,000 Kg, la cual trabaja con un coeficiente de variación menor a 5. Con esto lo que se garantiza es que cada kilogramo de alimento que se produzca en la fabrica tenga como máximo una diferencia de 50 gramos. La función del mezclado se da llevando el producto de izquierda a derecha por el primero de los listones; y en sentido opuesto por el segundo. Se busca el tiempo optimo de mezclado, mismo que varia hasta por 30 segundos dependiendo



básicamente de los materiales que se van a mezclar. Los alimentos se componen por ingredientes sólidos y líquidos. Para la mayoría de los alimentos balanceados, se ocupan entre tres y seis ingredientes líquidos. Estos ingredientes se van dosificando mientras el resto de los ingredientes sólidos se mezcla.



7. Mezcladora de listones

Peletizado.- "El proceso de peletizado o prensado es relativamente moderno en la fabricación de alimentos balanceados, puesto que no tiene mas de cincuenta años. El peletizado se realiza por medio de un proceso mecánico en combinación con humedad, calor y presión. El proceso es básicamente hacer pasar a través de un dado de orificios de diámetro muy pequeño (3 mm) la mezcla de ingredientes por la aplicación de presión mediante unos rodillos que gira excéntricos a una flecha central; pero para llegar a este proceso primero se somete la mezcla a un tratamiento de calor por exposición a vapor seco saturado por aproximadamente 35 segundos, posteriormente se aplica la presión y el resultado es el alimento terminado con forma de pequeñas croquetas"<sup>8</sup>. "El peletizado tiene varias razones para aplicarse pero existen dos

<sup>8</sup> Fahrenholz, Charlie, Proportioning and mixing cost center, Department of grain science Kansas State University, 1998, pg 98

<sup>9</sup> Turner, Ron, Pelleting Process Handbook, California Pellet Mill, Estados Unidos, 1998, pg 2

que son las más importantes. Primero, el alimento peletizado mejora la calidad del alimento. Se combinan la humedad, el calor y la presión para gelatinizar o desglosar los componentes en los ingredientes de los alimentos, permitiendo una mejor utilización por parte de los animales<sup>10</sup>.

La peletización reduce la segregación de los diferentes ingredientes dentro del alimento terminado, asegurando que se consumen una ración equilibrada. El alimento en forma peletizada también reduce las pérdidas naturales como las pérdidas por viento y derramamiento. Segundo la peletización mejora las características para el manejo de los alimentos. El proceso de la peletización aumenta la densidad a granel permitiendo así más producto en un mismo espacio. El manejo de los alimentos se eficientiza ya que la densidad es de un 60%, lo que significa un ahorro de un 40% de espacio en comparación con un alimento no peletizado. El peletizado proporciona un medio para moldear la mezcla de alimento en partículas más grandes. Otra característica que últimamente se le ha atribuido al proceso de peletizado es la de esterilización de los alimentos, ya que con las temperaturas que se alcanzan por el vapor (entre 90 y 100 c) el alimento alcanza un grado de esterilización, eliminando posibles enfermedades que trajeran las materias primas. La peletizadora con que se cuenta es marca California Pellet Mill, modelo 3002 con un motor de 200 HP, con una cámara de peletizado de 1m3, con un dado de 3mm.

---

<sup>10</sup> Cenac, Greg, *Pelleting Process Handbook*, California Pellet Mill, Estados Unidos, 1998, pg 4



8. Peletizadora

Enfriado.- "Posterior al peletizado, el alimento sale con temperaturas superiores a los 100 c, por la fricción dentro de la cámara peletizadora, si el alimento no es debidamente enfriado, el pellet se desmorona por que se llena de humedad, además de que los almidones siguen desdoblados y expuestos a contaminación. El proceso de enfriado se da por una corriente de aire creada en un ciclón de 15 HP entubada y transportado por ductos, que desembocan en la parte inferior de un enfriado de contraflujo marca California Pellet Mill modelo 3590, realizando un enfriado por capas de cantidades uniformes. Con el aire a presión la humedad se condensa, por lo que el secado se da por aire libre de humedad o "seco", a diferencia de el secado espontaneo con aire a temperatura y humedad ambiente. El enfriado además realiza la función de la separación de "finos", que se reprocessan para que la calidad final sea la esperada"<sup>11</sup>.

---

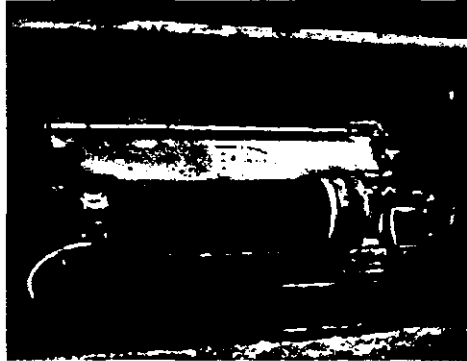
<sup>11</sup> Turner, Ron, Pelleting Proecess Handbok, California Pellet Mill, Estados Unidos, 1998, pg 91



9. Enfriador de contra flujo

Quebrador.- El alimento terminado después de ser secado tiene una presentación de croquetas de 3 mm de espesor por 20 mm de largo. El proceso de quebrado, se realiza para que en los alimentos de etapas iniciales se reduzca de tamaño de la croqueta, ya que los animales cuando son pequeños no pueden comer la croqueta grande. El quebrado se realiza por medio de un quebrador de rodillos California Pellet Mill modelo 3456, que tiene un par de rodillos paralelos de 14" por donde pasa el alimento, y dependiendo el tamaño que se requiera, es la abertura que se les da a los rodillos. Para realizar este proceso es muy importante que el alimento haya quedado muy bien peletizado, ya que por la naturaleza misma del proceso, se tiene a que se produzcan finos. El tamaño del pellet es muy importante durante las etapas de crecimiento de los animales, ya que dependiendo la raza y la edad es el tamaño del pellet que debe de comer. Si el quebrado se hace excesivo, a la hora de comer, los finos se van hacia el sistema respiratorio causando un diverso número de enfermedades en los animales. Si por el contrario la croqueta es muy grande a

la hora de tratar de comerla, el animal desperdiciara mucho alimento, lo que se traduce en altas mermas para el productor.



10. Quebrador de rodillos

Secado.- El proceso de secado del grano, no esta directamente relacionado con la producción del alimento, sin embargo es un proceso importante puesto que se lleva a cabo para la preservación de la materia prima mas usada en la fabricación de los alimentos balanceados. El grano que será utilizado para el alimento, no puede exceder de un 14% de humedad, condición que es muy difícil de conseguir cuando se tiene una humedad relativa de 70%, que se traduce en una humedad promedio del grano de entre el 16 y 18%. Para llevar a cabo la extracción de la humedad del grano, se requiere de una secadora de grano de fuego indirecto. El proceso de secado se dan por corrientes de aire caliente generadas por dos ventiladores de 15 HP cada uno, y un tercero que sirve para enfriar el grano una vez que se tiene la humedad deseada.

El proceso es muy similar al del enfriador de contra flujo que se ocupa para el alimento. La diferencia es que se debe de calentar el aire para que sustraiga la humedad del grano. La secadora es marca GSI modelo 2314,

con una capacidad de secado de 20 toneladas en cuatro puntos de humedad. Todo el grano que no llegue con 14% de humedad o menos, debe de ser secado para que posteriormente se almacene o se use inmediatamente en el alimento.



11. Secadora doble de fuego indirecto

Extrusado.- "El proceso de extrusión es relativamente nuevo en la fabricación de alimento y consiste en una prensa por la cual se hacen pasar diferentes materias primas, y es por medio de la aplicación de presión, que se logran temperaturas superiores a los 160 grados c, lo que le da a las mismas un valor nutricional mayor al desdoblar los almidones por medios mecánicos, en lugar de hacerlo por calor suministrado por vapor. Además en productos como el frijol soya, se obtiene la soya integral que como su nombre lo indica es un frijol soya a la cual en vez de sustraer el aceite, se le separa de la pasta e inmediatamente se le vuelve adicionar. Con este proceso la resultante es una pasta de soya aceitada que aporta una calidad mucho mayor al valor nutritivo del alimento, ya que el aceite que se le adiciona a los alimentos es extraído por procesos a base de ácidos, los cuales posteriormente se filtran para que el aceite quede limpio"<sup>12</sup>.

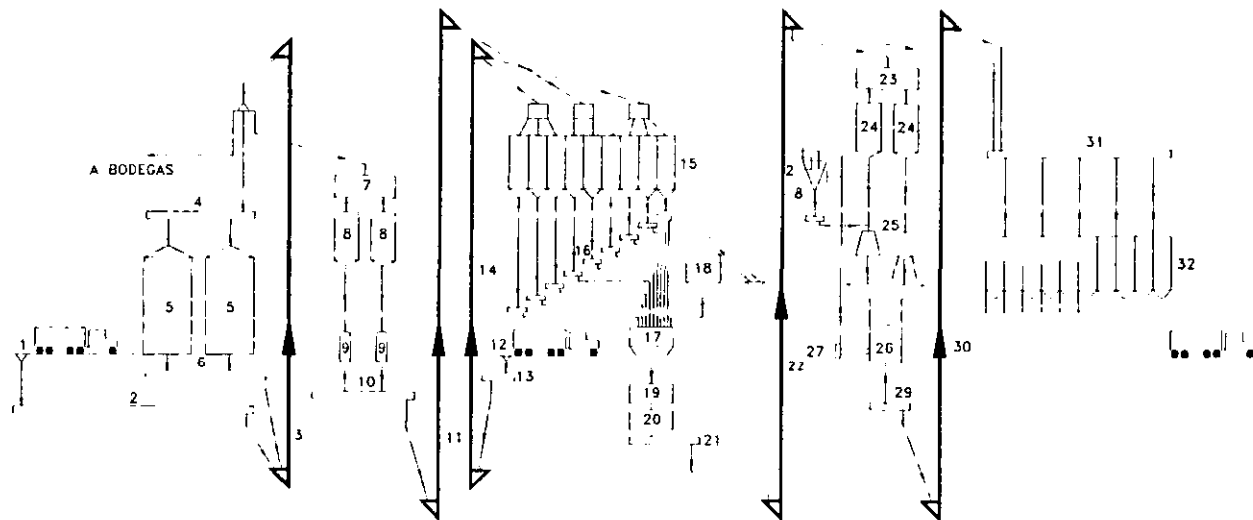
---

<sup>12</sup> Norman. Tim. Extrusion, Kahl, Alemania, 1998, pg 18



12. Extrusor en seco

# DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



PLANO No.3  
INSTALACIONES DE LA PLANTA NUTRIVER S.A DE C.V.  
FLUJO DE PRODUCCION  
PASO DEL TORO, MUNICIPIO DE MEDELLIN, VER.  
SIN ESCALA



## Descripción del diagrama de flujo del proceso

1. Reciba de granos
2. Transportador de la reciba
3. Elevador de la reciba
4. Transportador superior de silos
5. Silos para almacenamiento de granos
6. Transportador inferior de silos
7. Limpiador de grano
8. Tolva de molienda
9. Molinos de martillos
10. Transportador de grano molido
11. Elevador de grano molido
12. Reciba de pastas
13. Transportador de la reciba de pastas
14. Elevador de varios
15. Tolvas de trabajo
16. Dosificadores de tolvas de trabajo
17. Tolva báscula sólidos
18. Tolva báscula líquidos
19. Mezcladora
20. Tolva de espera
21. Transportador de la tolva de espera
22. Elevador de harinas
23. Limpiador de harinas
24. Tolva de peletizado
25. Peletizadoras
26. Enfriador de contraflujo
27. Extractor del enfriador
28. Ciclón
29. Quebrador
30. Elevador de producto terminado
31. Transportador superior de producto terminado
32. Tolvas de producto terminado

## 2.2 AUTOMATIZACION DE LOS SISTEMAS

### 2.2.1. Definiciones y conceptos sobre sistemas de información.

"Un Sistema de Información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio".<sup>13</sup> Estos elementos son de naturaleza diversa y normalmente incluyen:

- El **equipo computacional**, es decir, el hardware necesario para que el sistema de información pueda operar. Lo constituyen las computadoras y el equipo periférico que puede conectarse a ellas.

- El **recurso humano** que interactúa con el sistemas de Información, el cual está formado por las personas que utilizan el sistema, alimentándolo con datos o utilizando los resultados que genere.

- Los **datos o información fuente** que son introducidos en el sistema, son todas las entrada que necesita el sistema de información para generar como resultado la información que se desea.

Los **programas** que son procesados y producen diferentes tipos de resultados. Los programas son la parte del software del sistema de información que hará que los datos de entrada introducidos sean procesados correctamente y generen los resultados que se esperan.

Un Sistema de Información realiza cuatro actividades básicas las cuales son:

---

<sup>13</sup> Scott George M. Principios de Sistemas de Información, ed. McGraw Hill, México 1993, pág. 4

- **Entrada de Información.** La entrada es el proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Estas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. Esto último se denomina interfaces automáticas.
- **Almacenamiento de Información.** El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sesión o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos. La unidad típica de almacenamiento son los discos magnéticos o discos duros, los discos flexibles o diskettes y los discos compactos (CD-ROM).
- **"Procesamiento de información.** Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecidas"<sup>14</sup>. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un balance general de un año base.
- **Salida de Información.** Es la capacidad de un sistema de información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales, diskettes, cintas

---

<sup>14</sup> Davis Gordon B. *Sistemas de Información Gerencial*, ed. McGraw Hill, México 1993, pág. 69.

magnéticas, entre otros. Es importante aclarar que la salida de un sistema de información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso también existe una interface automática de salida.

### 2.2.2 Tipos de sistemas de información.

Se dice que en un futuro los sistemas de información cumplirán tres objetivos básicos dentro de las organizaciones:

1. Automatización de procesos operativos.
2. Proporcionar información que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones.
3. Lograr ventajas competitivas a través de su implantación y uso.

Los sistemas de información que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización, son llamados frecuentemente sistemas transaccionales, ya que su función primordial consiste en procesar transacciones tales como pagos, cobros, pólizas, entradas, salidas, etc. Por otra parte, los sistemas de información que apoyan el proceso de toma de decisiones son los sistemas de soporte a la toma de decisiones, sistemas para la toma de decisiones de grupo, sistemas expertos de soporte a la toma de decisiones y sistemas de información para ejecutivos. El tercer tipo de sistemas, de acuerdo con su uso u objetivos que cumplen, es el de los sistemas estratégicos, los cuales se desarrollan en las organizaciones con el fin de lograr ventajas competitivas, a través del uso de la tecnología de información.

Las principales características de esos tipos de información son:<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Scott George M. Principios de Sistemas de Información, ed. McGraw Hill, México 1993, pág. 102

**Sistemas Transaccionales.** Sus principales características son:

- A través de éstos suelen lograrse ahorros significativos de mano de obra, debido a que automatizan tareas operativas de la organización.
- Con frecuencia son el primer tipo de sistemas de información que se implanta en las organizaciones. Se empieza apoyando las tareas a nivel operativo de la organización para continuar con los mandos intermedios y, posteriormente, con la alta administración conforme evolucionan.
- Son intensivos en entrada y salida de información; sus cálculos y procesos suelen ser simples y poco sofisticados. Estos sistemas requieren mucho manejo de datos para poder realizar sus operaciones y como resultado generan también grandes volúmenes de información.
- Tienen la propiedad de ser recolectores de información, es decir, a través de éstos sistemas se cargan las grandes bases de información para su explotación posterior. Estos sistemas son los encargados de integrar gran cantidad de la información que se maneja en la organización, la cual será utilizada posteriormente para apoyar a los mandos intermedios y altos.
- Son fáciles de justificar ante la dirección general, ya que sus beneficios son visibles y palpables. El proceso de justificación puede realizarse enfrentando ingresos y costos. Esto se debe a que en el corto plazo se pueden evaluar los resultados y las ventajas que se derivan del uso de este tipo de sistemas. Entre las ventajas que pueden medirse se encuentra el ahorro de trabajo manual.
- Son fácilmente adaptables a paquetes de aplicación que se encuentran en el

mercado, ya que automatizan los procesos básicos que por lo general son similares o iguales en otras organizaciones.

Ejemplos de éste tipo de sistemas son la facturación, nóminas, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, contabilidad general, conciliaciones bancarias, inventarios, etc.

**Sistemas de Apoyo a las Decisiones.** Las principales características de estos sistemas son las siguientes:<sup>16</sup>

- Suelen introducirse después de haber implantado los sistemas Transaccionales más relevantes de la empresa, ya que éstos últimos constituyen su plataforma de información.
- La información que generan sirve de apoyo a los mandos intermedios y a la alta administración en el proceso de toma de decisiones.
- Suelen ser intensivos en cálculos y escasos en entradas y salidas de información. Por ejemplo, un modelo de planeación financiera requiere poca información de entrada, genera poca información como resultado, pero puede realizar muchos cálculos durante su proceso.
- No suelen ahorrar mano de obra. Debido a ello, la justificación económica para el desarrollo de éstos sistemas es difícil, ya que no se conocen los ingresos del proyecto de inversión.
- Suelen ser sistemas de información interactivos y amigables, con altos estándares de diseño gráfico y visual, ya que están dirigidos al usuario final

---

<sup>16</sup> Fremblay Paul, Jean. Ciencias de las computadoras, ed. McGraw Hill, México, pág. 39, 40

- Apoyan la toma de decisiones que, por su misma naturaleza son repetitivas y de decisiones no estructuradas que no suelen repetirse. Por ejemplo, un sistema de compra de materiales que indique cuándo debe hacerse un pedido al proveedor o un sistema de simulación de negocios que apoye la decisión de introducir un nuevo producto al mercado.
- Estos sistemas pueden ser desarrollados directamente por el usuario final sin la participación operativa de los analistas y programadores del área de informática

Este tipo de sistemas puede incluir la programación de la producción, compra de materiales, flujo de fondos, proyecciones financiera, modelos de simulación de negocios, modelos de inventarios, etc.

**Sistemas Estratégicos.** Sus principales características son:

- Su función primordial no es apoyar la automatización de procesos operativos ni proporcionar información para apoyar la toma de decisiones. Sin embargo, este tipo de sistemas puede llevar a cabo dichas funciones.
- Suelen desarrollarse dentro de la organización, por lo tanto no pueden adaptarse fácilmente a paquetes disponibles en el mercado.
- Típicamente su forma de desarrollo es a base de incrementos y a través de su evolución dentro de la organización. Se inicia con un proceso y función en particular y a partir de ahí se van agregando nuevas funciones o procesos.

- Su función es lograr ventajas que los competidores no posean, tales como ventajas en costos y servicios diferenciados con clientes y proveedores.
- Apoyan el proceso de innovación de productos y procesos dentro de la empresa, debido a que buscan ventajas respecto a los competidores y una forma de hacerlo es innovando o creando productos y procesos.

Es importante aclarar que en algunos casos consideran un cuarto tipo de sistemas de información denominado sistemas personales de información, el cual está enfocado a incrementar la productividad de sus usuarios. Dentro de ésta clasificación se encuentran las hojas de cálculo, los sistemas de procesamiento de palabras, utilización de agendas, calendarios, etc.

## **2.3. ANALISIS, DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMAS**

### **2.3.1. Ciclo de vida de los sistemas de información**

El desarrollo de sistemas, un proceso formado por las etapas de análisis y diseño, comienza cuando la administración o algunos miembros del personal encargado de desarrollar sistemas, detectan un sistema de empresa que necesita mejoras.

El método del ciclo de vida para desarrollo de sistemas, es el conjunto de actividades que los analistas, diseñadores y usuarios realizan para desarrollar un sistema de información.

En la mayor parte de las situaciones dentro de una empresa todas las actividades están muy relacionadas, en general son inseparables, y quizá sea difícil determinar el orden de los pasos que se siguen para efectuarlas. Las diversas partes del proyecto pueden encontrarse al mismo tiempo en distintas



fases de desarrollo; algunos componentes en la fase de análisis mientras que otros en etapas avanzadas del diseño.<sup>17</sup>

Antes de analizar la calidad en el proceso de desarrollo de sistemas es importante explicar el ciclo de vida de los sistemas de información. A continuación se explica de manera breve cada una de ellas:

**Nacimiento.** Esta fase da inicio al ciclo de vida con el seguimiento de una necesidad o de un requerimiento por parte del usuario. En este momento debe hacerse un estudio de factibilidad para decidir si en realidad se justifica el desarrollo del sistema.

**Desarrollo.** Una vez realizado un estudio de factibilidad, se procede al desarrollo del sistema en el cual se analizan los requerimientos y se elabora un diseño que servirá de base para el desarrollo. Además, se elaboran los programas necesarios para que el sistema pueda operar. La fase de desarrollo consiste en diseñar, construir y/o adecuar los programas que se requieren para resolver el problema del usuario.

**Operación.** En este momento el sistema ya está terminado y el usuario trabaja introduciendo datos y obteniendo información y reportes que soporten la operación de la empresa. Si el sistema no satisface los requerimientos funcionales del usuario o si se detecta algún error en los programas, es necesario pasar a la fase de mantenimiento.

**Mantenimiento.** Consiste en corregir los errores que se detectan en los programas o en las funciones que realiza el sistema. En esta fase además el usuario puede agregar nuevos requerimientos.

---

<sup>17</sup> Peterson James L., Silbers Chatz. Sistemas Operativos, ed. Reverte S.A., México 1991, pág. 71

**Muerte.** Un Sistema de Información llega a esta fase cuando deja de ser necesario o cuando debe reemplazarse por otro mejor. Si al sistema original se le hacen mejoras o cambios se inicia nuevamente el proceso, debido a que el sistema anterior ya ha muerto y se desarrollará uno nuevo.

### 2.3.2. Impacto de la calidad en el proceso de desarrollo de sistemas

Una vez que se ha analizado el ciclo de vida, hay que tomar en cuenta las variables que pueden impactar en el proceso de desarrollo. Estas variables son: calidad, especificaciones del usuario, recursos y tiempo. Es importante que el usuario del sistema conozca las variables que afectan el proceso de desarrollo para que coopere lo más posible y evite que el sistema que desarrolle presente problemas durante su operación.

**Calidad.** Se refiere a que el sistema satisfaga los requerimientos de confiabilidad y eficiencia de la mejor manera posible, y que éste no requiera mantenimiento o modificaciones una vez que se termina.

**Especificaciones del usuario,** son todos los requerimientos que define el usuario antes de iniciar el desarrollo del sistema, es decir, las funciones que necesita que realice. El sistema debe cumplir con todas las especificaciones y expectativas que tiene el usuario para que el proceso de desarrollo se considere exitoso.

**Recursos,** son las personas que realizan el proceso de desarrollo, el equipo y el dinero necesario para el desarrollo del sistema. Un desarrollo adecuado y competitivo deberá consumir la cantidad mínima de recursos sin sacrificar calidad ni las especificaciones de los usuarios.

Tiempo, se refiere a la duración de todo el proceso de desarrollo, desde su inicio hasta que está en operación. El desarrollo de un Sistema de Información debe cumplir con las expectativas de tiempo que fijan de forma conjunta el analista del sistema y el usuario.

Puede observarse que el cambio en cualquiera de las variables impacta en la calidad del proceso de desarrollo de sistemas. Es importante que desde la fase inicial se definan los requerimientos de calidad del sistema, y así también establecer las especificaciones del usuario y estimar correctamente el tiempo y los recursos que se requieren.

### 2.3.3. Métodos alternos para la adquisición de sistemas

Una vez que se analizan las variables que impactan en la calidad del desarrollo de sistemas y de conocer el ciclo de vida, es importante que una empresa u organización considere las tres diferentes fuentes o maneras de proveerse de sistemas.<sup>18</sup> Cada una de éstas se explica a continuación:

1. El método tradicional. Consiste en desarrollar el sistema internamente en la empresa o contratar servicios externos para ello. En este método se desarrolla un sistema específico para las necesidades de una empresa en particular, en la mayoría de los casos se utiliza para desarrollar sistemas estratégicos debido a que no existen sistemas similares en el mercado.
2. La compra de paquetes. Consiste en adquirir paquetes desarrollados y terminados o desarrollados de manera parcial, por otras compañías que se encuentran en el mercado de desarrollo de software.

---

<sup>18</sup> Prince Willson. Informática, ed. Interamericana, México 1985, pág. 40

3. El cómputo del usuario final. Consiste en que el usuario final del sistema sea el que desarrolle sus propias aplicaciones, para esto utiliza las herramientas computacionales disponibles como son los paquetes y lenguajes de cuarta generación. Normalmente no se requieren conocimientos profundos de programación para este tipo de aplicaciones.

Anteriormente el método tradicional era el más utilizado por las organizaciones, debido a la falta de paquetes disponibles y de herramientas fáciles de usar para el desarrollo de aplicaciones. Ahora es importante decidir si el sistema se desarrollará desde el inicio, se optará por comprar un paquete o por que el usuario final desarrolle su propia aplicación.

A continuación se estudiará con mayor detalle cada una de estas alternativas.

### **METODO TRADICIONAL**

Este método consiste en una serie de fases consecutivas que inician con un estudio de factibilidad de la realización del proyecto y terminan con la operación del sistema. A este método se le conoce como cascada o caída de agua debido a que las fases son consecutivas. A pesar de que se sigue un orden en la realización de cada una de las fases, es posible regresar a la fase anterior para hacer correcciones en caso de ser necesario.

Al estar un sistema en operación el usuario puede darse cuenta si cumple con las funciones que requiere o si es necesario incrementar algunas otras. En este caso es necesario regresar a las fases anteriores y hacer las correcciones.

Las fases de que consta el método tradicional son las siguientes:

a) **Factibilidad.** Consiste en realizar un estudio para ver qué tan factible es el desarrollo del proyecto, considerando los aspectos técnicos y económicos. Debe analizarse si en realidad un Sistema de Información ayudará a lograr los objetivos que se pretenden o si no es conveniente realizarlo, ya que hay maneras mejores de cumplir con los objetivos.

b) **Análisis.** Consiste en determinar las especificaciones del usuario del sistema, pronosticar los recursos que serán necesarios y estimar el tiempo de desarrollo. En esta fase se definen los datos que se van a introducir al sistema y la información procesada que se generará vía reportes o pantallas de consulta. Es importante que el usuario responsable autorice por escrito el análisis antes de iniciar con el diseño.

c) **Diseño.** Una vez realizado el análisis se prosigue con la fase de diseño, en la cual se traduce el análisis en forma de pasos o algoritmos que constituirán la base para la programación. En esta etapa se diseñan los procedimientos que servirán para cumplir con el objetivo del sistema y la forma de cómo entrarán los datos al sistema. Además, se especifica el proceso para producir los resultados deseados y la forma en que se van a transmitir esos resultados al usuario. Por último se define la forma en que los datos entrarán en la computadora.

Es necesario contar con técnicas adecuadas para realizar la fase de diseño y para tener documentado todo el proceso. Este diseño puede ser ascendente o descendente. Cuando se realiza un diseño ascendente, se inicia por los niveles operativos de la organización y, posteriormente, se definen los requerimientos de los niveles más altos, dependiendo de las necesidades de

sistemas que se tengan. En el caso del diseño descendente, el diseñador parte de la estructura global de la empresa y de sus objetivos y busca la mejor manera de satisfacerlos al desarrollar el sistema.

d) Programación. Consiste en elaborar los programas considerados en el diseño para cumplir con lo especificado por el usuario. Si la fase anterior se realizó adecuadamente, los encargados de desarrollar los programas sólo deberán seguir la secuencia que se especifica en el diseño. En esta fase se inicia la elaboración de la documentación del sistema, la cual servirá para que el usuario sepa cómo operar el sistema y qué hacer cuando se presente algún problema.

e) Pruebas. Consiste en verificar si el sistema cumple con las especificaciones del usuario y su correcto funcionamiento; es decir, probar que haga lo que el usuario desea y que lo haga bien. Antes de implantar un sistema debe probarse utilizando datos ficticios y reales con el fin de cerciorarse de que está libre de errores, ya que si un error no se detecta, impactará de manera negativa durante la operación del sistema.

Para realizar las pruebas puede utilizarse el modelo Kendall & Kendall, el cual consta de cuatro tipos de pruebas. El primer tipo de pruebas se realiza a nivel de los programadores para comprobar los programas utilizando datos de prueba o ficticios. El segundo deben realizarlo los analistas para probar el funcionamiento entre los programas, utilizando para ello datos de prueba, para verificar que el sistema trabaje como una unidad. En el tercero, participan los operadores, probando todo el sistema con datos de prueba y, por último, en el cuarto nivel participan los usuarios, probando todo el sistema con datos reales.

f) Implantación. Consiste en instalar el sistema en el ambiente en que

operará y en realizar los procesos necesarios para que opere correctamente. Al terminar esta fase el usuario puede iniciar con la operación real del sistema, para lo cual requerirá capacitación sobre el uso adecuado de cada una de las funciones que se realizan. En esta fase es muy importante que el usuario participe activamente para que la capacitación sea exitosa y después pueda operar el sistema en forma correcta.

g) **Operación.** Consiste en que el usuario utilice el sistema desarrollado en el ambiente real de trabajo, es decir, que trabaje con él para cumplir con los objetivos deseados al momento de definirlo. Esta fase del método tradicional corresponde a la fase de operación presentada en el modelo del ciclo de vida de sistemas.

Como ya se mencionó, las fases anteriores son consecutivas, el resultado de una es el inicio de la otra, pero es posible regresar a la fase anterior y, si es necesario, hacer correcciones o agregar nuevas funciones.

Existen dos conceptos relacionados con el proceso de aseguramiento de la calidad durante el desarrollo del sistema al utilizar la alternativa del método tradicional:

· El usuario del producto desarrollado es el factor más importante en el establecimiento y evaluación de la calidad, es decir, el usuario es quién determina si el sistema satisface con sus requerimientos.

Es mucho menos costoso corregir un problema de calidad en sus primeras etapas antes de que el problema se envuelva en quejas del usuario y resulte en crisis.

## **2.4 SISTEMAS DE CONTROL BASADOS EN COMPUTADORA**

### **2.4.1 Generalidades.**

Es sorprendente el número de alternativas para los sistemas de control disponibles para la industria de los alimentos balanceados de nuestros días. Lo anterior, hace muy difícil el proceso de selección. Esta tarea se complicará aún más conforme los avances tecnológicos sigan proporcionando dispositivos de control, equipo y sistemas más sofisticados aún.

Las palabras nuevas que se escuchan en las plantas de alimentos balanceados, son: computadoras compartidas, sistemas distribuidos de control, computadoras personales, computadoras industriales y PLC- se usan con frecuencia sin realmente detenerse a pensar los que significan. No queda duda de que una razón para ello es que las definiciones de los tipos y arquitectura de las computadoras se han hecho más difusas, puesto que las opciones de una de ellas ahora tiene el mismo o mejor desempeño que las de otra. Con frecuencia, las microcomputadoras trabajan a velocidades superiores a las de las minicomputadoras y computadoras principales de hace unos cuantos años. Las microcomputadoras, en especial los nuevos modelos de 32 bits, ofrecen un poder igual a las minicomputadoras a una fracción del costo. A pesar de este traslape de productos, sigue habiendo diferencias importantes entre estos tipos de sistemas de computadoras. Para que resulte más fácil hacer la selección, a continuación se desglosan los productos de control en grupos generales.

### **Computadoras Compartidas**



Por lo general, las computadoras compartidas son sistemas de computadoras más grandes, más poderosos y más rápidos. Funcionan en el primer lugar o casi, en la jerarquía del control de la planta de alimentos. Por lo general, realizan o coordinan actividades coordinadas de supervisión, como la reducción de los datos de rendimiento de fabricación y la administración de sistemas.

Las computadoras compartidas tienen interfase con sistemas de control de maneras distintas. En los sistemas muy pequeños, se puede usar un enlace sencillo de datos para conectar la computadora compartida al sistema de control. Los escenarios más grandes de control pueden requerir más de una computadora maestra. Es posible tener que combinar algunas unidades a un solo nivel.

### **Sistemas Distribuidos de control**

Los sistemas distribuidos de control (SCD) se fabrican específicamente para manejar sistemas de procesos con grandes números de puntos I/O. Debido a la naturaleza de distribución del sistema, se usan procesadores individuales lo más cerca posible del proceso. Esto significa que una falla no cerrará toda la operación de fabricación.

Las instalaciones de SCD del pasado eran generalmente más costosas que los sistemas de computadoras, con base en computadoras personales o industriales. En la actualidad, las tendencias son reducir el tamaño del hardware usado en estos sistemas. Los SCD cuentan ahora con sistemas con base en microprocesadores, con lo que estos sistemas tienen un costo menor, pero a la vez proporcionan el mismo rendimiento o uno superior por la mayor potencia y capacidades de la tecnología de los microprocesadores.

## **Computadoras Industriales**

La computadora industrial tienen mucho en común con un PLC (Controlador Lógico Programable). En el nivel fundamental, todas tienen una CPU (unidad de procesamiento), memoria e I/O (entrada / salida). Por lo general, muchos PLC usan los mismos microprocesadores para propósitos generales que las computadoras industriales. El PLC se desarrolló para el mundo industrial, con todo lo que eso implica. Principalmente, tenía que ser resistente y aguantar las variaciones en la temperatura, impactos y vibración. El PLC también tienen que manejar grandes cantidades de I/O.

Sin embargo, la computadora industrial se originó en un ambiente casi opuesto al del PLC. Las computadoras maestras, mini y personales fueron las precursoras de las computadoras industriales y han existido en el ambiente de las oficinas, donde no hay variaciones de temperatura, impacto y vibración.

La computadora personal tiene un mejor desempeño que el PLC en varias áreas importantes. Los PLC no tienen una interfase realmente buena con el operador. Se concentran exclusivamente en su lógica de control y transferencias de I/O. En el plano histórico, los PLC han usado dispositivos sencillos, como luces y botones indicadores y a pesar de que estas consolas eran coloridas y dinámicas, solo podían transmitir información rudimentaria.

En contraste con lo anterior, se encuentran las poderosas capacidades de gráficos y textos de la computadora industrial. La computadora individual con el software adecuado tiene una interfase extraordinaria con el operador. Las instrucciones del operador y los menús inteligentes del contexto pueden aparecer en la pantalla cuando y como se necesita. Las tablas históricas de las tendencias pueden mostrar, no sólo la situación actual del sistema, sino también

las condiciones que originaron ése estado. Se pueden presentar mensajes de alarma y de diagnóstico en el propio idioma del operador y hacerse cada vez más insistentes, si no se reconocen con prontitud.

También existe una diferencia entre las computadoras industriales y las computadoras "industrializadas". Las computadoras industriales diseñadas específicamente para el ambiente industrial ofrecen una operación a temperatura alta del ambiente, alta resistencia a los impactos y vibraciones, son compactas, tienen diseño modular, una electrónica robusta, facilidad de cambio de los componente, conexiones de tornillo a la terminal del campo, características todas que hacen que éstas computadoras se adapten a las difíciles condiciones de las plantas de alimentos balanceado. Por el otro lado, la computadora "industrializada" se ha adaptado para el ambiente industrial y básicamente consiste en una computadora personal de escritorio con un sistema reforzado de enfriamiento y abasto de energía.

Otra característica de la computadora industrial es su arquitectura abierta y amplia disponibilidad de software para las aplicaciones. Estos sistemas de arquitectura abierta se caracterizan porque se conforman a una norma. Algunos ejemplos de normas reconocidas de hardware son STD Bus, VME Bus y Multibus. Esta arquitectura abierta permite que el proveedor del sistema mezcle y adapte para obtener lo mejor de los ofrecimientos de varios fabricantes de productos.

La computadora industrial está programada en una gran variedad de lenguajes, desde los lenguajes de ensamblaje de bajo nivel hasta los de alto nivel, como FORTH, C y BASIC. Los lenguajes de alto nivel tienen el propósito de proporcionar una mayor eficiencia en la programación y promover soluciones en el software para los desafíos de las plantas de alimentos balanceados.

## **Sistemas basados en Computadoras Personales**

Cuando empezó a aparecer la computadora personal (PC) en las plantas industriales, muchas personas esperaban que pronto desaparecieran. Durante años, el PLC y la computadora industrial han sido los únicos procesadores de importancia en las aplicaciones de trabajos pesados. La idea de una "computadora de oficina" útil y, mucho menos que sobreviviera en las plantas, era simplemente risible. Una vez que se acoplaron las PC con los PLC y las computadoras industriales, se hizo aparente que las ventajas de una complementaban las desventajas de la otra.

La PC está menos optimizada para las tareas de control. De hecho, su mayor ventaja ha sido su capacidad de adaptarse a un gran rango de aplicaciones, que van desde el procesamiento de palabras hasta el análisis estructural, contabilidad y adquisición de datos. Sin embargo, la versatilidad de la PC necesariamente limita su efectividad en una aplicación, donde se le compara con una computadora industrial, optimizada para esta tarea. Por lo general, la PC no es tan efectiva como el PLC y la computadora industrial para controlar los procesos y equipo industriales.

Aunque su conjunto de instrucciones ha sido optimizado para la lógica de control, el PLC y la computadora industrial realmente no tienen las facilidades para algo que vaya más allá de un sencillo análisis de datos. Sus limitadas funciones de matemáticas y los requisitos de tiempo real para el procesamiento no permiten que el PLC y la computadora industrial realicen los cálculos sofisticados que requieren las técnicas, como el control estadístico de los procesos y los análisis para la predicción de fallas. Por el otro lado, la PC

puede aliviar con facilidad ésta carga del PLC y de la computadora industrial. Mediante el uso de una base de datos común y formatos matemáticos para los archivos, la PC puede hacer que los resultados en bruto, históricos y resumidos estén disponibles para las computadoras de cada oficina, para un análisis más detallado ó revisión de la gerencia. La disponibilidad de muchas interfaces estándar de la red para la PC hacen que sea especialmente sencillo transferir datos de la planta al resto de la organización. Por lo tanto, la PC tiene cabida en la jerarquía del sistema de control de la planta de alimentos balanceados.

### **Interfaces con el operador**

El equipo de control ha avanzado al punto que ahora cuenta con funciones análogas, discretas, secuenciales y de adquisición de datos. En la actualidad, podemos conjuntar funciones avanzadas de control, estrategias optimizadas de control y de matemáticas complejas, que antes eran poco prácticas, incluso con los sistemas de computadora compartida de hace poco tiempo.

No es esto tan fácil al otro lado del controlador, donde se sientan los operadores. Adelantos similares en la potencia del microprocesador han aparecido en las estaciones del operador. Sin embargo, toda esta tecnología no proporciona de manera automática al operador una mejor manera para supervisar y controlar la planta.

Cuando las personas empezaron a fabricar por primera vez, estaban en comunicación directa con el proceso. Cuando abrían manualmente las válvulas mientras observaban las mirillas, participaban todos sus sentidos -sentir las vibraciones, escuchar los cambios sutiles en las partes movibles y en el flujo de los líquidos y detectar el calor, brillo del color, endurecimiento, llenado y vaciado de las líneas y recipientes de los procesos.

En estos días, a los operadores se les han proporcionado herramientas más grandes y mejores para auxiliarlos a supervisar y controlar una planta de alimentos balanceados. Sin embargo, todas estas herramientas se encuentran entre ellos y el proceso. Se debe tener cuidado para asegurar que estas herramientas del operador tengan una interfase adecuada y eficiente para que reflejen lo que está sucediendo en el proceso.

### **Terminales monocromáticas y de color**

Las CRT monocromáticas y de color, con sus presentaciones relacionadas de gráficos, se usan como la ventana del operador para las presentaciones interactivas y dinámicas de los gráficos de los procesos, que cambian de color, intensidad o forma conforme cambian las condiciones del proceso y que se están convirtiendo en una norma en la mayor parte de los sistemas. Algunas terminales de los operadores también tienen la capacidad de una generación intensiva de informes, que se pueden imprimir de muchas maneras diferentes a demanda, tomando como base el tiempo o un evento, como por ejemplo, el final de un procedimiento de lotes.

### **Tableros y teclas suaves**

Por lo general, las estaciones locales usan tableros planos de tipo membrana. Estos reducen los problemas del polvo, derramamientos y atmósferas corrosivas. Las terminales modernas actualizan la información sumamente rápido gracias a mejores métodos para el manejo de datos dentro de la estación y a una mayor capacidad para adquirir los datos. Dichos desarrollos permiten que la interacción entre el operador y la pantalla de video se realice dentro de los tiempos humanos normales de respuesta.

Las teclas suaves son aquellas que cambian de función con condiciones diferentes, como un cambio en la presentación. La introducción de las teclas suaves proporciona una manera muy eficiente para seleccionar las presentaciones, simplificar los tableros y reducir la confusión.

### **Presentación de gráficos a color**

No hace muchos años, los sistemas de gráficos industriales a color eran terminales "tontas", manejadas por programas complejos de una computadora compartida, ubicada exclusivamente en cuartos de control protegidos y a duras penas capaz de mantenerse al ritmo de las actualizaciones del tiempo real. En la actualidad, las terminales más avanzadas de gráficos a color son microcomputadoras sólidas con sistemas operativos efectivos, con grandes áreas para el almacenamiento de archivos y con interfases con el usuario, que las hacen fáciles de usar y de integrar. Requieren de una participación mínima de potencia adicional para la actualización de imágenes, son construidas para usarse dentro de la planta y pueden ser actualizadas en corto tiempo.

### **Sistema I / O**

Los sistemas de entrada/salida (I/O) son los enlaces entre los sistemas computarizados de control de la planta y los instrumentos y equipo dentro de la planta, que afectan realmente el proceso. En el laboratorio, donde están controladas las condiciones ambientales y los sistemas participantes, limitados en su tamaño, el hardware de I/O de elección ha consistido principalmente de tableros que pueden conectarse directamente al bus de la computadora. Dentro de la planta, el hardware no solamente debe sobrevivir en condiciones difíciles,

sino que debe ser efectivo en costo en su instalación, mantenimiento y expansión.

Una señal entra por un extremo y sale por el otro. Lo que sucede entre estos dos procesos constituye la diferencia entre la entrada y la salida. La traducción de la señal es el común denominador. En el caso de un módulo de entrada, por lo general eso consiste en tomar una señal analógica -típicamente de los instrumentos del campo que dan a 4-10 ma, 0-10 v, o entradas de termopar- y traducirla en una señal digital para que la lean las computadoras y demás equipo digital de procesamiento.

Un módulo de salida regresa una señal multiplexada de la computadora o dispositivo de control y la convierte en una señal eléctrica estándar que produce una acción en alguna parte del equipo de la planta, como una válvula de control o motor.

## 2.4.2 usos en plantas de alimentos

### **Automatización en la recepción**

Los operadores de recepción están directamente relacionados con el departamento de comprar por las terminales de la red. Desde ellas, los operadores pueden llamar para hacer compras de productos básicos en uno o varios pedidos. Después de haber identificado la transacción en particular, entonces tienen a su disposición el registro de la transacción (i.e. proveedor, producto básico, cantidad comprada, si se entregó la cantidad en varios pedidos, la cantidad que resta en el contrato, la fecha del pedido original, más cualquier información adicional que se necesite presentar para el operador de recepción).



A continuación, el operador puede ver la transacción inmediata (i.e., peso bruto de la báscula para camiones, identificación del camión, identificador del proveedor, identificación del producto básico, inventario actual, distribución actual del almacenamiento, ubicación seleccionada para el almacenamiento y estado del equipo que lo llevará al lugar seleccionado). Cuando el operador no encuentra razón alguna para anular los datos, los acepta y el camión puede salir de la báscula y hacer la entrega.

La aceptación del operador automáticamente arranca el equipo de transportación en la secuencia adecuada hacia la tolva seleccionada de almacenamiento. Cualquier falla que evite que se establezca la ruta alerta al operador. Una vez que se ha terminado la entrega del producto básico, el camión regresa a la báscula para camiones para un pesado final. Este peso tara registrado, junto con la identificación del camión, se usan para registrar la transacción. La identificación del camión llama los datos originales del buffer de la memoria y después resta el peso actual del camión (tara) del anterior, lo cual indica la cantidad neta entregada.

### **Controladores inteligentes en las básculas**

Con el surgimiento de la tecnología digital, lo que ante eran mecanismos de indicadores de cuadrante o codificadores rotatorios, modificados para capturar el peso, ahora se han convertido en un controlador de báscula muy exacto e inteligente.

Este controlador puede leer, almacenar y mostrar los pesos de la báscula, junto con información adicional, como identificación del camión, identificación del vendedor, identificación del producto básico, pesos tara, neto y bruto.

Además, el controlador de la báscula ahora tiene capacidades estándar de comunicación por lo que se puede transferir esta información a otros dispositivos para su almacenamiento y/o procesamiento futuros.

### **Controladores para los molinos de martillos**

El control de los molinos de martillos ha tomado nuevas direcciones con opciones tales como llevar una programación total y horas de la molienda. Estos controladores tienen además la capacidad de especificar qué tolvas supervisar para detectar los indicadores de niveles bajos y a qué fuente sirven estas tolvas de destino. Cuando detecta un nivel bajo, un sistema de control para el molino de martillos establecerá cuál es el equipo correcto que se debe arrancar para establecer la ruta correcta al destino desde la fuente.

Todo el equipo arrancará en forma secuencial y se confirmará la ruta como operativa antes de los productos de la molienda. Una vez confirmada, el molino de martillos recibe el producto básico con una supervisión constante del amperaje (carga) en el motor del molino de martillos. Cualquier cambio en la carga, hacia arriba o hacia abajo, ocasionará que el controlador tome la acción adecuada, ya sea para aumentar o para disminuir la alimentación al molino de martillos. Cuando se detecta un límite alto en la tolva de destino, empezará automáticamente un cierre de manera secuencial del equipo, para tomar en consideración cualquier purga que pudiera requerirse antes del cierre, como el vaciado de un elevador antes de parar. Con la incorporación de un cortador de impulsos en el dispositivo de alimentación del molino de martillos, se logra un resumen volumétrico del total de las toneladas molidas del producto. Después, esto se actualiza en el inventario restando del inventario del grano entero y sumando al inventario del grano molido.

## Lotes y mezclado

El área de lotes y mezclado de una planta de alimentos balanceados es el común denominador de todas las ecuaciones de la automatización. Desde el principio hasta sus aplicaciones actuales, siempre ha ofrecido la retribución más grande y más inmediata en la inversión, ya sea en un mejor control de la calidad, la conservación de registros exactos o ahorros en mano de obra.

Desde la primera lógica del relé, pasando por la minicomputadora más reciente, hasta el sistema actual con base en el microprocesador, conforme ha avanzado la tecnología también lo han hecho las opciones correspondientes de los sistemas de lotes mezclados.

Los sistemas actuales tienen casi una capacidad ilimitada de memoria, microcomputadoras poderosas que pueden funcionar como procesadores compartidos en una red, pueden controlar plantas completas de alimentos, tienen opciones sofisticadas para la generación de informes, para hacer diagnósticos complicados y crean una interfase amistosa con el operador; todo lo anterior, con una creciente confiabilidad y rendimiento.

Una de las mayores contribuciones de la tecnología de los microprocesadores al sistema de lotes y mezclado ha sido su reducción en tamaño y consumo de energía y, al mismo tiempo, sus mayores capacidades de procesamiento. Debido a este tamaño y reducción de energía, ahora estos sistemas vienen en paquetes adecuados para el difícil ambiente industrial. Hay tanta confianza ahora en estos sistemas que se está poniendo en duda la necesidad de tener un apoyo manual.

Otra característica importante encontrada en muchos de los sistemas actuales de lotes es la capacidad de cargar directamente las Fórmulas Menos Costosas en la memoria de las fórmulas del sistema, eliminando pérdida de tiempo y entradas manuales sujetas a error.

### **Automatización de la peletización**

Quienquiera que haya sido testigo de la evolución del control de los lotes y el mezclado en los últimos diez años, puede esperar lo mismo de la automatización de la peletización. Las mismas razones que crearon los avances en la automatización de los lotes y del mezclado (i.e., mayor potencia, velocidad, confiabilidad y menor costo de la computación) afectarán la automatización de la peletización.

Conforme se coloca más enfoque y preocupación en aumentar la producción y calidad de las operaciones de peletización, la tecnología de los microprocesadores será la base para alcanzar estas metas. Desde el deseo de desafiar a la planta hasta la capacidad de actuar en favor de variaciones en las formulaciones, estos requisitos constituirán el futuro de la automatización de la peletización.

La automatización de las peletizadoras recordará los primeros parámetros de la corrida anterior de una formulación específica de mezcla, por lo que tendrá valores objetivo inmediato que perseguir. Una vez iniciada, la corrida es supervisada constantemente y se hacen ajustes con gran precisión y velocidad mientras el microprocesador desafía a la planta para que trabaje a su potencial máximo. Con estos datos a la disponibilidad, el sistema de peletización puede generar informes de producción, informes de corridas, actualizar el inventario e incluso producir valores de las corridas y de producción para cada dado.

## **Ruta de ingredientes / alimento**

Independientemente de la complejidad de los sistemas de lotes, recepción o descarga, ningún conjunto de hardware o software compensará las asignaciones incorrectas del ingrediente y alimento terminado a las tolvas. El dicho "si entra basura, saldrá basura" describe perfectamente las consecuencias de pesar los ingredientes incorrectos en un lote o de entregar los alimentos equivocados a un camión.

Una solución que se aplica comúnmente en nuestros días es que la computadora recuerde las asignaciones a las tolvas mediante códigos de los productos básicos. Ahora, cuando se está efectuando una transacción de recepción, la computadora no solo puede indicar al operador a dónde se ha asignado el producto básico, sino también establecer la ruta y arrancar el equipo. Todo esto se logra con una sola indicación del operador de que acepta el destino seleccionado. Obviamente, el operador puede hacer caso omiso de la computadora, pero el informe de lo que se hizo y quien lo hizo, quedará registrado de manera permanente.

No es raro que las plantas que están totalmente automatizadas tengan rutas operativas de manera simultánea para dichas funciones como recepción, transferencia de grano molido, mezcla y pellets. Obviamente, no sólo hay rutas operativas simultáneas, sino que también hay rutas múltiples para el mismo ingrediente o alimento. Una planta típica completamente automatizada puede acomodar hasta 400 rutas posibles con ocho de ellas operando de manera simultánea.

## **Descarga a granel automatizada**

Todos los alimentos terminados a granel entregados a tolvas de descarga están listos para su entrega. La frecuencia real de fabricación ha quedado establecida con anterioridad y programada en el sistema por el escritorio de pedidos de ventas o el despachador. En este punto, el operador de descarga o despachador usará la terminal de la red para decidir el orden de entrega para cada camión, más el compartimento deseado de la tolva, código del alimento y cantidad para la carga.

La carga puede estar compuesta de una sola entrega aun cliente o de varias entregas, cada una con su boleta correspondiente de entrega. Después, se alimentan estos datos en la computadora de facturación de la compañía para que se realice la secuencia adecuada de facturación.

### **Crecimiento y aplicaciones futuros**

El crecimiento y aplicaciones futuros de los sistemas basados en computadoras estarán encabezados por una mayor capacidad de procesamiento, por lenguajes avanzadas de programación y por software programable o configurable por el usuario.

Las compañías invertirán en lo más reciente de la automatización para permanecer competitivas y beneficiarse de las nuevas tecnologías. Las computadoras más poderosas y rápidas, equipadas con memoria abundante y software creativo, crearán capacidades tremendas para los sistemas de control de las plantas de alimentos balanceados.

Un desafío técnico importante en la industria de los alimentos balanceados consiste en que la mano derecha sepa lo que está haciendo la izquierda. Los

fabricantes de alimento necesitan integrar todas las funciones de su empresa, desde ventas hasta producción, embarque y cuentas por cobrar. Los aumentos más dramáticos se producen cuando la información operativa dentro de la planta se coordina con los sistemas de planificación y programación de producción.

### **Aumento de potencia de procesamiento**

Los microprocesadores de 32 bits y sus sucesores darán una mayor potencia de procesamiento a los sistemas computarizados de control, permitiendo una manipulación más refinada de las variables en el proceso de molinería.

El control de toda la planta y el SPC (Control Estadístico de los Procesos, por sus siglas en inglés) darán a los operadores información oportuna y clara sobre el proceso, mientras que la nueva generación de transmisores inteligentes proporciona la información a estos sistemas.

Algunos aspectos de la producción de los alimentos balanceados, en especial de la peletización, pueden beneficiarse de contar con más control sobre las variables, como temperaturas de la mezcla y ritmos de flujo.

Aumentarán la velocidad y facilidad de las comunicaciones, en especial en aquellos sistemas que tienen interfase con los sistemas de información de la gerencia. Las compañías querrán seguir usando su equipo existente, integrándolos en una red con los sistemas y software futuros para proteger sus inversiones pasadas en tecnología.

### **2.4.3 Lenguajes avanzados de programación**

El desarrollo de lenguajes avanzados de programación aumentará los beneficios de una mayor potencia de procesamiento. En términos de interfaces con el operador, los lenguajes avanzados de programación pueden ayudar a aquellos que desarrollen sistemas de control intensivos en gráficos y con software interactivo, que usen terminales y pantallas a color. Esos lenguajes harán que sea más fácil que el sistema efectúe las instrucciones del operador con mayor facilidad mediante el hardware del sistema ó dispositivos al nivel del piso.

### **Software programable, configurable por el usuario.**

Los lenguajes de programación más avanzados y complejos deben seguir facilitando el uso sencillo del sistema por parte del personal de la planta de alimentos balanceados, incluyendo la gerencia y operadores del sistema. Producto de las avanzadas capacidades de programación de nuestros días es el software programable y configurable por el usuario. Este software usa instrucciones en las terminales monocromáticas y a color para que los operadores pasen por las operaciones de los procesos de molinería, permitiéndoles que refinen y cambien los parámetros de producción de los alimentos. El software configurable y programable crea una forma de independencia para los usuarios de los sistemas de control, puesto que no dependen de los programadores y proveedores para crear o cambiar el software.

## **2.5 SISTEMAS CON BASE EN CONTROLADORES PROGRAMABLES**

### **2.5.1 Antecedentes Históricos**



A finales de la década de los sesenta, la necesidad de una flexibilidad en la fabricación, una adaptabilidad en la línea de ensamble para nuevos diseños de productos y la necesidad general de cambiar los sistemas electromecánicos de los relés llevaron a la industria automotora al primer Controlador Lógico Programable (PLC, por sus siglas en inglés). En 1968, General Motors Corporation, Hydramantie división, crearon las especificaciones para el primer PLC. El sistema debía incorporar la flexibilidad necesaria en la fabricación, la facilidad de programación, los requisitos de re-uso y la capacidad de aguantar el ambiente de la fábrica. Aunque el primer PLC estaba limitado a las operaciones secuenciales sencillas y al control básico on / off, el PLC se había establecido como una parte integral de la fabricación moderna. En retrospectiva, el PLC de nuestros días incorpora las mismas capacidades básicas que su predecesor. Sin embargo, el hardware, programación y capacidad de control siguen evolucionando a un ritmo sorprendente.

Como es el caso con la tecnología moderna, la industria aeroespacial y pesada establecen los usos primarios que encabezan el desarrollo de hardware y software. Con el PLC, como es el caso con casi todo el hardware y software de computación, la flexibilidad inherente en el diseño reduce las brechas de requisitos que existen dentro del complejo industrial.

Las aplicaciones para el PLC en las plantas de alimentos balanceados empezaron desde 1974. Southern States Cooperative de Richmond, Virginia, junto con Martín Decker de Santa Ana, California, diseñaron y construyeron el sistema de rutas corriente abajo para lotes y mezclado, basado en un PLC e integrado con una minicomputadora compartida para la adquisición de datos en Baltimore, Maryland. Después de este esfuerzo, en 1976, las dos compañías diseñaron y construyeron dos sistemas completos de control, con base en PLC, para plantas de alimentos balanceados localizadas en Park City y Winchester,

Kentucky, R.A. Messenger de Southern States Cooperative y Pete Anderson de Martin Decke, implantaron el concepto de control total para la planta con sistemas basados en PLC. Desde entonces, las compañías de alimentos, grandes y pequeñas, han instalado con éxito sistemas de control basados en PLC en todas las áreas de fabricación de las plantas de alimentos balanceados. Los sistemas varían desde controladores básicos de carga para sistemas de molienda, pasando por islas independientes de automatización como controles de la peletización, hasta sistemas completos de control para la planta que incluyen todos los aspectos de fabricación. El futuro presentará la integración del control de fabricación basado en PLC, la administración de energía, el mantenimiento preventivo / predictivo y el control de calidad con uso de métodos estadístico

### 2.5.2 Descripción General y Configuración

La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA, por sus siglas en inglés) ha definido un controlador programable lógico como un aparato electrónico digital con una memoria programable para almacenar instrucciones para implantar funciones específicas, como lógica, secuencias, tiempo, conteo y aritmética para controlar el equipo y procesos. El PLC básico está compuesto de cuatro componentes funcionales, que son: la Unidad Central de Procesamiento (CPU), Memoria, Abasto de energía y la estructura de Entrada / Salida (I/O).

#### CPU

La CPU, en conjunto con el programa almacenado para el usuario (i.e., lógica de escalera), y el firmware (software operativo ejecutivo) de los vendedores de

PLC, forman la inteligencia básica del PLC. Durante la ejecución del programa, la CPU lee las entradas colectivas sensorias (interruptores de límite, transductores, etc.), soluciona la lógica del programa del usuario y actualiza las salidas requeridas por la lógica. A este ciclo continuo se le conoce como el sean.

Por definición, el término CPU comprende no sólo el procesador del sistema, sino todos los elementos que forman inteligencia del PLC. El procesador realiza las rutinas matemáticas, de manejo de datos y de diagnóstico para el sistema. En los PLC de la actualidad, se emplean varios procesadores para realizar las operaciones entre los controladores y los dispositivos inteligentes de I/O. Este método de multiprocesamiento reduce en gran medida el tiempo general de respuesta para el control de los procesos de un controlador basado en PLC.

## **Memoria**

La memoria en un PLC típico está compuesta de dos componentes principales, que son la Memoria de Lectura (ROM) y la Memoria de Acceso al Azar (RAM). El programa operativo ejecutivo del vendedor de PLC se almacena en la memoria con base en ROM, debido a su diseño volátil. La memoria de aplicaciones / usuario está basada en RAM, con respaldo de baterías para conservarla en caso de una pérdida de energía. La memoria RAM está dividida para la memoria del sistema y la memoria de aplicaciones / usuario. Por lo general, los vendedores definen la capacidad de la memoria en término del área de memoria de las aplicaciones / usuario (i.e., 64 K RAM). El área de la memoria de las aplicaciones consiste de lo siguiente:

- Tabla de entrada
- Tabla de salida

- Registros de almacenamiento

- Registros de entrada (codificadores, analógicos)

- Registros de salida (analógicos, presentaciones BCD)

- Registros de espera (posiciones establecidas de regulador de tiempo y conteo / acumulados)

- Tabla de bits

Quando se seleccione un PLC para cualquier aplicación, se deben tomar en consideración los requisitos del programa del usuario. ¿Cuántos bits de almacenamiento se usarían, o reguladores de tiempo, de conteo y registros de almacenamiento? ¿Requerirá el programa de aplicaciones actualizaciones frecuentes o se instalará, se corregirán los errores y se almacenará permanentemente? Estas decisiones iniciales establecerán el tipo y capacidad de memoria requeridos. Un factor adicional de seguridad consistirá en proporcionar de 25% a 50% de memoria adicional sobre las necesidades inmediatas para cambios y ampliación futuros.

### Abasto de Energía

Aunque la CPU y la memoria dan la emulación de inteligencia para el PLC; el módulo de abasto de energía proporciona los voltajes operativos necesarios para alimentar todo el sistema. Por lo general, los abastos de energía del PLC están diseñados para voltajes de entrada de CA en el rango de 120 V CA y 220V CA. También hay abastos de energía que aceptan 24 V CD. El abasto moderno de energía regula la salida del voltaje y advierte a la CPU si se han comprometido las tolerancias del voltaje de entrada o de salida, causando un paro del sistema. Cuando se seleccione un abasto de energía, el vendedor de PLC proporcionará la cantidad de amperios necesaria (i.e., 10 amperios a 5 V

ESTA TERCERA NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CD) para los dispositivos instalados de I/O. Sin embargo, el usuario final debe estar consciente que para una expansión futura, el abasto de energía debe ser parte de los puntos generales a considerar. Las sobrecargas en el abasto de energía pueden ser intermitentes y especialmente difíciles de detectar debido a las combinaciones de salidas que pueden crear la situación.

Una reflexión adicional al decidir los requisitos de abasto de energía es la de la condición de la energía. Es posible que el voltaje de la línea de abasto de la compañía de servicio esté corrupto con respecto al uso en el equipo de computadoras. Aunque los PLC están diseñados para una buena durabilidad en el ambiente industrial, no son menos susceptibles a los problemas relacionados con la energía.

El usuario final de hardware del PLC debe tomar en consideración un transformador de voltaje constante. Este compensa los cambios de voltaje en la línea (primaria) para mantener un voltaje constante a su salida (secundaria) al PLC. Dependiendo de la aplicación y de la distribución del sistema total de control, podría requerirse un Abasto de Potencia Ininterrumpida (UPS, por sus siglas en inglés). El UPS carga sus baterías internas con voltaje de la línea de CA y, gracias a ellas, un circuito inversor reproduce la onda sinusoidal de la CA para el punto óptimo en aislamiento y regulación. Una fuente de energía limpia y confiable está relacionada con el rendimiento del sistema y con la vida general de servicio de su PLC.

### **Entrada / Salida (I/O)**

El subsistema de I/O implanta la conexión física, o del mundo real del PLC al proceso y equipo que se está controlando. El controlador detecta y mide el proceso con las entradas sensoriales y, basado en la programación, responde

con salidas que corresponden a los datos de entrada y programación para operar motores, válvulas, bombas y alarmas.

Los primeros PLC operaban con dispositivos discretos de I/O. Esto significa que una entrada o salida era separada y distinta, normalmente on/off, o abierta/cerrada. Por lo general, las entradas discretas eran interruptores de selección, interruptores de límite, contactos de relé e interruptores de nivel. Las salidas discretas se referían a relés arrancadores de motores, solenoides, válvulas y alarmas. El hardware discreto se ofrece en rangos de voltaje de 24-230 Voltios CA/CD, TTL (5 V CD) y tipos de contacto seco o de no voltaje.

Los PLC no sólo operan control discreto de I/O, sino también interfaces analógicas. Las entradas analógicas convierten los valores analógicos de voltaje o corriente recibidos de dispositivos de campo al valor digital equivalente (0-9999 BCD ó 0-32767 decimal), y almacenan el valor en registros de trabajo del PLC (memoria) para que lo use el programa de aplicaciones. Las entradas analógicas se generan de dispositivos, como transductores de temperatura, celdas de carga, transmisores de flujo, sensores de presión y potenciómetros de tablero. Las salidas analógicas son señales de voltaje o corriente generadas por el PLC, que se han producido de valores digitales derivados en el programa de aplicaciones. Las salidas analógicas proporcionan señales para las servo válvulas, actuadores, transmisiones de frecuencia variable, medidores de tablero y controladores de punto establecido. El hardware analógico se ofrece por lo general en 4-20mA, 0-5 V CD y 0-10 V CD. Junto con la I/O discreta, la capacidad analógica permite en control total de los procesos dentro del PLC moderno.

## Opciones

El hardware de Entrada/Salida se complementa por una gran variedad de hardware para propósitos especiales. Este realiza comunicaciones, acondicionamiento de las señales, control de propósitos especiales, instrucciones y lectura de códigos de barras.

Los PLC se pueden enlazar a través de una red para datos y escrutinio de procesos compartidos de los sistemas de supervisión (compartidos). Lo anterior se logra usando un Módulo de Interfase en la Red. El módulo de la red está diseñado para permitir que varios dispositivos inteligentes y PLC se comuniquen a gran velocidad en una red en el área local. Asimismo, la interfase con la red permite que el usuario tenga acceso directo a cualquier PLC para la programación. Otro concepto relacionado con las comunicaciones es el Módulo Adaptador Remoto. Es posible controlar estantes de hardware adicional de I/O a control remoto desde el estante primario, que contiene la CPU, con un módulo adaptador remoto para las comunicaciones. La CPU primaria da instrucciones y recibe datos e entrada del estante remoto por medio del módulo adaptador remoto. Las interfaces con la red y las capacidades del estante remoto tienen sus limitaciones.

Los fabricantes de PLC también proporcionan componentes de hardware para procesar con anterioridad las señales que caen afuera de la capacidad y habilidad del hardware estándar. Este hardware puede incluir:

- **Entrada de termo par:** Procesa y digitaliza con anterioridad señales de temperatura de bajo voltaje para la CPU.
- **Entrada de alta velocidad:** Las señales de impulso con duración de los impulsos de 50-100uS se pueden capturar y permanecer válidas para el sean de un programa.
- **Amplificador de medidor de esfuerzo:** Recibe y amplifica la salida de alto voltaje de las celdas de carga.

En esta misma categoría de hardware se incluye la I/O inteligente. La I/O inteligente no sólo procesa con anterioridad las señales y controles de los dispositivos de campo, sino que proporciona una CPU local para realizar las tareas de procesamiento, independientes del PLC CPU primario. Este método para distribuir las tareas de control dentro de un PLC se conoce como procesamiento distribuido.

El hardware que cae en la categoría de control inteligente está generalmente limitado a:

- **Módulo PID:** Realiza el algoritmo proporcional-integral-derivativo para el control de procesos de circuito cerrado.
- **Interfaces de servo motor:** Aplicaciones especializadas para el control de motores.

El módulo PID se usa para implantar el algoritmo de control de circuito cerrado. Se supervisa una cierta variable de un proceso (temperatura, cantidad de flujo) contra un punto establecido deseado. El módulo recibe el punto establecido, descarta errores y actualiza el tiempo desde la CPU primaria. Se recibe la variable del proceso en forma analógica, se convierte a digital y el programa computa el error entre el punto establecido y el punto real. La ecuación PID controla la salida y toma en cuenta la magnitud del error por la ganancia proporcional (proporcional), el valor del error en un período de tiempo (integral) y la cantidad de cambio del error (derivativo). Estos valores se expresan en forma de ecuación y el fabricante del PLC los proporciona en forma de documentos. Se debe observar aquí que el conjunto de instrucciones en escuadra de los PLC modernos realizan la ecuación PID y promueven el uso de hardware estándar (analógico) para realizar esta función. Los Módulos de Motor



Stepper proporcionan una salida de tren de impulso a los motores equipados con codificadores que rigen la distancia, velocidad y dirección. Las interfaces Servo combinan el impulso de alimentación de un codificador resolutor de motores para generar un voltaje error, que se dirige por un convertidor digital analógico a la activación de un motor de CD. Los sistemas que emplean estos tipos de motores incluyen alimentadores de banda de peso, equipo de empaquetado y robots industriales, que normalmente están equipados con controles que manejan aplicaciones stepper y servo.

Los fabricantes de PLC proporcionan interfaces con hardware de presentaciones remotas y lectoras de códigos. Los módulos de ASCII (Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información) permiten que el PLC envíe/reciba corrientes codificadas de datos de ASCII a/de presentaciones remotas para dar mensajes a las estaciones manuales de adición, por ejemplo. Asimismo, es posible incorporar impresoras, terminales de presentación de videos y lectores de códigos de barras a la magnitud del diseño de PLC con el Módulo ASCII.

### 2.5.3 programación/ software/interfaces

#### **Programación**

El lenguaje de diagrama de escalera es la herramienta predominante de programación en los PLC. Desde el inicio de los PLC, se vio la necesidad de reemplazar los paneles de control de relé. Los paneles de relé contenían docenas de enchufes de relé de cables duros con diagramas relacionados de cableado, que parecían una escalera eléctrica. Por lo tanto, se desarrolló el método del diagrama de escalera de programación. Ha sido aceptado en gran

medida debido a la uso de la misma simbología eléctrica, con la cual están familiarizados casi todos los técnicos y electricistas de las plantas.

Otro lenguaje de programación disponible para el PLC es Boolean. Los principios básicos de Boolean se derivan de las disciplinas del Álgebra Boolean, un medio para solucionar circuitos digitales lógicos a su nivel rudimentario. Boolean es un lenguaje de bajo nivel, compuesto de operadores lógicos: NO , Y y O. El conjunto total de instrucciones de Boolean tiene la capacidad de implantar toda la funcionalidad del conjunto de instrucciones de los diagramas básicos de escalera. El conjunto de instrucciones de Boolean está representado por abreviaturas de tres o cuatro letras, conocidas como mnemotecnica. Las instrucciones mnemotécnicas se parecen en su forma programada y programa de lenguaje de ensamble.

Los lenguajes de alto nivel también existen para el PLC. Casi todos los fabricantes de PLC que apoyan lenguajes de alto nivel emulan el popular lenguaje de las computadoras personales, conocido como BASIC. La similitud a las declaraciones al estilo del inglés hacen que este sea el lenguaje preferido de programación, sobre la lógica de escalera para aquellas personas que no están familiarizadas con la lógica de los relés eléctricos.

La última técnica de programación que se describirá son las Tablas de Función Secuencial. Esta herramienta de programación permite que el operador cree diagramas de flujo de tipo "tablas de flujo", que incorporan la lógica para ejecutar el conjunto de instrucciones del PLC.

Debido a que el lenguaje de diagrama de escalera es el más popular, la presentación se limitará al mismo. El lenguaje de diagrama de escalera es un conjunto de instrucciones simbólicas que incluye lógica de relé, reguladores de

tiempo y de conteo, manipulación de datos lógicos y aritméticos, transferencias de datos y control del programa de flujo. El propósito primordial del programa de escalera es controlar las salidas, tomando como base las condiciones de entrada. La estructura básica de la línea del programa se conoce como "peldaño". Un peldaño es la línea horizontal de instrucciones de contacto de entrada, que empiezan con el barandal izquierdo de la escalera y continúan hacia el barandal derecho, para terminal con un rollo de relé. Para que se "encienda" el rollo de relé, ya sea un rollo interno o un módulo físico de salida, el peldaño debe ser "verdadero". Esto significa que por lo menos un camino de izquierda a derecha debe tener "continuidad lógica" para que el peldaño sea verdadero. Las instrucciones equivalentes de la lógica del relé son la forma más sencilla del conjunto de instrucciones en escalera.

El conjunto de instrucciones de escalera del PLC no era capaz de un control completo de los procesos usando únicamente las instrucciones de la lógica del relé. Se necesitaban instrucciones de un nivel más alto para realizar los cálculos, regular el tiempo y el conteo, el manejo de datos y las operaciones lógicas y de comparación. Se usan las instrucciones matemáticas para lograr las operaciones matemáticas básicas.

El PLC moderno tiene una gran variedad de instrucciones en lenguaje de escalera para controlar y manejar procesos y sus datos relacionados. Recorra a la guía de programación de los fabricantes del PLC específico para establecer el conjunto de instrucciones de apoyo. Cada aplicación decidirá el PLC particular que se requerirá dentro de las líneas de productos del PLC pequeño, mediano o grande de un fabricante para que realice el nivel deseado de control y que proporcione el lenguaje preferido de programación.

## **Software**

Todos los fabricantes de PLC proporcionan un medio para programar su línea de PLCs. Los programas proporcionados crean el lenguaje de diagrama de escalera en una computadora personal (PC) o en la interfase proporcionada por el vendedor (terminal, dispositivos de hardware). El software está adaptado para que el usuario final no tenga dificultades en seguir el proceso de diagrama. En los primeros días de la programación de PLC, los programas estaban codificados en forma binaria o hexadecimal y se cargaban a los dispositivos ROM mediante una cinta de papel, lo cual constituía un trabajo muy engorroso. El software basado en PC es funcionalmente similar a otro software de PC. Esto significa que usa las teclas de funciones, aparecen menús y las operaciones de salvar/editar colocan al usuario de PC en un ambiente conocido. Todo el conjunto de instrucciones de escalera de apoyo se selecciona con facilidad y el usuario lo coloca en el diagrama de la escalera. El software proporciona el nombre de los elementos de los peldaños (entradas, salidas, rollos internos) o crea referencias simbólicas para usarlas posteriormente (i.e., válvula 1). Una vez programado, el usuario final tiene a su disposición una copia impresa completa del diagrama de escalera, de las referencias cruzadas relacionadas y de las definiciones del rollo. El programa terminado se puede cargar directamente al PLC o se puede guardar en el disco duro o en un diskette.

## **Interfases**

El PLC ofrece una variedad de interfaces de hardware para la programación y solución de problemas. Por lo general, el módulo del procesador proporciona un conector en el frente del tablero para establecer en enlace de comunicaciones con dispositivos externos para la supervisión en línea de la lógica y con la carga/descarga de programas. Asimismo, el Módulo de Interfase con la Red proporciona un medio para hacer una conexión sencilla con el

módulo de cualquier procesador en una red de PLCs, con lo que se puede tener acceso a todos los PLC en una red. Ahora, se puede programar el PLC de las PC equipadas con tarjetas de interfase o por terminales inteligentes programadas por el vendedor o por dispositivos personales, que se parecen a una calculadora con una pequeña pantalla de cristal líquido (LCD). Las terminales inteligentes y los dispositivos personales proporcionan teclas especiales para diseñar, modificar y solucionar los problemas de un PLC. Las PC logran la misma funcionalidad con software.

#### 2.5.4 Aplicaciones en las plantas de alimentos balanceados

Desde mediados de la década de los setenta, se han automatizado casi todos los procesos en las plantas de alimentos balanceados. Desde la recepción hasta la descarga, la automatización ha encontrado un propósito en las aplicaciones de las plantas modernas. Los sistemas de rutas (i.e., transportadores, elevadores, válvulas y distribuidores) han sido la aplicación más sencilla. Resulta fácil ver la complejidad cuando se controlan los procesos de lotes mezclado, peletizadoras, y extrusión, acoplados con las aplicaciones de rutas y líquidos en línea y examen.

#### **RUTAS.**

El sistema de rutas es un ejemplo del uso del control I/O "discreto". Por lo general, los motores, válvulas y distribuidores siguen un orden secuencial de arranque y paro. La secuencia de arranque proporciona las posiciones del distribuidor y válvulas y después arranca en orden cada motor en la ruta. Cualquier falla da como resultado un paro en cascada desde el dispositivo con falla (motor, válvula) a la fuente de la ruta. En todos los procesos de la

molinería interviene el sistema de rutas y se repiten muchas rutinas lógicas de escalera en las rutas a lo largo de un sistema basado en PLC. Recepción utiliza el control I/O "discreto" como su lógica primaria. Por lo general, la interfase con el hardware de las básculas de recepción constituye el grado de sofisticación en esta área.

### **Lotes / mezclado**

Los lotes/mezclado es un diseño característico de la planta física. En la actualidad, en las plantas se pueden encontrar tornillos alimentadores, líneas alimentadoras y combinaciones de alimentadores y tolvas alimentadas por gravedad. Los tornillos alimentadores pueden controlarse hidráulicamente, activados con frecuencia variable, activados con motores (on / off) o controlados con compuertas deslizantes en una o varias básculas. La programación puede variar con cada aplicación. Sin embargo, el control básico del pesado de los se logra con cierres predeterminados de caída libre que rigen el paso de los ingredientes. Entonces, mediante la lógica adicional, se puede "aproximar" la fuente de los ingredientes en la banda objetivo para mayor exactitud. El PLC puede guardar el peso deseado, el peso real y la desviación para cada ingrediente pesado.

Un control similar se aplica en la adición de líquidos mientras que los aditivos manuales se efectúan por pantallas remotas o indicadores pilotos, seguidos por la aceptación del operador de la adición. El PLC garantizará el mezclado adecuado de un lote y la distribución corriente abajo a las tolvas objetivo.

### **Peletización**

La peletización ha sido una aplicación controvertida de la automatización. Se usan muchos métodos para controlar la peletizadora y todos tienen fallas debido a las formulaciones e influencias del equipo y del ambiente. Los puntos extremos en el control van desde el control (uso extensivo de sensores externos) hasta los controladores simples de establecimiento de puntos que logran las metas de rendimiento limitantes para el operador. Se necesitaría mucho espacio para describir cada método por separado. A continuación, se describe brevemente un solo método. Al utilizar la capacidad del PID de un PLC moderno, se puede lograr el control de la carga de la peletizadora, de la temperatura y de los líquidos. Se empieza con puntos establecidos, proporcionados por cada formulación o proporcionados por el operador y el PLC llevará a la peletizadora de una condición de no carga al 75%-90% de los puntos establecidos deseados (carga del motor principal, temperatura, niveles de los líquidos). A este método se le conoce como "avance en incremento".

Cuando se llega al punto deseado de avance, un PLC permitirá la estabilización de los avances y después regresará al circuito PID para completar los requisitos de carga adición y los mantendrá en ese punto. Casi todos los sistemas proporcionan cambios dinámicos para los puntos establecidos durante una corrida de producción para desafiar aún más a la peletizadora. Para mejorar la eficiencia del sistema de los enfriadores horizontales de pellets y, dependiendo de la formulación, se puede usar para establecer diferencias mínimas entre las corridas de producción (i.e., andén superior limpio) antes de enviar la siguiente corrida de producción al enfriador por la peletizadora. Este método de espaciamiento permite que el andén inferior limpie la corrida anterior mientras que la nueva corrida de producción está entrando en el andén superior. El control preverá el tiempo necesario para que se limpie el sistema y después se establezca la nueva ruta corriente abajo para la nueva corrida de producción. Por lo tanto, la peletizadora funcionará con eficiencia de tiempo, al ahorrar el

tiempo normal perdido por la espera para que un sistema quede completamente limpio para que inicie la siguiente corrida de producción.

## **Extrusión**

Por lo general, la extrusión ha sido una operación controlada manualmente con poca ayuda de la automatización. Hoy en día, muchos vendedores de equipo de extrusión proporcionan PLCs para que realicen el inicio y paro automáticos del equipo. Esto es especialmente útil en los ambientes de producción que operan con más de un extrusor. Algunos controladores permiten que el operador coloque los puntos establecidos, mientras que otros logran la carga nominal mediante el control de la velocidad del alimentador y el cocedor, con lo que se permite que el operador controle la adición de humedad y los niveles de vapor.

Casi todos los controladores disponibles toman en cuenta el cierre en secuencia de bajo nivel de la tolva de retención para evitar que el vapor regrese al alimentador de presión y la tolva de retención. Las rutas de y hacia el extrusor y el equipo deseado son un aspecto típico del control I/O discreto, ya sea que la transportación sea mecánica o neumática. El secador se puede controlar con un PLC. Sin embargo, el equipo que mas conoce el autor utiliza controladores de punto establecido para el control de la temperatura de la zona, junto con transmisiones de frecuencia variable para lograr la velocidad de la cama.

## **Empacado**

Los sistemas de empacado tienden a ser islas independientes de la automatización, al igual que los extrusores. Los fabricantes incorporan control



de las básculas y alimentadores (ciclos a granel y de goteo), junto con tiempos de llenado/aproximaciones de bolsas, control de colgadores/magazine de bolsas, altura del transportador de retiro y opciones de verificación de peso en sus PLCs. También se proporcionan las interfases con los sistemas compartidos para seleccionar rutinas o perfiles pre-programados para la gran variedad de productos que maneja el equipo de empaçado. Una vez que se ha descargado de la computadora compartida (PLC o PC), el programa seleccionado fijará parámetros para el equipo de empaçado para un cierto producto alimentario. Esto elimina la necesidad de que se inicie el proceso de producción.

El equipo de las tarimas a veces está equipado con un PLC para que controle el número de bolsas apiladas, el tamaño del área de entrada y la distribución de las charolas de las tarimas para su apilamiento. Las rutas, la adición de líquidos y la revisión se logran normalmente con un PLC por separado, que puede estar conectado o no con el PLC del sistema de empaçado. Las adiciones de líquidos se logran mediante cálculos volumétricos, o por equipo de medición de flujo seco en línea acoplado con un sistema de líquidos controlado por PID, para lograr la consistencia deseada del producto.

### **Aministración de la energía**

La administración de la energía ha sido y seguirá desarrollándose como una función primaria de los PLCs. Como el PLC está integrado con el equipo de plantas de alimentos, la administración de la energía empieza aquí. La supervisión de la demanda eléctrica y las tasas de consumo de kilowatts por hora pueden permitir un cambio establecido con anterioridad de las cargas no esenciales del motor durante períodos pico. De la misma manera, los compresores de aire y calderas pueden operarse de manera más económica

mediante la supervisión y conservación de las cargas, conforme se necesiten, eliminando la capacidad excesiva cuando no se requiera.

### **Capacidad en la calidad**

La calidad ha sido y continúa siendo un énfasis primordial en el área de fabricación. El PLC es una parte integral de la recopilación de datos de todos los procesos. Al utilizar software con formato matemático, los datos recopilados de los PLCs pueden proporcionar no solo registros en la forma estándar de gráficas R y de barras X, sino también la capacidad de establecer si la planta física es capaz de realizar los procesos. Esto significa saber si el tornillo alimentador puede entregar las cantidades formuladas requeridas de ingredientes dentro de las tolerancias baja y alta aceptadas de manera consistente. La información recopilada del proceso se convierte en signos valiosos de la capacidad, calidad y control general para el equipo gerencial de la planta.

### **Mantenimiento preventivo/predictivo**

El equipo de mantenimiento y la prevención del tiempo muerto son de suma importancia para hacer productos a tiempo y con eficiencia. Con esto en mente, el PLC se encuentra en medio del proceso de recolección de datos. El número de veces que se activa un interruptor, las horas que tienen que funcionar los motores, el tiempo del ciclo del sistema de mezclado de lotes, el tiempo desde el nivel bajo hasta que queda limpio el sistema son ejemplos de las cosas que los procesos de la planta pueden decir a un gerente cuidadoso. Tomando estos datos como base, se pueden hacer algunas predicciones y tomar decisiones posibles de mantenimiento, que se pueden incorporar por elección, y no por reacción, al mantenimiento rutinario, antes de que se presenten fallas.

### **2.5.5 Crecimiento y aplicaciones futuros**

El PLC, como un componente integral de la moderna tecnología del hardware y software de computación, está evolucionando al mismo ritmo sorprendente. Las aplicaciones y usos parecen interminables en el proceso evolutivo del PLC.

El PLC participará aún más en la fabricación de alimentos balanceados en el futuro. Los diferentes usos que puede realizar el PLC lo convierten en una elección lógica para la automatización. El usuario final debe definir los requisitos y seleccionar el hardware y software que mejor se acoplen a la necesidad inmediata de ampliación. Los PLCs son el corazón del control de la planta. Funcionan mejor en las aplicaciones de control con cantidades limitadas de manejo de datos. Se deben diseñar los sistemas de tal manera que se utilicen todos los componentes para el propósito para el cual fueron diseñados. Los sistemas compartidos, las minicomputadoras o las PC pueden tener una interfase sencilla con los PLCs para formar un sistema integrado de control, tanto para el control de procesos y el manejo de datos.

## CAPITULO III

### RESULTADOS: DESARROLLO DEL SISTEMA.

#### 3.1 El sistema actual.

Actualmente la información relacionado con los procesos técnicos se empieza a producir desde la recepción de los documentos de los productos antes que ingresen a la planta. En la mayoría de los procesos que actualmente se realizan la información que va siendo generada es de tipo cualitativa y se usa con fines de monitoreo, mantenimiento y mejoramiento de la calidad de los alimentos de acuerdo con dichos procesos. Sin embargo en los procesos de pesaje y dosificación, la información que se genera es de tipo cuantitativo, misma que es usada para llevar los controles de los inventarios de las distintas materias primas de forma real, a diferencia del control contable, el cual maneja información de tipo estadística, lo que llega con cierta frecuencia a tener diferencias muy significativas, sobre todo por la naturaleza de las materias primas que se ocupan.

En el proceso de análisis del material, la información que se genera es de vital importancia ya que en base a esta, se procede a la

formulación de los alimentos aprovechando de esta manera, el cinco por ciento de la materia prima. Además la información se usa cuando se va a realizar el pago a los proveedores de dicha materia prima, ya que por ejemplo, si están vendiendo con una garantía mínima de ciertos puntos de proteína, y el producto esta por arriba de la norma, pero al mismo tiempo por debajo de lo estipulado en el contrato, se paga en base a lo recibido y no de lo contratado. Este caso se da principalmente con las pastas de soya y canola refiriéndose a la proteína; en el grano por ejemplo lo que se monitorea con relación al costo de la materia prima, es la humedad, ya que si es superior a la contratada se procede al secado, siendo el costo del mismo sustraído al pago del proveedor.

En el proceso de molienda de nuevo la información es de tipo cualitativa, puesto que lo que se obtiene como resultado son índices de granulometría, información que se relaciona directamente a la calidad del pellet, pero que administrativamente no genera ningún cambio. El proceso de mezclado genera información valiosa para garantizar la calidad del alimento, puesto que aquí el resultado del coeficiente de variación es lo que indica que el alimento este siendo correctamente balanceado o no.

El proceso de peletizado genera información que se mide en índice de durabilidad, que sirve para saber si la cocción del alimento esta siendo la correcta. En base al tiempo de retención del alimento va ser la resultante del índice, y a su vez este nos indica si se esta cocinando bien el alimento, si se esta quemando o esta quedando demasiado crudo. Los procesos de enfriado y quebrado complementan la información del peletizado apartando cada uno más variables.

El proceso de extrusado, genera información similar al del peletizado, aunque solo con relación a la soya integral. Como se menciona

anteriormente el pesaje y la dosificación aportan información de tipo cuantitativa, el pesaje genera básicamente información de todas las entradas de materias primas y de todas las salidas de materias primas y producto terminado. Se realiza un reporte donde el encargo debe de registrar diariamente todos los datos relacionados con el producto y posteriormente pasarlo al departamento administrativo.

El reporte no es otra cosa que un resumen detallado por material que entra o sale de la planta, en dicho resumen el basculista debe totalizar sus movimientos, indicando además el destino de la carga, ya sea para su almacenaje o entrega a algún cliente; es el responsable directo de la generación de esta información. Es muy importante que sea veraz ya que con esta se procede al pago de las obligaciones, y en caso de reclamaciones por peso (no por calidad) se usan los tickets de báscula como documento oficial que avala la posición de la empresa.

En cuanto a la dosificación, la información que genera no se limita al reporte de lote por lote que realiza, sino que se vuelve mucho mas analítica. Se emiten diariamente consumos reales de materias primas (macros), silos de donde ha salido dicha materia prima, horas en que se hicieron las dosificaciones, formulas que fueron ocupadas en la producción del alimento, sumarización de ingrediente por lote, corrida, día o periodo específico de tiempo. Aquí el peso que se registra es el que realmente se ha ido dosificando, a diferencia de que debe de ser dosificado. Este es el punto medular del problema ya que siempre existe una diferencia por infima que esta sea, entre lo que es y lo que debe de ser. Esta diferencia puede ser de tan solo unos 50 gr, por pesada, pero al cabo de tres meses, con una producción mantenida dicha diferencia se convierte en aproximadamente 450 kg. Si se lotifica por consumos de 500 toneladas en algunos macros como la soya, canola o grano, la diferencia

entonces se vuelve mucho mayor.

En la administración se cuenta con un programa para computadora, que es en el cual se lleva a cabo el registro de todos los movimientos al inventario como son las entradas de materia prima.

### **3.2 El sistema propuesto.**

Se propone la instalación de una red de computación para captar la información que se genere en las diferentes áreas de trabajo en una sola, llamada concentradora; en la cual se maneje un sistema de control de inventarios basados en las cifras reales, es decir ajustándose a los pesos que se registran en el área de producción, en base a las formulas producidas por un lado y por el otro a las toneladas. El sistema funcionaria como se describe a continuación:

**Bascula.-** En esta estación se conectaría la bascula existente a una celda de carga misma que se conecta a una computadora. Aquí el basculista seguirá estando encargado de pesar los vehículos pero en lugar de formular los resúmenes de las materias primas y productos terminados, ahora los va a captar dentro de un programa de computadora; la información que se va alimentar es básicamente la misma, con la ampliación de mas datos como son: código de producto (previamente establecido por la administración), destino de la materia prima o producto terminado.

Al estar todas las estaciones de trabajo interconectadas pro medio de la red una de las ventajas que se tiene es lo que se llama respuesta en tiempo real, que no es otra cosa que cuando un material ingresa a la planta, y es capturado por el operador de la bascula, la celda de carga reporta el peso

real y lo alimenta al inventario del mismo. Mientras en la estación de trabajo están pesando el mismo material para producir el alimento, también esta saliendo del inventario, lo que se traduce a que el inventario esta siendo actualizado continuamente por las entradas o salidas de materia prima; lo mismo sucede con el inventario de producto terminado, pero en forma inversa.

La versatilidad del programa es que todo el tiempo se tiene el control de los inventarios de materias primas y de productos terminados pero lo más importante es que dichos inventarios son reales debido a que los pesos que se toman para determinarlos son los que realmente están siendo reportados por las celdas de carga que están instaladas en las básculas.

Otra ventaja que ofrece el trabajar en red es que se tiene la ubicación correcta de todos los materiales que se manejan a granel, con lo que la contaminación de los mismos por algún error se disminuye al mínimo. Pero lo más importante del sistema es que los costeos que se realizan de los productos terminados son veraces puesto que se conoce a ciencia cierta cual es el contenido de dichos alimentos.

Producción.- La computadora que existe actualmente se queda pero se tiene que conectar a la red, de esta manera se tiene acceso a la información que se genere en esta estación de trabajo. Aquí la conexión ofrece un sin numero de ventajas dentro del proceso de producción tanto como el control de la logística y reparto a la vez.

Con el sistema operando, cuando llegue un camión carga de materia prima, el basculista realizara su tarea como de costumbre, pero ahora el consolista en la producción sabrá por adelantado que producto se va a descargar, y a donde lo esta direccionando el basculista para que este sea



descargado; si esta de acuerdo se procede a su descarga, si no es tiene la facultad de poder volverlo a direccionar a donde él sabe será más conveniente. Ahora podrá saber a ciencia cierta la cantidad de producto que tiene en cada silo de trabajo, por lo que se podrá programar para corridas más largas antes de reabastecimiento a dichos silos; por otro lado sabrá en todo momento cuanto producto terminado tiene en sus silos de embarque, por lo que la programación de la salida del alimento podrá ser eficientizada. Esta opción permitirá que la productividad de la fabrica de alimento se vea aumentada, puesto que se estará trabajando en todo momento con la información veraz.

Los problemas en que se encontraba la administración desaparecerán, puesto que ahora se maneja de manera eficiente la información que se genera por las estaciones de trabajo. Como se menciona anteriormente el costeo será real para cada uno de los productos que salgan de la planta. Además los cortes de inventarios serán mas frecuentes y programados, por lo que se podrán lotificar en cantidades que coincidan a los consumos mensuales, para que de esta manera los cortes vayan de acuerdo con la contabilidad. En el caso de las mermas, estas estarán en todo momento identificadas, por producto, lote y periodo, de manera que se puede ir reduciendo el índice de las mismas, puesto que los puntos críticos desaparecen bajo un control eficiente.

Dentro de la contabilidad el control además servirá para en base a datos reales de un cierto periodo, se calculen las mermas históricamente, de esta manera dentro de la elaboración de presupuestos, tanto financieros como de especie, se contemple a este rubro como una realidad identificada y cuantificada, y no como un aproximado; Esto traerá una repercusión directa dentro de los flujos de la fabrica ya que controla en un uno por ciento la merma del grano por ejemplo, se esta hablando de alrededor de 200 a 300 toneladas mensuales.