TESIS
IID 2000
A53
V.1

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y PROPUESTAS PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE UN PRODUCTO FARMACÉUTICO GRANULADO

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Veinte (20) (NOTA A)

JURADO EXAMINADOR

FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE: NELSON E. BELARDI C	NOMBRE: Ana Longo.	NOMBRE: LEOPOLDO BENAVIDES A.

REALIZADO POR	**Br. ALVAREZ NÚÑEZ, YAMILETH** **Br. KARAM FERMÍN, GUSTAVO**
PROFESOR GUIA	**Ing. BELARDI, NELSON**
FECHA	**2 DE JUNIO DEL 2000**

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

DEDICATORIA

A mis Padres, a mis Hermanos, a mis Amigos y a todos los seres queridos que contribuyeron en la realización de este logro.

Gustavo Karam Fermín

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mís padres, Pina y Germán y a mís hermanas Laura y María Daniela quienes en todo momento me alentaron al logro de este objetivo.

Yamileth Alvarez Núñez

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo especial de grado, fue llevada a cabo gracias a la valiosa colaboración de muchas personas que a pesar de sus múltiples actividades y ocupaciones, estuvieron siempre dispuestos a prestarnos su colaboración incondicional, esta es nuestra manera de agradecerles ya que cada uno de ustedes a su manera, hizo esto posible.

A nuestros padres, Pina, Germán, Francisca y José por su apoyo y comprensión

A nuestros tutores, Nelson Belardi y Larry Marín, por su guía y absoluta disposición

A Laboratorios FARMA, especialmente a Alain Diederich, Jose Daniel García, Manuel Da Costa, Gilberto Castillo, Leonardo Paradas, José Luis Otomuro, Emelia, Denis y todos los integrantes de los Departamentos de Granulado, Almacén Caracas, Almacén Guareanas y Empaque

A los profesores José Luis Pereira, Vicente Napolitano y Francisco Arvelo por su valiosa asesoría

A Ediluz, Beatriz y Lino, por su importante colaboración en el desarrollo de este trabajo

A nuestros amigos, por su apoyo en los momentos difíciles, Joao, Miguel, Zulimar, Imara, Lorena, Janeth, Liliana, Cristina, Carolina, Julio, Daniel, Gabriela, Kakio, Julian e Isabel

... a todos sinceramente gracias.

ÍNDICE GENERAL

SINOPSIS I

INTRODUCCIÓN II

OBJETIVOS III

1. General iii
2. Específicos iii

ALCANCES Y LIMITACIONES III

ESTRUCTURA DEL GRUPO FARMA IV

1. La Corporación v
2. La Gerencia de País v
3. Compañías o Unidades de Negocios v

VENTAS Y MERCADEO DEL GRUPO FARMA VI

EL PRODUCTO VII

CAPITULO I 1

I. MARCO TEÓRICO 1
A. CONSIDERACIONES GENERALES 1
B. MODELOS DE PRONÓSTICOS 2
C. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES 5
1. Diagrama de Operaciones de Proceso 5
2. Distribución 6
3. Diagrama de Recorrido 7
4. Manejo de Materiales 7
5. Diagrama GANTT 8
6. Estudio de Tiempos 8
D. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD 10
1. Beneficios de las Mediciones 10
2. Indicadores de Productividad 11
E. TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN 11
1. Considerando el Valor del Dinero en el Tiempo 13
2. Sin Considerar el Valor del Dinero en el Tiempo 13

CAPITULO II 14

II. MARCO METODOLÓGICO 14
A. CONSIDERACIONES GENERALES 14
1. Estructura de la Investigación 14
2. Población 15
3. La Muestra 15

CAPITULO III 17

III. PRONÓSTICOS 17
A. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE WINTERS 19
B. RESULTADOS 19

CAPITULO IV 21

IV. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES 21
A. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES 21
1. Dispensado de Insumos - Almacén Gral. Guarenas – 21

2. Descripción de la Recepción, Traslado y Chequeo de Materiales – Planta Caracas -.....23
3. Chequeo de Peso de los Insumos 24
4. Tamizado de Insumos.....25
5. Preparación de la Solución Aglutinante 26
6. Mezcla – Granulación.....26
7. Secado.....27
8. Tamizado de Producto en Proceso 28
9. Mezcla Final 28
10. Ensobrado.....29
11. Empaque.....30
12. Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M) 31
13. Control de Calidad 32
B. DIAGRAMA DE PROCESO..... 33
C. DISTRIBUCIÓN 39
D. DIAGRAMA DE RECORRIDO 39
E. ESTUDIO DE TIEMPOS 39
F. DIAGRAMAS DE GANTT 42
G. MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA 42
H. RESULTADOS 44
1. Planta de Producción.....44
2. Almacén General de Guarenas.....46

CAPITULO V 47

V. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD..... 47
A. INDICADORES EMPLEADOS POR LA EMPRESA 47
1. Rendimiento Farma Galénica 47
2. Producción Real vs. Producción Teórica.....47
3. Inventarios por Unidad de Negocio.....48
4. Tiempo de Colocación en Ventas (Through Put Time) 48
5. Capacidad Utilizada 48
6. Costo de Calidad 48
7. Número de Análisis de Control de Calidad 49
8. Número de Unidades por Persona.....49
9. Costo de Producción vs. Presupuesto 49
10. Tasa de Conversión vs. Material Entrante.....49
11. Tasa de Conversión vs. Facturación.....50
12. Alcance de Ventas.....50
B. ANÁLISIS DE INDICADORES..... 50
1. Rendimiento Farma Galénica 50
2. Producción Real vs. Producción Teórica, Inventarios por Unidad de Negocio y Costos de Producción vs. Presupuesto 51
3. Tiempo de Colocación en Ventas (Through Put Time) 51
4. Capacidad Utilizada 51
5. Costo de Calidad 51
6. Número de Análisis de Control de Calidad 51
7. Número de Unidades por Persona.....52
8. Tasa de Conversión vs. Material Entrante.....52
9. Tasa de Conversión vs. Facturación.....52
10. Alcance de Ventas.....52

CAPITULO VI..... 53

VI. ALTERNATIVAS DE MEJORA Y EXPANSIÓN..... 53
A. ESCENARIOS PROPUESTOS..... 53
1. Sistema Actual.....53
2. Escenario I.....54
3. Escenario II 55
4. Escenario III- Granulador de 150kg 55
5. Escenario IV- Granulador de 150kg, un Secador de Lecho Fluido y un Mezclador de 1400lt.....56
6. Escenario V – Encartonadora Semiautomática 57

B. RUTAS DE FABRICACIÓN 57
C. SIMULACIÓN DE EVENTOS 60
D. ESTUDIO DE COSTOS 61
E. ESTUDIO FINANCIERO 64
1. Premisas 64
2. Resultados 66

CONCLUSIONES 68

RECOMENDACIONES 69

BIBLIOGRAFÍA 71

ÍNDICE FIGURAS Y DIAGRAMAS

FIG. N° 1 Localización General del Grupo FARMA iv

FIG. N° 2 Organigrama: Estructura Organizacional del Grupo FARMA iv

FIG. N° 3 Volumen de Ventas Durante el Ciclo de Vida 2

FIG. N° 4 Modelo; Diseño de Pronósticos 4

FIG. N° 5 Símbolos Utilizados en el Diagrama de Proceso 6

DIAG. N° 1 Diagrama de Proceso para la Elaboración de un Producto Farmacéutico Granulado..... 34

DIAG. N° 2 Diagrama de Proceso para el Dispensado de Insumos para la Elaboración de un Producto Farmacéutico Granulado..... 35

DIAG. N° 3 Diagrama de Proceso para la Elaboración de un Producto Farmacéutico Granulado. Descripción de Áreas..... 36

DIAG. N° 4 Diagrama de Proceso para la Elaboración de un Producto Farmacéutico Granulado. Descripción de Áreas..... 37

DIAG. N° 4 Diagrama de Proceso para la Elaboración de un Producto Farmacéutico Granulado. Descripción de Áreas..... 38

DIAG. N° 5 Diagrama de Gantt, Ruta Crítica para el Proceso de Granulado..... 43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Distribución del Producto Granulado; Presupuesto 2000 16

Gráfico N° 2 Ventas Mensuales del Producto desde Ene a Dic 99 17

Gráfico N° 3 Ventas Mensuales del Producto en los años 97, 98 y 99 18

Gráfico N° 4 Ventas Mensuales del Producto en los años 97, 98 y 99 y Pronósticos para los años 2000 y 2001 20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Insumos para la Fabricación del Producto..... 21

Tabla N° 2 Distribución de Insumos por Área de Producción 24

Tabla N° 3 Estimación de Tiempos Área Tamizado de Insumos para 1 sublote... 40

Tabla N° 4 Estimación de Tiempos Área Tamizado de Producto para 1 sublote... 41

Tabla N° 5 Estimación de Tiempos de Granulación Mezcla para 1 sublote..... 41

Tabla N° 6 Estimación de Tiempos Área Mezcla para 1 sublote..... 41

Tabla N° 7 Estimación de Tiempos para el Dispensado en el Almacén Gral. Guarenas 41

Tabla N° 8 Rutas de Fabricación; Tiempos Farma 58

Tabla N° 9 Rutas de Fabricación; Tiempos Estándares 58

Tabla N° 10 Rutas de Fabricación; Escenario I 59

Tabla N° 11 Rutas de Fabricación; Escenario II.... 59

Tabla N° 12 Rutas de Fabricación; Escenario III... 59

Tabla N° 13 Rutas de Fabricación; Escenario IV.. 60

Tabla N° 14 Rutas de Fabricación; Escenario V 60

Tabla N° 15 Capacidad de Producción Asociada a cada Escenario..... 63

Tabla N° 16 Impacto de los Escenarios en los Centros de Costos..... 63

Tabla N° 17 Impacto de los Escenarios en el Costo de Producción en el sobre, Granel y Producto Terminado..... 63

Tabla N° 18 Resultados del Análisis Financiero para los Escenario Propuestos a Corto Plazo..... 66

Tabla N° 19 Resultados del Análisis Financiero para los Escenario Propuestos a Mediano Plazo..... 67

SINOPSIS

El estudio que se presenta a continuación fue desarrollado en la Empresa Laboratorios Farma, S.A. en torno a un producto farmacéutico granulado líder en el mercado.

El trabajo especial de grado está estructurado en varios capítulos entre los cuales se encuentran los siguientes:

El capítulo I contiene las bases teóricas que sustentan el estudio.

En el capítulo II se describe la metodología empleada para el desarrollo del estudio.

En el capítulo III correspondiente a pronósticos, se estima el volumen de producción para los próximos dos períodos a partir de los datos históricos suministrados por la Gerencia de Mercadeo de la Empresa.

En el capítulo IV se analizan las operaciones que intervienen en el proceso productivo, donde las herramientas que ofrece la Ingeniería Industrial juegan un papel importante.

En el capítulo V se analiza los indicadores manejados por la Empresa

En el capítulo VI se proponen alternativas de mejoras y expansión de acuerdo a la factibilidad de las mismas y se realizan los respectivos análisis financieros de las distintas propuestas a partir de la cual se generan algunas recomendaciones.

Luego del estudio realizado se pudo llegar al planteamiento de opciones que constituyen alternativas de mejora bajo las condiciones actuales y alternativas a mediano plazo cuya implementación queda a cargo de la Gerencia de Empresa.

INTRODUCCIÓN

El trabajo especial de grado se desarrolla en una Empresa productora y comercializadora de productos farmacéuticos, constituida por un conjunto de compañías que operan en la Región Andina, Centro América y países del Caribe; específicamente en Laboratorios Farma, Planta de Producción ubicada en la zona metropolitana.

El estudio se realiza en torno al proceso de manufactura de un producto granulado utilizado para el tratamiento sintomático del resfriado común, producido en el sótano 1, Área de Granulados del Departamento de Sólidos.

Desde sus inicios hace aproximadamente cinco años, ha experimentado múltiples cambios en su línea de producción en virtud del continuo crecimiento que presenta. En la actualidad el producto cuenta con un área de producción exclusiva que opera a dos turnos, formando parte de los diez productos líderes de la Empresa y contando con la mayor participación en el mercado nacional dentro de su género.

En un entorno altamente competitivo se hace necesario aportar soluciones innovadoras, que permitan mejorar las ventajas competitivas que esta presenta. A este respecto se efectúa un análisis, evaluación y propuestas para la mejora del proceso de manufactura el cual se enfoca en tres áreas: elaboración de un pronóstico de ventas que permita estimar la tendencia de las ventas en los próximos períodos, análisis del proceso productivo para el desarrollo de propuestas de mejoras y expansión factibles y el estudio, desarrollo de indicadores de productividad realizados en torno al producto.

OBJETIVOS

1. *General*

Analizar, Evaluar y Generar Propuestas para la Mejora del Proceso de Manufactura de un Producto Farmacéutico Granulado

2. *Específicos*

- Pronosticar las ventas del producto a partir de los datos históricos
- Identificar el Proceso de Manufactura
- Analizar las operaciones
- Identificar los factores críticos del proceso
- Estudiar las oportunidades de mejora del proceso de manufactura
- Desarrollar indicadores de productividad
- Estudiar oportunidades para futuras ampliaciones de la línea de producción
- Evaluar la factibilidad de las propuestas

ALCANCES Y LIMITACIONES

El producto granulado cuenta con tres presentaciones, realizándose el estudio en la presentación adulto debido a que este representa el 77,39 % de la producción planificada para este año.

Se generaron diversas propuestas con relación al proceso productivo, cuya decisión de ejecución e implementación queda a cargo de la gerencia de la Empresa.

La naturaleza de la información manejada así como las características del producto impiden la revelación de ciertos datos por lo que se trabajó con factores, cuya aplicación no repercute en el procesamiento de los datos y toma de decisiones.

ESTRUCTURA DEL GRUPO FARMA

Figura N° 1 Localización General del Grupo FARMA

El GRUPO FARMA está constituido por un conjunto de compañías que operan en la región Andina, Centro América y países del Caribe. Basado en una filosofía de negocios que estimula la flexibilidad, la descentralización y la estructura organizacional por países, el GRUPO FARMA fortalece el crecimiento de todas las Empresas afiliadas y estimula la adaptación de éstas a las características específicas de cada mercado.

Existen tres niveles básicos en la estructura organizacional del Grupo FARMA.

- La Corporación
- La Gerencia al nivel de País
- y las Compañías o Unidades de Negocios

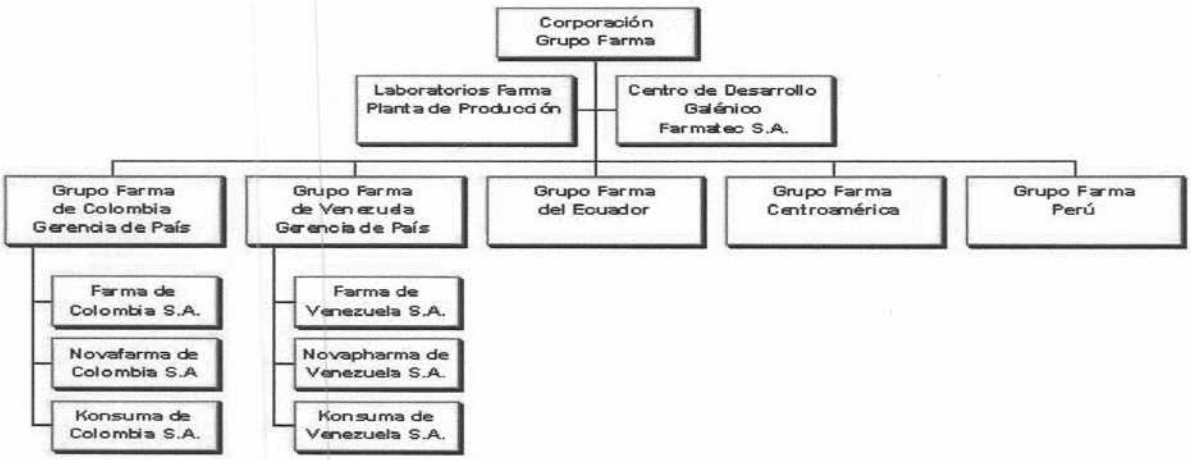


Figura N° 2 Organigrama: Estructura Organizacional del Grupo FARMA

3. La Corporación

Con base en Caracas es el órgano rector del Grupo FARMA. El personal corporativo regula y dirige la investigación y el desarrollo, determina las políticas y estrategias de inversión del Grupo, y evalúa las propuestas para nuevas licencias y productos.

4. La Gerencia de País

La Gerencia de País define las políticas que aseguran el posicionamiento ventajoso de las Unidades de Negocios del Grupo y de las marcas comerciales en su área geográfica.

5. Compañías o Unidades de Negocios

Las Compañías o Unidades de Negocios son las organizaciones a través de las cuales el GRUPO FARMA canaliza sus actividades de mercadeo y ventas; éstas son responsables de sus resultados financieros y económicos, así como de su crecimiento comercial.

FARMA

FARMA, S.A

Farma, S.A es la compañía pionera del Grupo y ha servido como la principal Empresa de la organización por muchos años. FARMA S.A goza de elevado prestigio entre los profesionales médicos, especialmente en las áreas cardiológica, gastrointestinal y respiratoria. FARMA S.A mantiene un acuerdo de licencias de productos con Astra (Suecia), Berna (Suiza) y Schwarz (Alemania) entre otras.

NOVAPHARMA

NOVAPHARMA DE VENEZUELA

Laboratorios Novapharma S.A surgió en el año 1996 de la fusión de Novapharma S.A, fundada a finales de 1993, y Norpharm Laboratorios, fundado en 1991 luego de la adquisición de Norwich de Venezuela, una subsidiaria de Procter & Gamble, por el

GRUPO FARMA. Aparte del área cardiovascular, el portafolio de productos de Novapharma es sólido en las áreas ginecológica, antibacteriana y endocrinológica. Novapharma también incluye una amplia línea oftálmica bajo el nombre de OPTIFARMA.

KONSUMA DE VENEZUELA

Konsuma de Venezuela refuerza la posición del Grupo FARMA como una de las Empresas más importantes en el mercado venezolano de medicamentos sin prescripción (OTC), la cual representa cerca del 18% (1998) de las ventas totales del Grupo FARMA. Sus productos líderes son las preparaciones para el resfriado como Teragrip®, agentes dermatológicos como Betadine® , y agentes gastrointestinales como Senokot® .

VENTAS Y MERCADEO DEL GRUPO FARMA

GRUPO FARMA tiene una participación de mercado del 4.1% en Venezuela y del 2.2% en Colombia, lo cual lo coloca entre las 3 y 15 primeras compañías respectivamente en estos mercados. En Ecuador su participación fue del 0,7%. El Grupo Farma está ubicado en el puesto 9 en la región Andina (Colombia-Venezuela-Ecuador), siendo la única Empresa Latinoamericana dentro de las primeras 10 posiciones.

Los 10 productos líderes Teragrip®, Losec®, Debridat® , Prilace® / Unipril® , Betadine®, Teobid®, Rhinocort®, Calcibon®, Trangorex® / Cordarone®, Ticlid® aportan el 45% de las ventas totales. Un 14% de las ventas totales del Grupo FARMA proviene de productos sin prescripción facultativa (OTC). Los productos de licencia representan aproximadamente un 50% del total de las ventas.

EL PRODUCTO

Teragrip®, Granulado Adultos

Composición: Acetaminofén 500 mg; clorfeniramina maleato 2 mg; cafeína 5 mg; azúcar 10.860 mg. Excipientes c.s.p. 10 g.

Indicaciones: Tratamiento sintomático del resfriado común.

Posología: 1 sobre cada 6 horas, disuelto en 1 taza de agua caliente o fría.

Advertencias: Si los síntomas persisten, suspéndase y consulte al médico. Puede causar somnolencia; emplearse con precaución en conductores de vehículos y operadores de maquinarias. En embarazo o lactancia, consulte al médico.

Presentación: Dispensador por 30 sobres y caja por 6 sobres. E.E. 28.232.

La idea nace hace aproximadamente 5 años, en el área del tratamiento sintomático del resfriado común, en ese entonces existían en el mercado diversos productos en las presentaciones de pastillas o jarabes. Un estudio de mercado reveló que una proporción importante de la población ingería el medicamento con té e infusiones calientes. Es entonces cuando el Centro de Desarrollo Galénico (encargado de desarrollar nuevos productos con enorme impacto médico) ubicado en Caracas desarrolla el producto.

Es así, como desde entonces GRUPO FARMA desarrolla, produce y comercializa este producto, generando una fuerte demanda presente hoy en día.

Desde su inicio, producido en el área de sólidos ubicado en el tercer piso de la planta, hasta hoy en día que cuenta con un área de producción exclusiva, este producto ha experimentado importantes cambios, a saber:

Hoy en día existen tres presentaciones del producto a saber: *Adultos, Pem y Pediátrico.*

El producto es fabricado en dos turnos de producción, y durante los meses de elevada demanda se incrementa a tres turnos de producción. En la actualidad se ejecutan estudios a diversos niveles del producto llamado *PLAN DE ACCIÓN*, en el cual el trabajo de investigación que se presenta resulta de vital importancia para el desarrollo del mismo.

El producto es fabricado en dos turnos de producción, y durante los meses de elevada demanda se incrementa a tres turnos de producción.

En la actualidad se ejecutan estudios a diversos niveles del producto llamado *PLAN DE ACCIÓN TERAGRIP*, en el cual el trabajo de investigación que se presenta resulta de vital importancia para el desarrollo del mismo.

CAPITULO I

Marco Teórico

CAPITULO I

I. MARCO TEÓRICO

A. CONSIDERACIONES GENERALES

La Ingeniería Industrial se puede ubicar dentro de dos funciones: la función de ingeniería con su contribución a las áreas de análisis e investigación de las operaciones, mejora de los métodos de trabajo, medición del trabajo, análisis económicos, distribución en planta, manejo de materiales y la función de producción que contribuye a: secuenciación de los trabajos de manufactura, planificación de la producción, control de inventarios, establecimiento de requerimientos de materiales, control de calidad.

El trabajo de grado se desarrolla, en torno al proceso de manufactura de un producto farmacéutico granulado, para definir lo que comprende el área de manufactura, debemos entender lo que abarca la producción.

La producción es la función de la Empresa responsable por la procura, fabricación y procesamiento de insumos necesarios para suministrar productos vendibles con la calidad y el costo requerido para la oportunidad que se solicite. La función producción comprende las siguientes áreas:

- Ingeniería de Manufactura
- Control de Producción
- Compras
- Fabricados, Ensamble y Pruebas
- Control de Calidad

En el área de ingeniería de manufactura están ubicadas las actividades de ingeniería industrial, las cuales comprenden: análisis de operaciones, mejora de métodos, medición

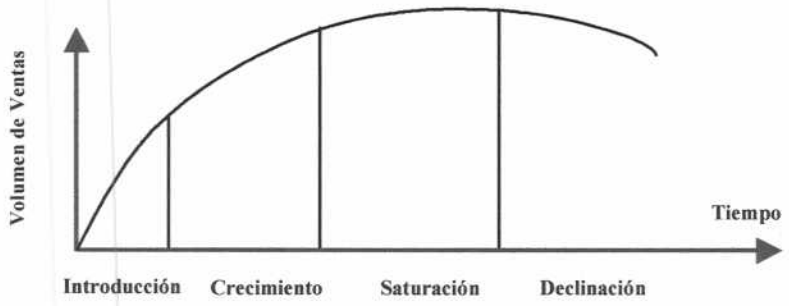
del trabajo, análisis económicos de proyectos de ingeniería, distribución de la planta, manejo de materiales, métodos y técnicas de manufactura, facilidades de producción (planificación, adquisición, administración y disposición), planificación de la producción (estándares de tiempo, decisiones de fabricar o comprar).

A continuación se exponen en tres áreas generales, métodos, técnicas y teorías de gran importancia para el logro de los objetivos propuestos.

B. MODELOS DE PRONÓSTICOS

La pronosticación no es una tarea sencilla, los procesos productivos son por naturaleza de largo plazo, en cambio las fuerzas del mercado son dinámicas y tienen ciclos de demanda, que varían en ciclos largos (introducción del producto, madurez, decline) y cortos (oscilaciones mensuales)

Figura Nº 3 Volumen de Ventas Durante el Ciclo de Vida



Fuente: PEREIRA, José L. *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*, Publicaciones UCAB, Caracas, 1996, p 56

Los pronósticos proporcionan información para tomar decisiones importantes, el primer paso es identificar la decisión. Si la decisión no se afecta por el pronóstico es innecesario.

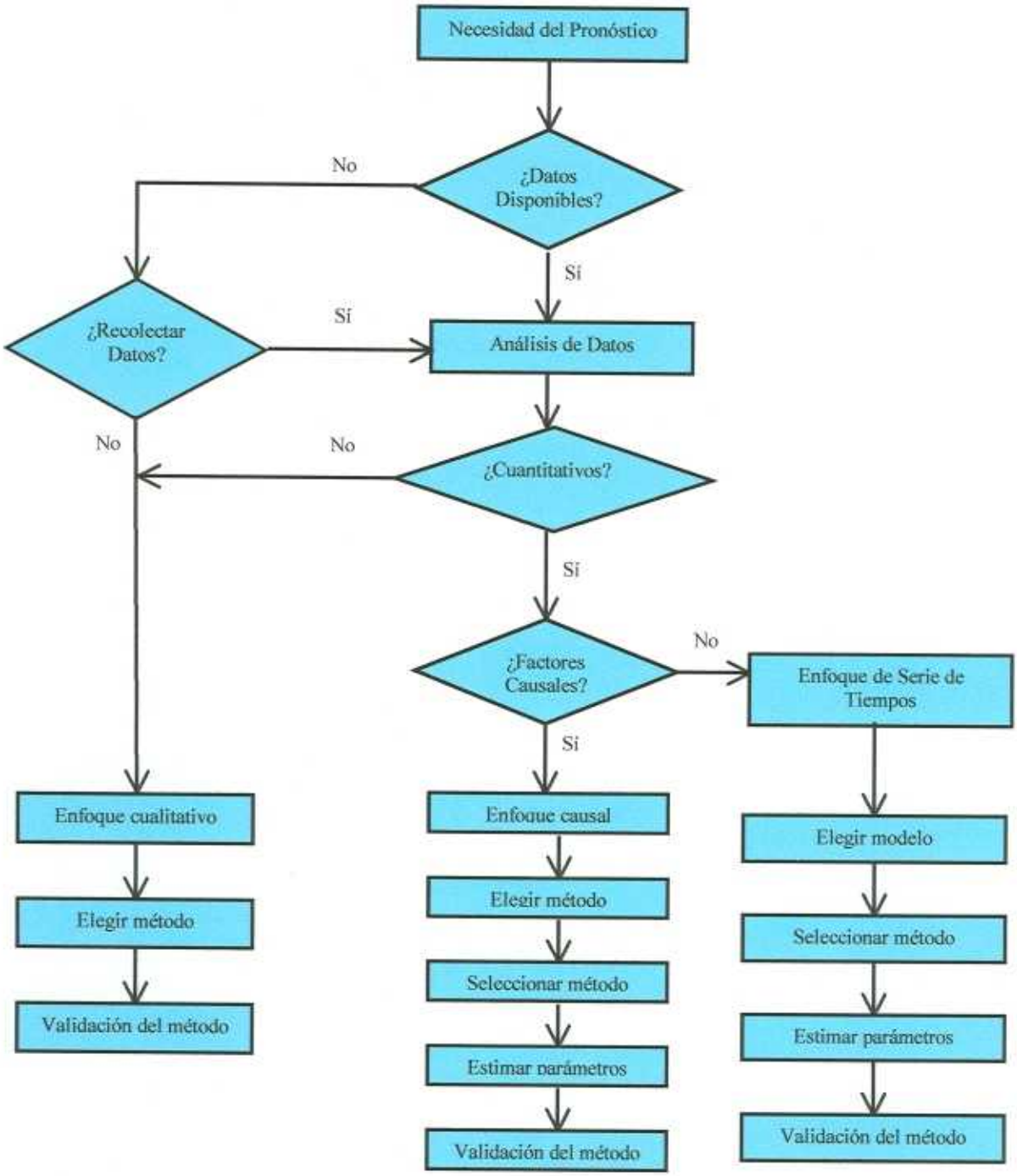
Para generar un pronóstico es necesario comprender el proceso que crea la demanda de un artículo. Nunca se puede comprender por completo el proceso, por lo que se puede esperar conocerlo cada vez mejor y hacer las suposiciones necesarias para crear los

pronósticos. Para hacer esto se examinan las características del problema y se analizan los datos, también se establece una meta para el pronóstico. La identificación del problema determina la misión o el propósito, que se muestra como necesidad del pronóstico en la figura N° 2 e inicia el diseño del sistema de pronósticos. Las principales características de un problema de pronósticos son el marco de tiempo, el nivel de detalle y el número de aspectos a pronosticar. Los modelos de pronósticos pueden ser enfocados de manera cualitativa o cuantitativa. Los pronósticos cualitativos se utilizan cuando no existen datos o él recolectarlos resulta muy costoso. Los pronósticos causales, se utilizan cuando existen factores que influyen en los datos de manera conocida y puede ayudar al pronóstico. Mientras los pronósticos de series de tiempo se emplean cuando se desea mayor precisión en el estudio.

En los sistemas de producción casi siempre es de interés el pronóstico de la demanda para el producto o servicio con el fin de decidir cuanto producir. Las decisiones a largo plazo como abrir nuevas plantas o aumentar la capacidad de las existentes, con frecuencia depende de un pronóstico de demanda.

La decisión más común a corto plazo es, cuantos productos se deben fabricar. Esta decisión puede ser semanal, mensual o tal vez trimestral. Debido a que las decisiones a corto plazo están basadas en estos pronósticos, necesitan ser razonablemente exactas. Los métodos de series de tiempo son los que se usan con frecuencia para los pronósticos a corto plazo, pero en algunas situaciones también son útiles los métodos causales y los cuantitativos.

Figura N° 4: Modelo; Diseño de Pronóstico



Fuente: SIPPER, Daniel y BULFIN Robert, *Planeación y Control de la Producción*, ed. Mc Graw Hill, México, 1998, p.4-98

C. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

Es un procedimiento empleado para analizar todos los elementos productivos y no productivos, con vista a su mejoramiento. Tiene por objeto estudiar procedimientos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios mientras se mantiene o mejora la calidad.

El estudio de los métodos de trabajo consiste en examinar todo lo relacionado con el trabajo, tal como la forma en que se hace el trabajo, materiales que se utilizan, herramientas e instalaciones, análisis que se lleva a cabo con el fin de:

- Encontrar la forma más económica de hacer el trabajo.
- Normalizar los métodos materiales, herramientas e instalaciones.
- Determinar exactamente el tiempo necesario para que una persona competente realice el trabajo con una marcha normal.
- Ayudar al aprendizaje del operario del nuevo método.

A continuación se describen una serie de técnicas y métodos utilizados para el estudio del trabajo:

1. Diagrama de Operaciones de Proceso

Este diagrama muestra la secuencia lógica de todas las operaciones, inspecciones, materiales, desplazamientos, almacenamiento y demoras comprendidas al elaborar una pieza o efectuar un proceso donde todos los pasos se muestran en su secuencia particular desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Los símbolos utilizados son los siguientes:

Figura N° 5: Símbolos Utilizados en el Diagrama de Proceso

Fuente: NIEBEL, Benjamin, *Ingeniería Idustrial Métodos, -Tiempos y Movimientos,* 9° ed, Alfaomega, Mexico, 1993, p.5-36

2. *Distribución*

Es la disposición física de todos los elementos (mobiliario, máquina, personal, etc.) que se encuentran dentro de un espacio determinado. La optima distribución es aquella que proporciona las condiciones de trabajo aceptables, seguras y confortables y a la vez permite realizar las operaciones en forma económica. Para lograr una buena distribución se deben considerar los siguientes principios:

- Principio de Integración: consiste en integrar en lo posible todos los factores que afectan a la distribución, para obtener una visión de todo el conjunto y la importancia relativa de cada factor
- Principio de la Mínima Distancia: reducir en lo posible el manejo de materiales y el flujo del proceso de producción
- Principio del Espacio Cúbico: considerar los espacios verticales sobre todo cuando los espacios son mínimos.
- Principio de Flexibilidad: el diseño debe reajustarse fácilmente a los cambios que exija el medio para poder ampliar el tipo de proceso de la manera más económica

- Principio de Seguridad y Bienestar: la distribución debe estar enmarcada en el logro del bienestar del operador, a fin de evitar fatigas del mismo y mejorar su eficiencia.

3. Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido aporta una representación objetiva del plano del curso del trabajo, identifica cada actividad por símbolos y números que corresponden a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso, donde el sentido del flujo es indicado periódicamente por flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Este diagrama es un complemento valioso del diagrama de operaciones del proceso, pues en él puede trazarse el recorrido y encontrar las áreas de posible congestionamineto de tránsito y facilita así el poder lograr una mejor distribución de las áreas de trabajo.

4. Manejo de Materiales

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio, el cual debe asegurar que las partes, materia prima, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de lugar a lugar.

El manejo de materiales debe considerar el espacio para almacenamiento, tanto temporal como potencial, su manejo adecuado permite la entrega de un surtido en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total. Entre los beneficios objetivos tenemos:

Reducción de los costos de manejo:

- Reducción de los costos de mano de obra
- Reducción de costos de materiales y gastos generales

Aumento de la capacidad:

- Incremento de la producción y capacidad de almacenamiento
- Mejoramiento de la distribución del equipo

Mejora en las condiciones de trabajo:

- Aumento de la seguridad
- Disminución de la fatiga

Mejor distribución:

- Mejora en el sistema de manejo
- Localización estratégica de almacenes
- Incremento de la disponibilidad del producto

5. Diagrama GANTT

Este diagrama constituye una herramienta para la planificación de actividades, las cuales están representadas por barras horizontales, cuya longitud está determinada por la duración de la misma, y las actividades consecuentes o relacionadas se conectan con líneas y punteros (flechas), previa colocación de la precedencia de las mismas.

6. Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado[1].

Previo a tomar las mediciones se debe obtener la información relacionada con el proceso: tipo de máquina, herramientas y dispositivos empleados, características de los materiales,

[1] Maynard, H.B., *Industrial Engineering Handbook,* 3° ed., Mc Grag-Hill, New York, 1971, p.3-12

nombre del operario, condiciones de trabajo que prevalecen, además debe existir una norma o patrón de ejecución de actividades, toda esta información es útil a la hora de realizar una revisión del método de trabajo.

Procedimiento para el estudio de tiempos:

- Selección del Operario: El estándar cronometrado debe basarse en observaciones de un trabajador efectivo y cooperativo que trabaje a un nivel de desempeño aceptable
- División de la Operación en Elementos: Se realiza con la finalidad de hacer más sencilla la medición, analizar el método, estudiar si todos los elementos son necesarios, obtener una mayor precisión en el estudio.
- Elección del Equipo o Instrumento de Medición
- Técnicas para la Toma de Tiempos:

  Método Continuo: en él se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio, este estudio presenta un registro completo de todo el período de observación, donde los retrasos y los elementos extraños son tomados en cuenta.

  Método de Regresos a Cero: en él se lee el cronómetro a la terminación de cada elemento, al iniciarse el siguiente elemento la medición parte de cero.

  La utilización de cada uno depende de la naturaleza de la medición que se va a efectuar, en una operación con elementos largos es conveniente utilizar el método de regresos a cero, mientras que en estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lecturas continuas.
- Número de Ciclos a Cronometrar: luego de identificar los elementos y tareas que constituyen el ciclo completo, hay que decidir cuántos ciclos van a ser medidos.

Para ello debe tenerse en cuenta que el número de observaciones es función de tres elementos; la variabilidad de los tiempos observados, la precisión o exactitud deseada y el nivel de confianza deseado para el tiempo de trabajo a estimar.

- Calificación del Operario: En el sistema de calificación de la actuación del operario el analista evalúa la eficiencia del operario en términos de su concepto de operario normal que ejecuta el mismo elemento.
- Márgenes y Tolerancia: Para llegar a un estándar adecuado para que un operario normal que labore con un esfuerzo de tipo medio, se incorpora cierto margen o tolerancia al tiempo base, por lo cual se introducen tolerancias por necesidades personales, fatiga y demoras varias.

D. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

1. Beneficios de las Mediciones

El sistema de mediciones de la organización es un barómetro de lo que allí se considera importante. Debe reflejar sus principios básicos e identificar en qué medida desempeña con relación a todos los demás valores de sus grupos de interés. La retroalimentación específica posibilita que un individuo reaccione a los datos y corrija cualquier problema.

Las mediciones son vitales, si una organización no puede medir no puede controlar, si no puede controlar no puede administrar, si no puede administrar no puede mejorar. Las mediciones son importantes para el mejoramiento, por diversas razones:

- Muestra con qué efectividad se utilizan los recursos propios
- Contribuye a establecer metas y monitorear tendencias
- Proporciona información para analizar causas últimas y fuentes de errores
- Identifica oportunidades para el mejoramiento permanente

- Ayuda a monitorear el progreso

2. *Indicadores de Productividad*

La definición de un indicador según el diccionario Larousse es la siguiente: *Que indica o sirve para indicar.* La productividad evalúa la capacidad del sistema para elaborar los productos que son requeridos (que se adecuan al uso) y a la vez el grado en que se aprovechan los recursos utilizados, es decir el valor agregado. Por tanto un indicador de productividad será aquel que nos permita analizar cuan bien se está administrando una unidad o departamento, en áreas como uso de recursos (eficiencia), cumplimiento del programa (efectividad), errores (calidad), etc.

Existen dos criterios utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema:

- La eficiencia, se utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades.
- La efectividad, es la relación entre los resultados logrados y los resultados que se habían propuesto, y da cuenta del grado de cumplimiento de los objetivos que hemos planificado.

La organización puede medir el desempeño en términos de efectividad y eficiencia y expresarla en términos físicos, o en dinero, posibilitando que se combinen diferentes recursos.

E. TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

Para la evaluación de proyectos se consideran los costos como desembolsos de efectivo que se deben estimar como parte de la técnica de planeación para medir la rentabilidad del proyecto.

Como primer paso para realizar la estructura financiera del proyecto, se debe definir los principales centros de costos que conformarán la estructura de costos del proyecto.

"Se consideran costos todos los recursos y esfuerzos que intervienen para producir en bien o servicio, y se puede identificar fácilmente"[2].

Niveles de la estructura de costos:

Costo de producción:

- Materias primas
- Mano de obra directa
- Mano de obra indirecta
- Materiales indirectos

Gastos Administrativos:

- Depreciación
- Gastos preoperacionales
- Mantenimiento
- Insumos
- Sueldos de directores y gerentes
- Sueldos de personal auxiliar de la oficina
- Gastos de oficina en general
- Depreciación de equipos de oficina

Gastos de Venta:

- Sueldos de vendedores

[2] PEREIRA, José Luis, *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión,* Ed., Publicaciones UCAB, Caracas. 1996, p 144

- Sueldos de personal de transporte y distribución
- Comisiones de vendedores
- Publicidad y promociones
- Materiales del departamento de ventas

Gastos Financieros: son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamos

Técnicas de Evaluación de Proyectos:

1. Considerando el Valor del Dinero en el Tiempo

Tasa Interna de Retorno: es la tasa de rendimiento que están rindiendo los recursos aun no recuperados en el proyecto con saldo igual a cero al final de la vida económica del mismo. Es una medida de rentabilidad, nos indica la tasa mínima de rendimiento a la cual la riqueza del inversionista no se altera, no aumenta ni disminuye.

Tasa Interna de Retorno Incremental: es la tasa que permite evaluar el rendimiento del excedente de capital de la inversión de un proyecto con respecto a otro cuando estos son mutuamente excluyentes. Para ello se resta el flujo de caja del proyecto de mayor inversión inicial con respecto al otro y se calcula la TIR de nuevo flujo de caja resultante.

2. Sin Considerar el Valor del Dinero en el Tiempo

Periodo de Recuperación de la Inversión: Representa el tiempo en que se recupera la inversión inicial expuesta a los flujos netos de caja sin descontar su valor en el tiempo.

CAPITULO II

Marco Metodológico

CAPITULO II

II. MARCO METODOLÓGICO

A. CONSIDERACIONES GENERALES

La investigación de campo que se desarrolla es de tipo descriptivo, cuyo objetivo comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos.

1. Estructura de la Investigación

La investigación se estructuró de la siguiente manera:

La primera etapa de la investigación consistió en el levantamiento de la información, para la cual se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de data:

- *Data Histórica:* consiste en toda la información relevante que posee la Empresa en relación con el proceso productivo, formatos, reportes de producción, manuales de producción, normas de buenas prácticas de manufactura.
- *Entrevistas:* se concertaron entrevistas con todas aquellas personas que de una u otra manera intervienen en el proceso, a fin de obtener información que no se encuentra documentada.
- *Observación Directa*: observación directa del proceso productivo.

La segunda etapa consistió en la interpretación y estudio de la información recopilada, de esta se generaron tres áreas básicas de estudio, con la finalidad de emitir un diagnóstico claro que nos permita generar propuestas factibles:

Pronóstico: esta área comprende el estudio de la data histórica de las ventas del producto y la búsqueda de un modelo que se ajuste al comportamiento del mismo, así como la proyección de las ventas a mediano plazo.

Análisis de las operaciones: comprende el diseño y estudio de los diagramas de proceso, diagramas de distribución, diagramas de recorrido, manejo de materiales, estudio de tiempos, diagramas de Gantt, ruta crítica y a través de estas herramientas emitir un diagnóstico confiable.

Indicadores de productividad: comprende el estudio y análisis de los principales indicadores empleados en la actualidad.

La tercera etapa consiste en el análisis de las oportunidades de mejora y expansión de la línea de producción, así como el estudio de factibilidad de cada una de las propuestas generadas, en función de la proyección de ventas a mediano plazo y las consideraciones propias del proceso productivo.

2. *Población*

El producto granulado cuenta con tres presentaciones en el mercado:

- Adulto (dispensadores, x 6 y x 30)
- Pen, nocturno (dispensadores, x 6 y x 30)
- Pediátrico (dispensadores, x 6 y x 30)

3. *La Muestra*

El estudio se formuló con relación a la presentación granulado adulto, debido a que este representa aproximadamente el 77,33% de la producción planificada para el año 2000 (Presupuesto 2000), como se observa en la gráfico N° 1. Para el área de empaque se toma como patrón de medida la presentación por seis (6) sobres.

Gráfico N° 1: Distribución del Producto Granulado; Presupuesto 2000

Fuente: Elaboración propia Datos: Presupuesto 2000

CAPITULO III

Pronósticos

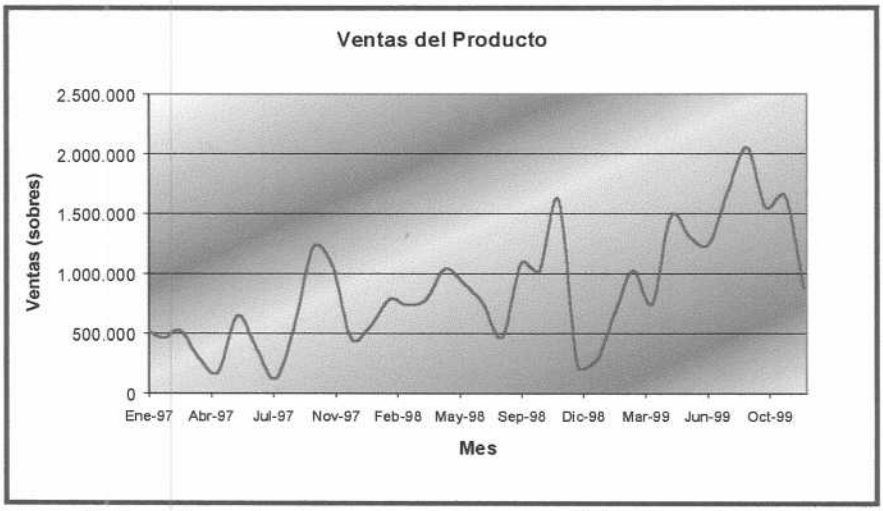
CAPITULO III

III. PRONÓSTICOS

La información relacionada con las ventas de producto granulado fue suministrada por la Gerencia de Mercadeo de la Empresa[3], en estos datos se detalla el volumen de sobres vendidos mensualmente en los años 1997, 1998 y 1999. A partir de esta información se pronosticará el volumen de ventas a efectuarse en el presente año y para el modelo seleccionado la proyección para los años 2000 y 2001.

En la siguiente gráfica se puede observar el comportamiento mensual de las ventas durante los últimos tres años.

Gráfico N° 2 Ventas Mensuales del Producto desde Ene. 97 a Dic. 99



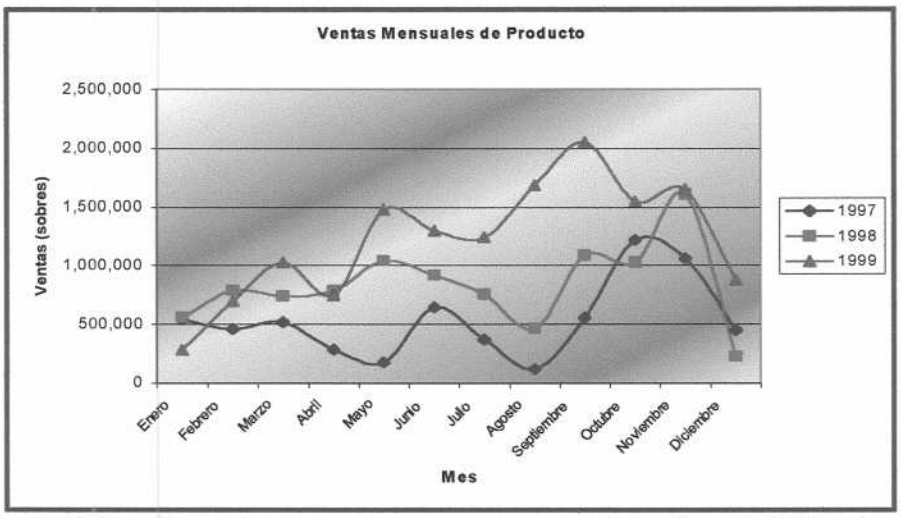
Fuente: Elaboración propia Datos: Gerencia de Mercadeo

En la gráfica N° 3 se observan continuas fluctuaciones que obedecen a la naturaleza estacional de las ventas del producto. Considerando que las ventas del producto están relacionadas principalmente con las condiciones climatológicas propias de las distintas

[3] Los valores expuestos se encuentran modificados por un factor, debido a la naturaleza de la información

épocas del año, se procedió a examinar la tendencia que registraban las ventas del producto para los distintos períodos del año.

Gráfico N° 3 Ventas Mensuales del Producto en los años 97/98 y 99



Fuente: Elaboración propia Datos: Gerencia de Mercadeo

Los modelos de pronóstico a utilizar deben considerar la porción constante de la demanda, la tendencia y la estacionalidad. Los modelos empleados fueron el método de las fluctuaciones cíclicas y estacionales, el método ajuste lineal con índices estacionales y el método de Winters, los tres métodos se compararon calculando la **desviación media absoluta (MAD)** correspondiente a cada uno de ellos.

Para un modelo en particular la **MAD** es una medida del promedio de las discrepancias absolutas entre los valores actuales y ajustados en una determinada serie de tiempo. Si el modelo tuviera que ajustar *perfectamente* los datos pasados de la serie de tiempo, MAD sería cero; si el modelo tuviera que ajustar *deficientemente* los datos pasados de la serie de tiempo, la MAD sería grande. Por lo tanto, al comparar los méritos de dos o más

modelos de elaboración de presupuestos se puede seleccionar aquel con la MAD *mínima* como la más apropiada sobre la base de ajustes anteriores de serie de tiempo determinada. La metodología y los resultados de cada uno de los modelos se pueden observar en los anexos A. El modelo con el cual se obtuvo la menor MAD fue el modelo de Winters.

A. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE WINTERS

El modelo formalmente establece lo siguiente:

$$d_t = (a + bt)\, c_t + \varepsilon_t$$

donde a = porción constante

b = pendiente de la componente de tendencia

c_t = factor estacional para el período t

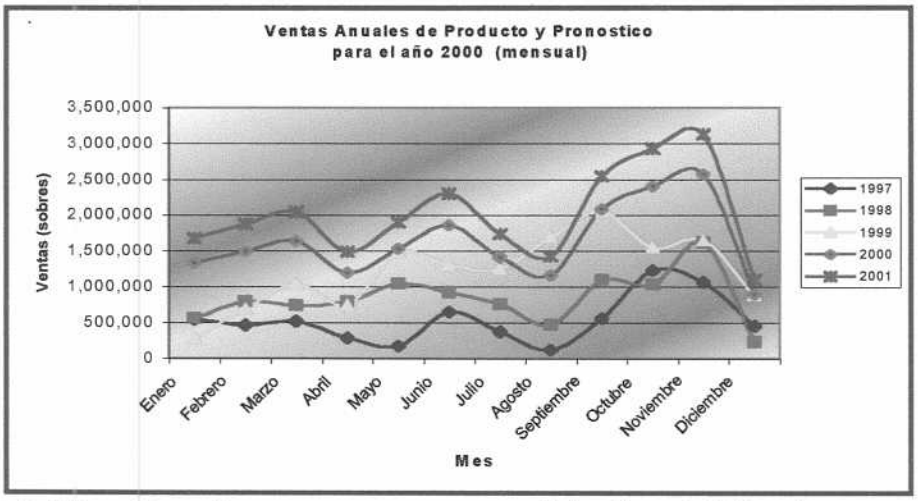
ε_t = aleatoriedad no controlable

El método de pronóstico consiste en estimar los parámetros del modelo y usarlos para generar el pronóstico. La componente constante se estima de forma independiente de la tendencia y los factores estacionales, por lo que se llama constante no estacional. De la misma manera, el factor de tendencia debe ser independiente de los factores estacionales. Los factores estacionales se pueden ver como un porcentaje de las componentes constante y de tendencia para el período t. El número de factores estacionales debe ser igual al número de estaciones al año. Para pronosticar se obtienen las estimaciones iniciales de las componentes del modelo y se actualizan usando suavizamiento exponencial.

B. RESULTADOS

El pronóstico estimado por el método de Winters para los años 2000 y 2001 se puede observar a continuación en la gráfica N° 4.

Gráfico N° 4 Ventas Mensuales del Producto en los años 97/98 y 99 y Pronósticos para los años 2000 y 2001



Fuente: Elaboración propia Datos: Gerencia de Mercadeo

Se puede apreciar en la gráfica anterior que el ajuste logrado se asemeja al comportamiento de los años anteriores. Para la proyección del pronóstico de ventas de sobres para el año 2000, el método arrojó un crecimiento de un 34%, mientras que para el año 2001 se estableció un crecimiento de 23,4%, con respecto a los años 1999 y 2000 respectivamente. Este Método ofrece el beneficio de que cada vez que se obtiene un nuevo datos se actualizan los parámetros del pronóstico, permitiendo un mejor ajuste con la realidad.

CAPITULO IV
Análisis de las Operaciones

CAPITULO IV

IV. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

A. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

1. Dispensado de Insumos - Almacén Gral. Guarenas –

La siguiente tabla muestra los insumos utilizados para la fabricación del producto, por código, clasificación (realizada para facilitar la descripción en lo siguiente) y peso de cada insumo por cada sublote del producto (75 kg.).

Tabla N° 1 Insumos para la Fabricación del Producto

CÓDIGO DEL INSUMO		CANTIDAD (por cada sublote)
P0364	B	3,750 kg.
P0014	B	1,800 kg.
P0307	B	1,313 kg.
P0045	A	46,207 kg.
P0306	B	39,000 gr.
P0318	B	15,700 gr.
P0139	B	1,500 gr.
P0117	B	1.575,000 gr.
P0309	B	56,000 gr.
P0308	B	225,000 gr.
P0188	A	20,250 kg.
P0241	B	1,125 kg
E0640		99.74 kg.

Fuente: Elaboración propia *Datos: Gcia. Producción*

El dispensado de los insumos para la elaboración de Producto se realiza en el almacén general de la Empresa, ubicado en Guarenas. La requisición u orden de fabricación realizada por el departamento de producción es enviada al almacén, donde se realiza el *picking* u orden de trabajo que indica la cantidad de insumos, la ubicación, el número de lote y códigos de los insumos, con esta información el personal traslada los insumos al área de dispensado. Se realiza la impresión de las etiquetas de despacho de cada producto. Cuatro operarios realizan el dispensado de dos lotes por día, por lo que se efectúan 14 pesadas por producto (7 por cada sublote).

La jornada de trabajo inicia con la preparación de todos los materiales necesarios para la labor de dispensado:

1.1. Búsqueda de los insumos a dispensar, materiales, bolsas, marcadores, cinta adhesiva, cajas, papel marrón, palas de acero inoxidable, etiquetas de despacho de cada insumo, formatos para la identificación de las cajas.

1.2. Los cuatro (4) operarios que realizan el dispensado realizan el armado de cajas, identificación de cada una por medio de formatos que contienen la siguiente información: nombre del producto, presentación, fecha de dispensado, número de lote y código de los insumos que contendrá la caja. Se realiza el marcado de bolsas con el código del producto, llenado de las etiquetas de despacho.

1.3. Se trasladan los materiales e insumos tipo A, al cuarto de dispensado. El llenado y embalaje del insumo P0045 se realiza en tambores de cartón (contenedores del insumo P0188) previamente cubiertos con papel marrón e identificados con su código, sé tara cada tambor con las bolsas, tapas y luego se procede a llenar hasta el peso indicado, posteriormente se sella y se coloca la etiqueta de despacho.

1.4. La pesada de los insumos tipo B se realiza en otro cuarto de dispensado utilizando balanzas de mayor precisión. Un operario se encarga de tarar las bolsas, llenar y pesar, mientras el otro chequea el registro del peso, sella la bolsa, la identifica y sella la caja, todos los insumos van contenido en bolsas plásticas, salvo los insumos P0318 y P0309 que son dispensados en recipientes de vidrio. Los once (11) insumos son empacados en cuatro (4) cajas.

Los insumos en cajas son dispuestos sobre paletas, cubiertas con papel strech y colocados en el área de insumos en transito.

2. *Descripción de la Recepción, Traslado y Chequeo de Materiales – Planta Caracas -.*

El camión que transporta los insumos para elaborar el producto, procede de los almacenes de la Empresa ubicados en Guarenas, que arriban a la planta de producción de lunes a viernes aproximadamente a las 10:30 a.m., los insumos son recibidos en el área de Almacén y Transito el cual está dividido en tres áreas: Materia Prima y Empaque, Productos Terminados Guarenas y Devolución Guarenas.

Al culminar la descarga de los insumos se procede a cargar el camión con los productos terminados o con los insumos a ser devueltos al almacén, de acuerdo a la planificación establecida.

Los insumos son trasladados por medio de un montacargas que los coloca en la entrada del almacén, posteriormente son ordenados en las áreas de materia prima y empaque, posteriormente un inspector de control de calidad abre cada una de las cajas y verifica el contenido de las mismas en cuanto a identificación, apariencia y cantidad de insumos. Para los principios activos de la fórmula del producto (P0364, P0318 y P0306) se toman muestras con el fin de realizarles una prueba de infrarrojo que permitirá verificar su autenticidad.

Debido a las limitaciones de espacio en el área de almacén y tránsito los insumos el mismo día de su llegada son trasladados a un almacén general ubicado en el sótano 3 de la planta donde permanecen de 1 a 4 días hasta ser llevados al área de producción ubicada en el Sótano I, de acuerdo a la planificación realizada por el Departamento de

Producción. Si los insumos son requeridos con urgencia estos son llevados directamente al área de producción.

Todos los insumos, por lote de producción (525 kg.) que llegan al departamento de producción ubicado en el sótano 1 de la planta, son clasificados por sublotes (75 kg.) de fabricación pasados a cestas plásticas y dispuestas sobre paletas plásticas, todo ello para cumplir con las especificaciones del proceso.

Una vez que comienza el turno de trabajo los insumos son llevados del almacén del departamento de producción a cada una de las áreas correspondientes (tamizado, granulado y ensobrado), de acuerdo a lo establecido en la tabla N° 2.

Tabla N° 2 Distribución de Insumos por Área de Producción

Área de Producción	Código del Insumo
Área de Tamizado	P0364
	P0014
	P0045
	P0188
	P0307
	P0308
Área de Granulación	P0029
	P0318
	P0306
	P0241
	P0139
	P0309
	P0021
Área de Ensobrado	E0640

Fuente: Elaboración Propia

El dispensado del insumo P0021 se realiza en el sótano 1 de la planta, por medio de una requisición.

3. Chequeo de Peso de los Insumos

La operación de pesado para productos livianos se lleva a cabo en el área de tamizado mediante el uso de una balanza analógica, mientras que para los productos más pesados

se dispone de una balanza analógica ubicada en el área de ensobrado, se verifica el peso emitido por el almacén de materia prima (Guarenas) de todos los insumos, el operario debe anotar en la tarjeta de identificación del producto el peso registrado.

4. Tamizado de Insumos

Luego de chequear el peso de los insumos se procede a tamizar en el equipo Quadro Comil, para ello:

4.1 Se verifica el ensamblaje (condiciones del equipo).

4.2 Se colocan sobre una paleta plástica los tambores y en su interior una bolsa plástica, donde será depositado el producto con sus respectivas tapas.

4.3 Las operaciones que se describen a continuación se repiten para cada uno de los 7 sublotes de 75 kg. c/u de producción:

4.4 Un tambor vacío es colocado bajo el surtidor del equipo y se recoge el producto tamizado en una bolsa plástica que está fijada a la boca del surtidor (para evitar escapes de producto).

4.5 Se procede a tamizar el insumo P0045, con una pala de acero inoxidable se vacía el contenido de los tambores en la tolva de alimentación de la máquina de tamizado.

4.6 Se colocan en una bolsa plástica de capacidad adecuada los insumos P0364, P0308, P0307 y P0014; se mezclan por un minuto y se tamizan junto al insumo P0188.

4.7 Se transportan los insumos tamizados al área de granulación.

5. *Preparación de la Solución Aglutinante*

Las operaciones de preparación de solución aglutinante, mezcla-granulación y secado, se encuentran en la misma área denominada Granulación.

Las siguientes operaciones se repiten para cada uno de los 7 sublotes de 75 kg. c/u de producción:

5.1 Se coloca en una olla de acero inoxidable el insumo P0029.

5.2 Se enciende el agitador.

5.3 Se disuelve el insumo P0318.

5.4 Se pasa el insumo P0306 por tamiz de 20 mallas/pulgada y se agrega a la solución, luego de un período de agitación se agrega bajo agitación constante el insumo P0241, se mezcla hasta que no se aprecien grumos en la solución.

5.5 En un beaker se disuelve el insumo P0318 en agua desmineralizada y se agrega a la solución, finalmente se agrega el insumo P0309 y se deja mezclar por algunos minutos.

6. *Mezcla – Granulación*

Las siguientes operaciones se repiten para cada uno de los 7 sublotes de 75 kg. c/u de producción, esta operación se realiza en el equipo Granulador Lodige:

6.1 Previo a la granulación de la mezcla, se procede a vaciar un sublote de insumos tamizados (un tambor), en el mezclador Lodige, y se le induce un tiempo de mezclado.

6.2 Se toma la solución aglutinante y se vacía en el mezclador a través de una compuerta superior mientras se mantiene encendida la mezcladora, una vez

vaciada toda la solución se apaga el mezclador. Para asegurar que todo la solución aglutinante se vierta en la mezcla, se realizan 5 enjuagues.

7. Secado

Esta operación se realiza en dos estufas:

La estufa Olsa, tiene una capacidad de 150kg, dos sublotes, distribuidos en 30 bandejas, 15 por cada puerta.

La estufa Jaw Chuan tiene una capacidad de 300kg, cuatro sublotes, distribuidos en 72 bandejas, 36 por cada puerta. Para el llenado y vaciado de las bandejas, se extrae del horno un carro que contiene las bandejas el cual es colocado sobre un andamio que permite el traslado de la estructura hasta el área de llenado, cada estructura contiene 36 bandejas dispuestas en dos hileras consecutivas (18 bandejas c/u).

7.1 Primero se realiza el llenado de las bandejas de la estufa Olsa (2 sublotes) y luego la Jaw Chuan (4 sublotes), para el último sublote el proceso de secado se realiza en la estufa Olsa (1sublote).

7.2 Las bandejas son extraídas (una a una) del horno o del andamio, lo cual dependerá del sublote de producción y son colocadas en una mesa de acero inoxidable, en su superficie dos capas de papel parafinado.

7.3 Con ayuda de una pala de plástico, se extiende el granulado en bandejas, la cantidad dispuesta varía de acuerdo al tamaño de la bandeja.

7.4 Se llevan las bandejas o andamio a la estufa, por un tiempo estimado de 3,5 h en un rango de temperatura entre 40-45 °C hasta alcanzar una humedad menor al 1%.

7.5 Se sacan las bandejas de la estufa, se colocan sobre la mesa donde el granulado es fragmentado por acción de golpes y se coloca el producto en los tambores dentro de bolsas plásticas.

7.6 El tambor se coloca sobre un transportador y es conducido al área de tamizado.

8. Tamizado de Producto en Proceso

Las siguientes operaciones se repiten para cada uno de los 7 sublotes de 75 kg. c/u de producción:

8.1 Tamizar el granulado seco en equipo Quadro Comil, con ayuda de una pala de acero inoxidable se vacía el contenido del tambor en la tolva de alimentación de la máquina tamizadora. Durante el tamizado de un sublote específico se añade el insumo P0117.

8.2 A medida que se concluye el tamizado de cada sublote, se colocan los tambores sobre una paleta que será trasladada al área de mezclado.

9. Mezcla Final

Esta operación se realiza en el equipo Engelsmann.

9.1 El operador quita la cubierta superior del tanque para vaciar el contenido de cada uno de los tambores en el tanque del mezclador.

9.2 Una vez que este alcanza cierto nivel específico se cierra el tanque y se vacía el resto del producto por la abertura que posee el tanque en la parte superior.

9.3 Se procede a mezclar por el tiempo especificado del proceso (10 min.). El proceso es controlado por un contador (5 min.).

9.4 Al culminar el mezclado se vacía el producto en bolsas contenidas en tambores mediante un equipo de transporte de granulado por vacío que se encarga de la

12. Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M)

Las buenas prácticas de manufactura en la Empresa son reglamentaciones mínimas necesarias para la preparación de drogas que se suministran a seres humanos, cuyas normas básicas las establece el Ministerio de Sanidad y cuya unidad responsable de su ejecución es Control de Calidad quien establece criterios adicionales que garanticen la calidad de sus productos.

Dentro de las principales normas se encuentran las siguientes:

- Áreas de producción específicamente definidas y separadas para evitar la contaminación o la confusión.
- Pisos, paredes y techos de uniones curvas, superficies lisas y duras para facilitar su limpieza.
- Control de temperatura y humedad.
- Suministro continuo de aire filtrado a través de filtros de aire.
- Iluminación adecuada de todas las áreas

Todos los operarios que intervienen en los procesos están provistos de uniforme, gorros, guantes, mascara facial, tapa bota y en particular para el área de ensobrado se utilizan protectores auriculares debido al fuerte ruido que genera la máquina de transporte de granulado.

Una vez culminado el turno de los operarios, estos deben dejar los equipos en las condiciones adecuadas para el próximo turno y de igual manera antes de proceder a las diferentes operaciones de preparación del producto, el operador debe asegurarse de que las máquinas y áreas de trabajo estén perfectamente limpias y totalmente exentas de

residuos o materiales provenientes de la fabricación anteriormente efectuada en la máquina y el área.

13. Control de Calidad

Previo al inicio del proceso un supervisor de calidad conformará en la hoja correspondiente los datos que serán impresos en los sobres tales como N° de lote y fecha de expiración.

Durante el proceso productivo se realizan pruebas de pesaje para determinar la variación del peso del sobre. Una vez ajustadas las máquinas ensobradoras, se toma cierta cantidad de sobres formados y vacíos, se determina utilizando las balanzas de precisión que se encuentran en cada área de ensobrado, el promedio y la desviación estándar, con esta información el operario llena la plantilla donde se registran las mediciones efectuadas cada 15min., aproximadamente. El número de sobres que se examinan depende de la ensobradora. Para la ensobradora Bossar se toman 12 sobres, mientras que para la Klöckner se toman 16 sobres, los cuales son pesados y se imprime el resultado (cada balanza de precisión tiene incorporada su impresora). Luego de terminado el proceso de ensobrado se procede a tomar muestras del producto obtenido y el lote de producción es almacenado en cuarentena mientras se realizan las pruebas microbiológicas y los análisis fisicoquímicos. Los criterios o pruebas que se le practican al producto son los siguientes:

- Contenido de principios activos
- Estudio de microbiología (7 días)
- Humedad
- Peso de llenado

Granulometría:

- % retenido en el tamiz 20, 30, 60 y % retenido en la base

B. DIAGRAMA DE PROCESO

Se elaboraron los diagramas correspondientes a las actividades realizadas para la elaboración del producto.

- El diagrama N°1 contiene todas las actividades a escala general: desde el dispensado, fabricación del granel hasta el empaque y almacenaje.
- El diagrama N° 2 contiene las actividades realizadas durante el dispensado de la materia prima.
- El diagrama N° 3 contiene las actividades realizadas durante el tamizado de insumos, granulación, mezcla y secado.
- El diagrama N° 4 contiene las actividades de tamizado de producto y mezcla final.
- El diagrama N° 5 contiene las actividades de empaque, almacenaje y traslado a Guarenas.

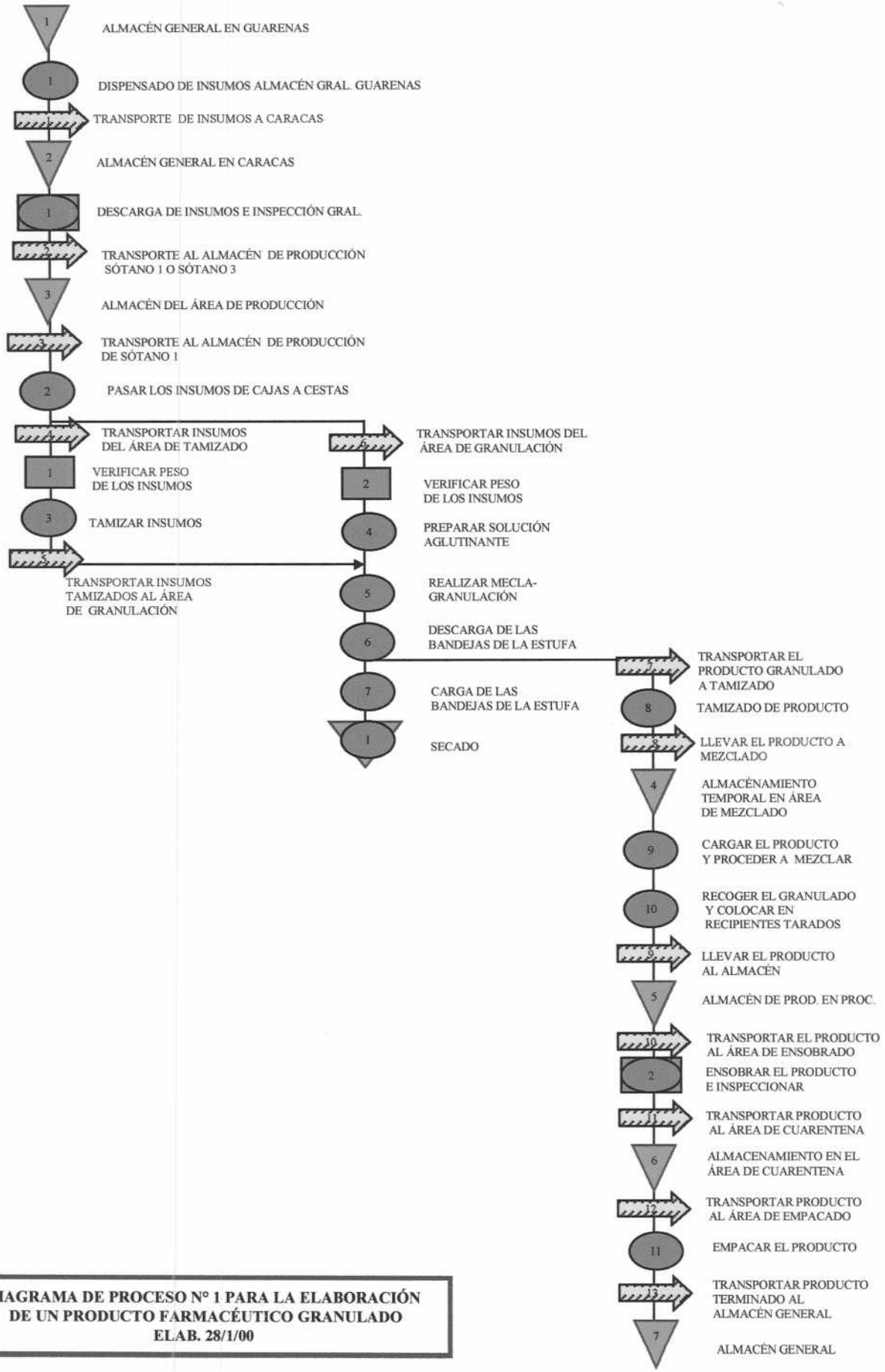
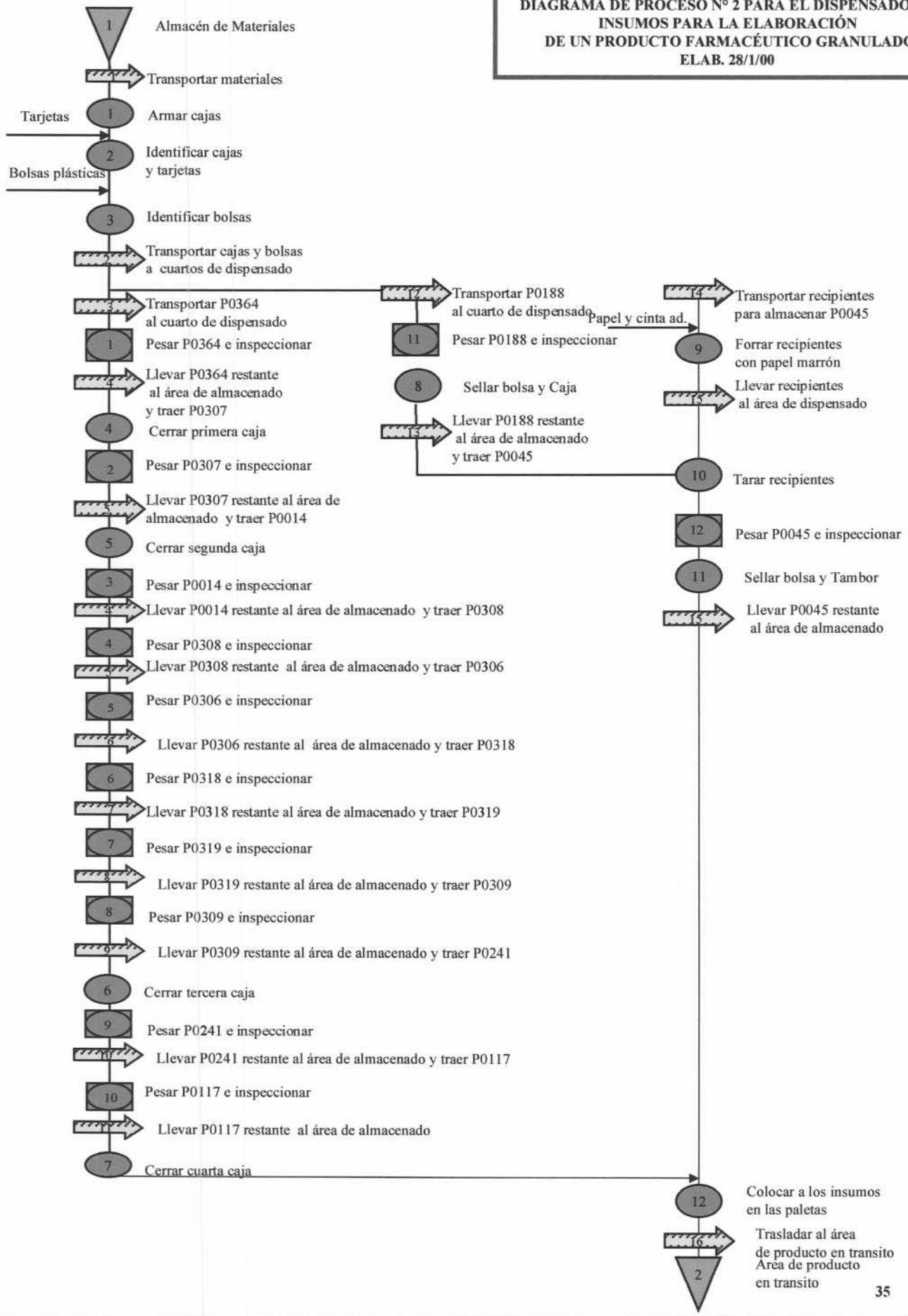


DIAGRAMA DE PROCESO N° 1 PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO FARMACÉUTICO GRANULADO
ELAB. 28/1/00

DIAGRAMA DE PROCESO N° 2 PARA EL DISPENSADO DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO FARMACÉUTICO GRANULADO
ELAB. 28/1/00



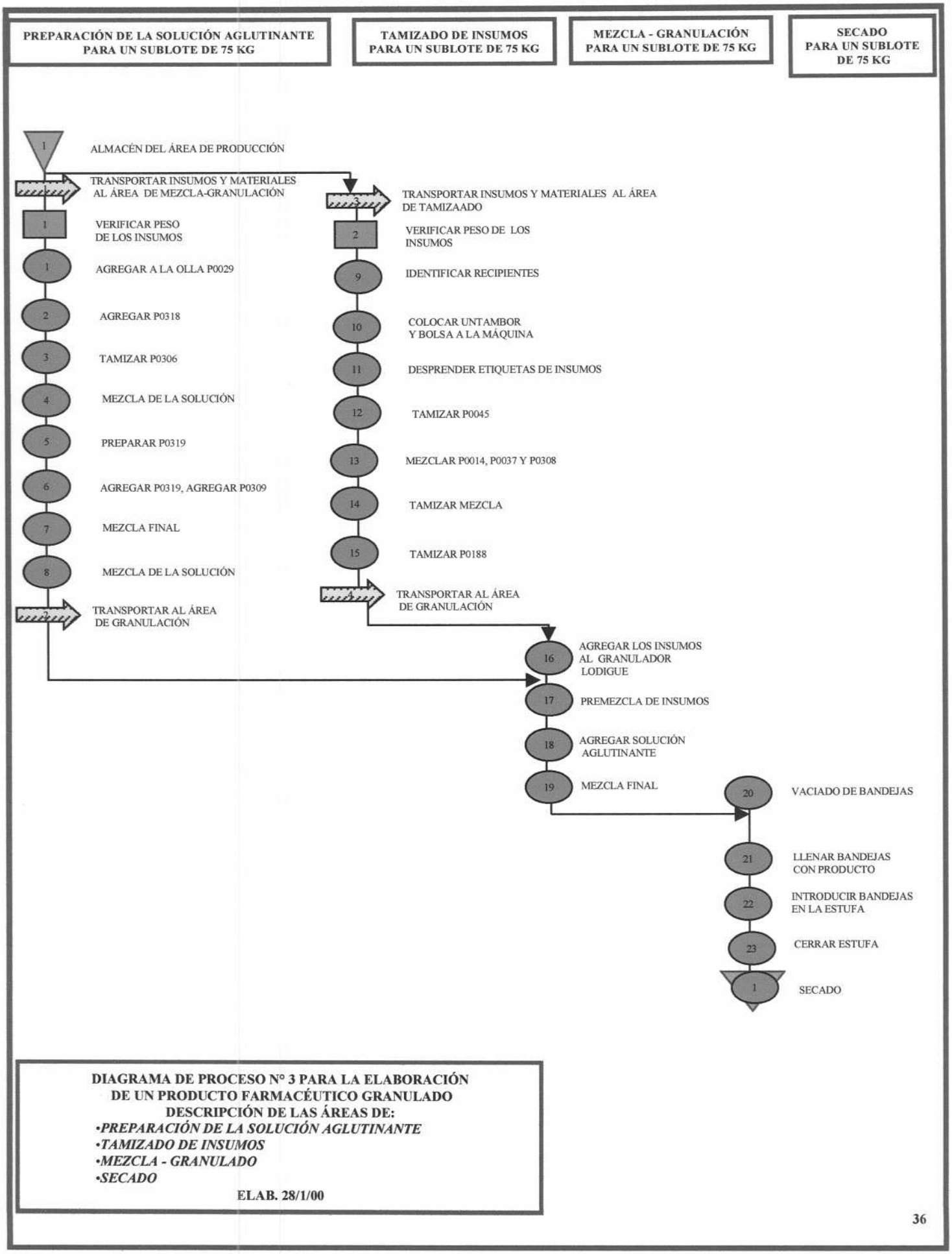


DIAGRAMA DE PROCESO N° 3 PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO FARMACÉUTICO GRANULADO
DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE:
- ***PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN AGLUTINANTE***
- ***TAMIZADO DE INSUMOS***
- ***MEZCLA - GRANULADO***
- ***SECADO***

ELAB. 28/1/00

TAMIZADO DE PRODUCTO
PARA UN SUBLOTE DE 75 KG

MEZCLA FINAL
PARA SIETE SUBLOTES DE 75 KG C/U

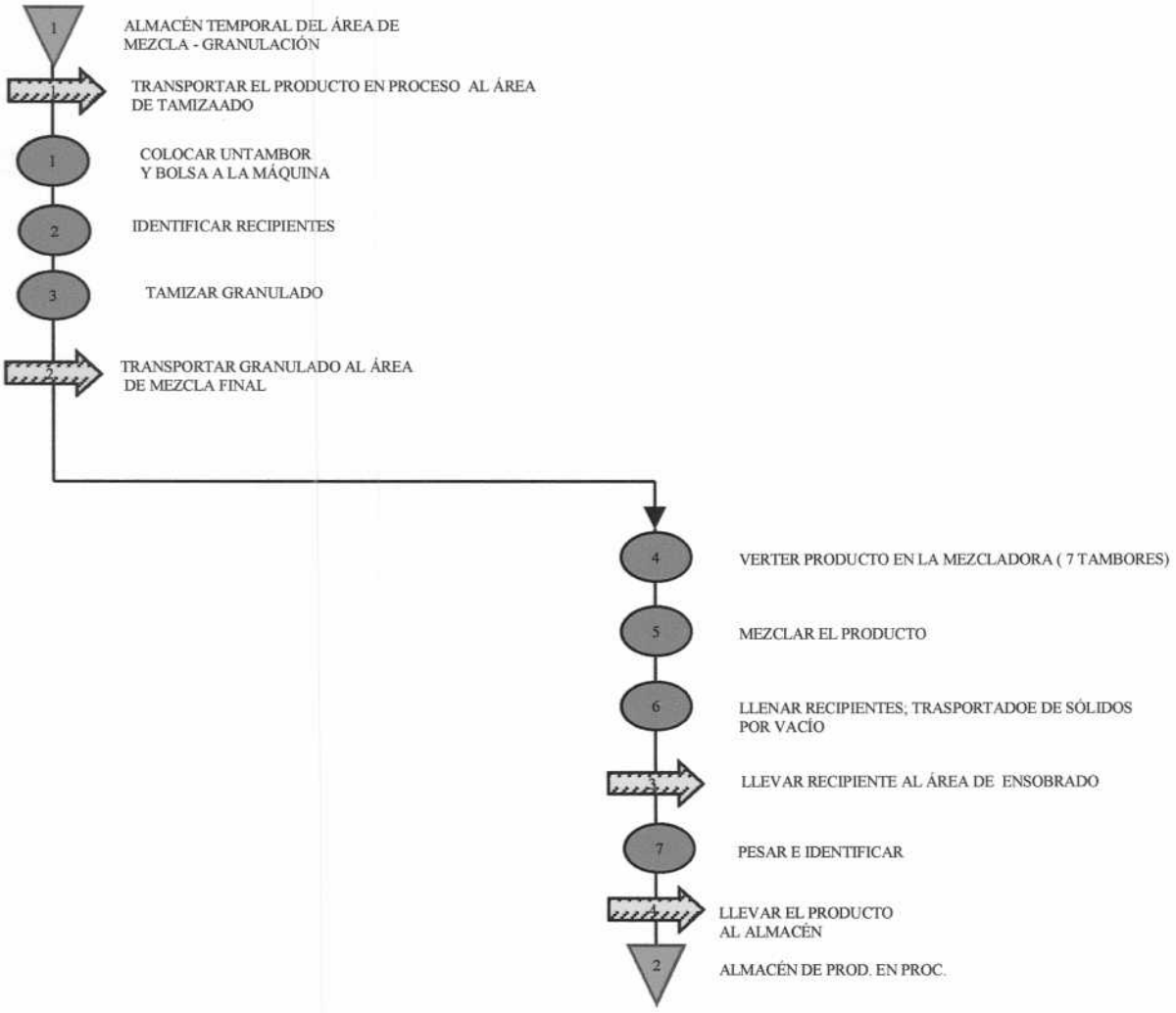


DIAGRAMA DE PROCESO N° 4 PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO FARMACÉUTICO GRANULADO
DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE:
- ***TAMIZADO DE PRODUCTO***
- ***MEZCLA FINAL***

ELAB. 28/1/00

ENSOBRADO DE PRODUCTO PARA UN LOTE DE 525 KG

EMPAQUE DE PRODUCTO PARA UN LOTE DE 525 KG

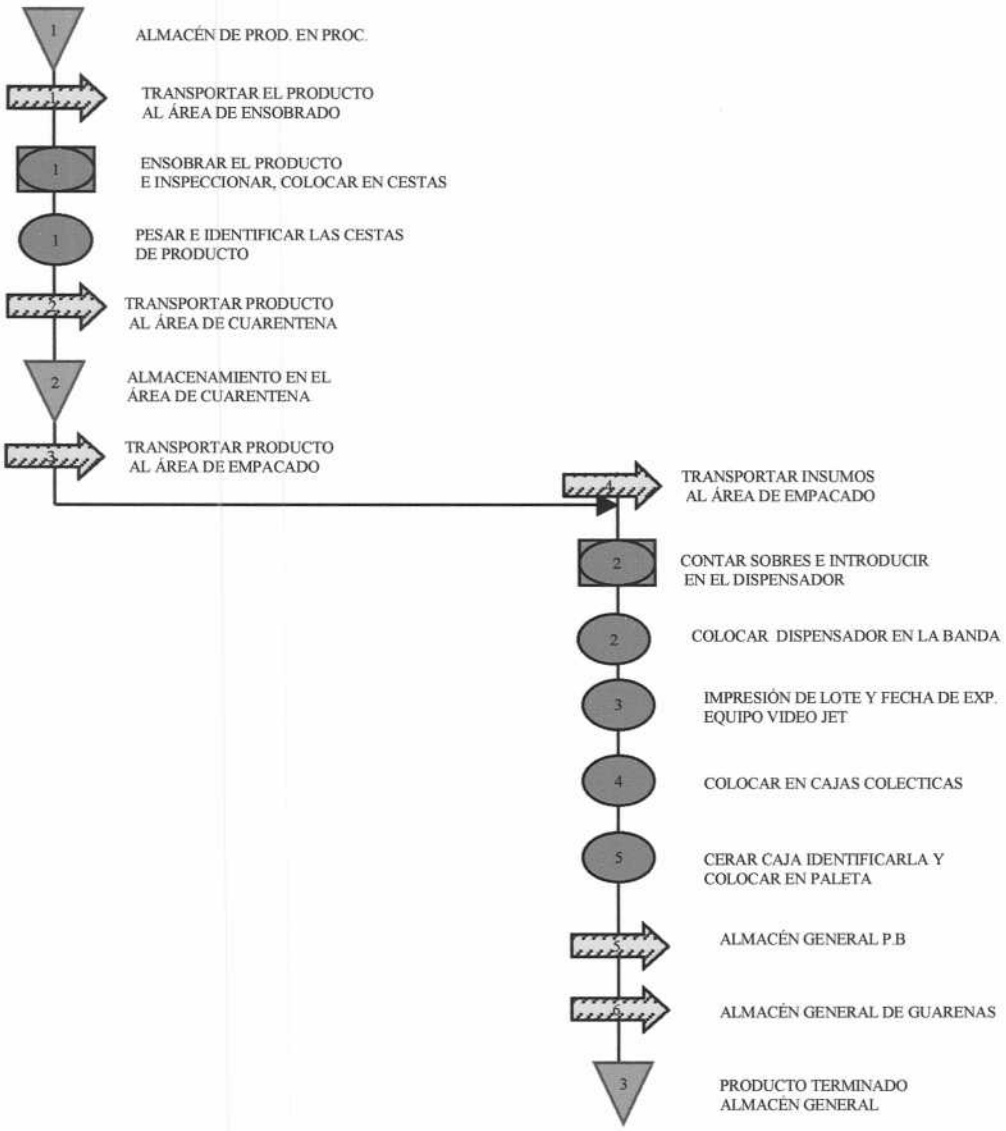


DIAGRAMA DE PROCESO N°5 PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO FARMACÉUTICO GRANULADO
DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE:
•ENSOBRADO
•EMPAQUE

ELAB. 28/1/00

C. DISTRIBUCIÓN

Mediante el uso de este recurso se logró mostrar la distribución actual de las áreas de trabajo y la distribución de los distintos elementos que están relacionados con el proceso productivo, dichas áreas están representadas de la siguiente manera:

- Distribución N° 1: PB, en esta área se realiza el almacenaje y chequeo de los insumos procedentes del almacén general de Guarenas y el almacenaje temporal del producto terminado que será enviado a los almacenes de Guarenas.
- Distribución N° 2: S3 en esta área se realiza el almacenaje temporal de los insumos, clasificados en los sectores de materia prima y empaque.
- Distribución N° 3: S1 esta área se encuentra dividida en los siguientes sectores: área de almacenaje de insumos, dispensado de P0029, mezcla granulación, tamizado, mezcla final y ensobrado.
- Distribución N° 4: P3 en un sector del área total se realiza el empaque y paletizado del producto.

En los anexos B-1 se pueden apreciar en detalle cada uno de los diagramas de distribución mencionados anteriormente.

D. DIAGRAMA DE RECORRIDO

De acuerdo a los diagramas de proceso y los diagramas de distribución expuestos en el apartado anterior se presentan los diagramas de recorrido de los insumos, producto en proceso y producto terminado; en los anexos N° B-2 se puede apreciar los mismos.

E. ESTUDIO DE TIEMPOS

Los lineamientos tomados para la elaboración del estudio de tiempos fueron los siguientes:

- Para la medición de los tiempos elementales se tomó la técnica del método continuo, ya que en esta se toma un registro completo de todo el período de observación, en un formato diseñado para tal fin.
- Todos los tiempos fueron obtenidos tomando una confianza del 95% y un error del 10%. Para ello se realizó una prueba piloto que consistía en la medición de 20 ciclos, se calculó con estos datos la media, la desviación estándar y el tamaño de muestra requerido y se completó la muestra de ser necesario. Posteriormente sé recalculó la media y la desviación estándar. La escala de valoración utilizada para los cálculos correspondientes a las tablas se describe en los anexos C.

Las siguientes tablas muestran los tiempos tipos en minutos y el respectivo intervalo de confianza I_M para la muestra, para mayor información ver anexos C.

$$\textit{Intervalo de Confianza} = \textit{Tiempo Tipo} \pm I_M$$

Tabla N° 3 Estimación de Tiempos Área Tamizado de Insumos para 1 Sublote

TAMIZADO DE INSUMOS	Tiempo Tipo (min.)	IM(min)
Identificar Recipiente	1.33	0.13
Colocar Bolsa a Máquina	1.16	0.15
Desprender Etiqueta de Insumos	2.55	0.26
Tamizar P0045	2.48	0.31
Mezclar P0014,P0037 Y P0308	2.94	0.44
Tamizar Mezcla	0.70	0.08
Tamizar P0188	2.52	0.34
Llevar Tamizado a Granulación	1.48	0.15
TIEMPO DE TAMIZADO DE INSUMOS	15.16	1.86

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4 Estimación de Tiempos Área Tamizado de Producto para 1 Sublote

TAMIZADO DE PRODUCTO	Tiempo Tipo (min.)	IM(min)
Buscar Recipiente con Granulado	1.48	0.18
Colocar Bolsa a Máquina	1.16	0.15
Identificar Recipiente	1.33	0.13
Tamizar Granulado	11.28	1.19
TIEMPO DE TAMIZADO DE PRODUCTO	15.47	1.65

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5 Estimación de Tiempos Área de Granulación-Mezcla para 1 Sublote

TIEMPO DE PREP. SOL. AGLUTINANTE	Tiempo Tipo (min.)	IM (min)
Agregar P0029	1.14	0.20
Agregar P0318	0.55	0.10
Tamizar P0306	2.54	0.50
Mezcla de P0306	8.97	1.63
Agregar P0241	1.36	0.25
Mezcla de Solución	17.64	3.41
Preparar P0319	1.59	0.26
Agregar P0319/AgregarP0309	1.10	0.18
TIEMPO DE PREPARACION	34.76	6.53
Agregar Sol. Aglu.-5 Enjuagues	7.12	0.93
Pre-Mezcla de Insumos	1.80	0.67
Vaciado de Bandejas – Olsa-	12.25	0.90
Vaciado de Bandejas - J C-	9.79	1.66
Llenar Bandejas -OLSA-	19.97	2.54
Llenar Bandejas - J.C-	10.92	2.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 6 Estimación de Tiempos Área Mezcla para 1 Sublote

MEZCLA DE PRODUCTO	Tiempo Tipo (min.)	IM(min)
Llevar Producto a la Mezclado	1.52	0.21
Verter Producto en Mezcladora	2.62	0.50
Mezclar Producto	13.95	1.23
Llenar Recipiente (1 de 6) con Producto	13.61	1.42
Llevar Recipiente a Ensobrado, Pesar e Identificar	4.80	0.67
TIEMPO DE MEZCLA DE PRODUCTO	**36.54**	**4.03**

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7 Estimación de Tiempos para el Dispensado en el Almacén Gral. Guarenas

Dispensado de Insumos	Tiempo Tipo (min.)	IM(min)
Dispensado de dos lotes de producto (1050kg), 14 sublotes de 75 kg c/u.	12.98	0.10

Fuente: Elaboración propia

F. DIAGRAMAS DE GANTT

Mediante el uso de esta herramienta se logró representar la secuencia de las operaciones, de acuerdo al orden de precedencia de las mismas, logrando estimar la duración total de las operaciones por turno de trabajo, bajo las condiciones actuales.

En los anexos D-1 se exponen dos diagramas:

- Diagrama N° 1 en este se expone los tiempos de producción estimados por la Empresa.
- Diagrama N°2 es el se expone los tiempos de producción estimados por el estudio de tiempos.

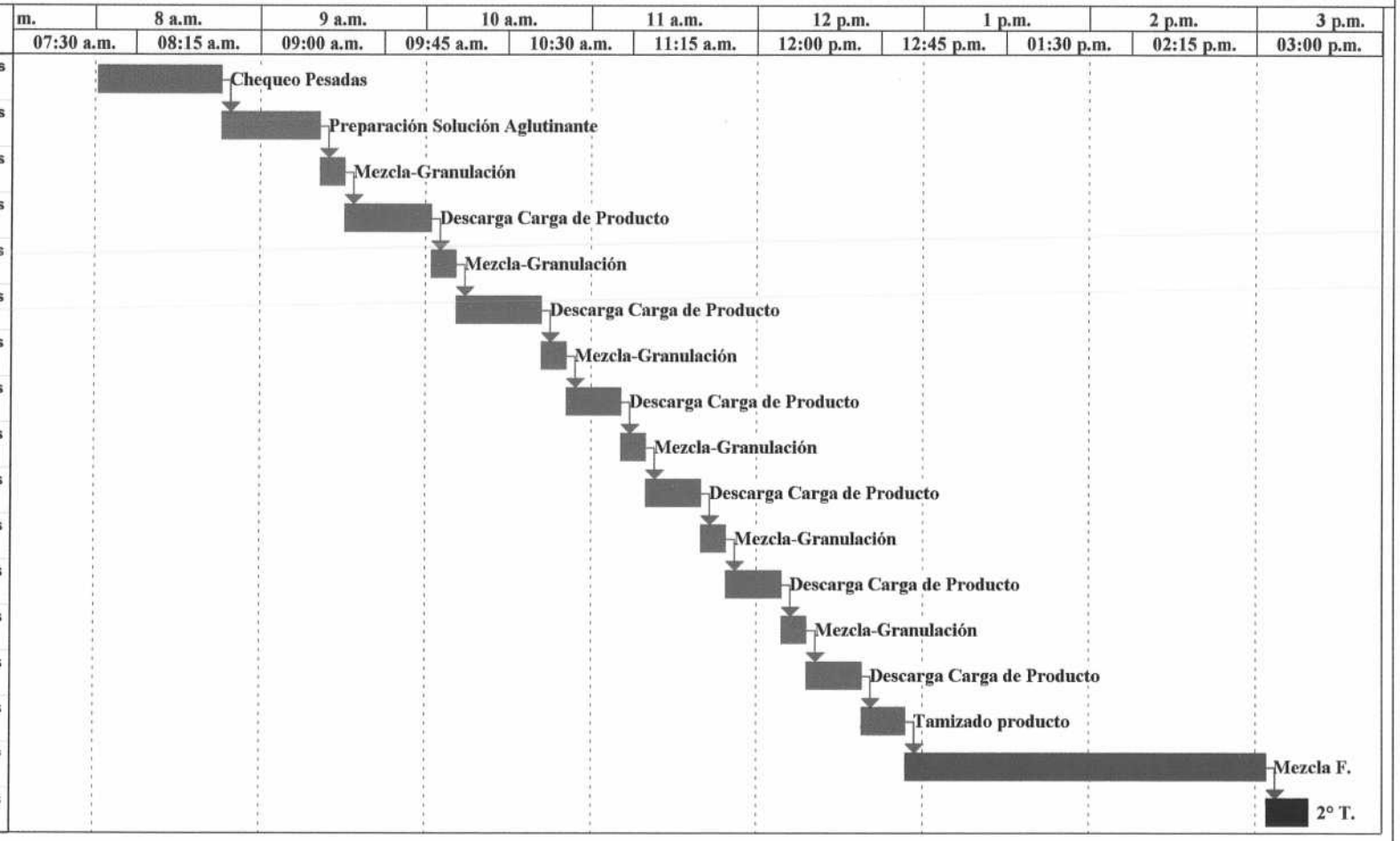
G. MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA

EL CPM (Critical Path Method) [Método de la Ruta Crítica] es un método basado en redes, diseñado para ayudar en la planificación, la programación y el control de los proyectos. Se dice que cualquier actividad es **crítica** cuando no hay "libertad" para determinar los tiempos de inicio y terminación. Como tal para completar el proyecto sin demora, cada actividad crítica se debe iniciar y terminar a tiempo. Mediante esta técnica se determinó la ruta o actividades críticas del proceso productivo del producto, que se muestra en el diagrama N° 5. Se puede observar que las actividades de *mezcla granulación y descarga y carga de la estufa,* se presentan como actividades críticas en 6 granulaciones de las siete realizadas en el día.

En los anexos D-2 se explica el procedimiento para determinar la ruta crítica.

DIAGRAMA DE GANTT
RUTA CRÍTICA PARA EL PROCESO DE GRANULADO

Actividades	Dur.
Chequeo Pesadas	45 mins
Preparación Solución Aglutinante	36 mins
Mezcla-Granulación	9 mins
Descarga Carga de Producto	31 mins
Mezcla-Granulación	9 mins
Descarga Carga de Producto	31 mins
Mezcla-Granulación	9 mins
Descarga Carga de Producto	20 mins
Mezcla-Granulación	9 mins
Descarga Carga de Producto	20 mins
Mezcla-Granulación	9 mins
Descarga Carga de Producto	20 mins
Mezcla-Granulación	9 mins
Descarga Carga de Producto	20 mins
Tamizado producto	16 mins
Mezcla final	130 mins
2° TURNO	16 mins



REALIZADO POR:
Y.A
G.K

PROCESO
Resumen del proyecto
División
División resumida

H. RESULTADOS

Lo que se describe a continuación son las conclusiones obtenidas a partir de la aplicación de las técnicas descritas anteriormente, las cuales se han clasificado en dos áreas: Planta de Producción y Almacén General de Guarenas

1. Planta de Producción

- El proceso de fabricación del producto se encuentra normalizado en un documento llamado "técnica de fabricación" en él se describen las operaciones y registran los tiempos de ejecución y el operario que realiza las actividades.
- El equipo de tamizado Cuadro Comil se encuentra a tal altura que proporciona condiciones poco ergonómicas para el desempeño de la actividad de tamizado, incrementando la fatiga en el operario.
- Las operaciones de fabricación son repetidas siete (7) veces durante una jornada de trabajo, en las cuales se realizan tres paradas de producción programadas: dos paradas de café (15 min. de duración c/u) y el almuerzo (30 min. de duración), estas paradas representan una ruptura en la secuencia de las operaciones.
- El estudio de tiempos arrojó una medida confiable de los tiempos requeridos en las operaciones.
- Una vez realizado el estudio del proceso productivo y estimado los tiempos requeridos para la realización de las actividades, se utilizaron los diagramas de Gantt mediante los cuales pudo apreciar la secuencia y el solapamiento de las operaciones en las áreas de trabajo.

- Se observó que las rutas de producción que contienen los tiempos de proceso que se emplean en la planta presentan una diferencia significativa en comparación a los tomados en el estudio.
- En relación con los espacios de trabajo en el área de fabricación de granel, se aprecio que el crecimiento de la demanda que se produjo y las necesidades de expansión en el pasado, llevó a la Empresa a realizar un área de producción exclusiva para la elaboración del producto ubicada en sótano 1. Esta fue diseñada por áreas de trabajo adyacentes bien delimitadas y aisladas de acuerdo a los requerimientos de BPM, de modo que el recorrido del producto en proceso de un área a otra es mínimo. Sin embargo la elaboración del área de producción fue realizada en función de los equipos que existían en ese entonces sin considerar futuras ampliaciones por lo que el espacio es una fuerte restricción.
- Los almacenes de materia prima, producto en proceso y producto terminado, se encuentran en diferentes áreas incluso en diferentes pisos.
- El almacén principal de materia prima o insumos se ubica en sótano 1, sin embargo por ser un área reducida, al esta llegar a su capacidad máxima se recurre al almacén de insumos ubicado en sótano 3.
- El almacén de producto en proceso se encuentra en el sótano 1 cercano al área de producción, que almacena el producto en proceso (tambores de granel, utilizados para el ensobrado) y el producto ensobrado dispuesto en cestas, los cuales son dispuestos en áreas no delimitadas sobre paletas, en este almacén se depositan eventualmente otros productos.

- El almacén de producto terminado se ubica en P.B, este es un almacén temporal, donde el producto es cargado en camiones para su transporte al almacén general de Guarenas.
- Al respecto del recorrido de materiales; la mayor parte de este se da en sentido vertical por el traslado de un departamento o almacén a otro.
- Se realiza una verificación de los pesos emitidos por el almacén general de Guarenas, esta actividad consume un tiempo valioso dentro de las actividades del día y no generan valor agregado al producto.
- Como se observó en el diagrama N° 3, las actividades que presentan mayor incidencia en este diagrama son las de granulación – mezcla y descarga carga de las estufas por lo que los estudios de mejoras estarán enfocados en los mismos.

2. ***Almacén General de Guarenas***

- La organización del almacén en general permite la localización y traslado de los insumos en corto tiempo, por lo que las actividades inician a tempranas horas.
- En el proceso de dispensado en Guarenas la manera de realizar las operaciones varía, por lo que documentar el proceso requirió un mayor esfuerzo de lo planificado.
- El dispensado de todos los insumos se realiza de manera manual, por lo que aquellos insumos en los que se requiere un peso elevado, resulta una actividad muy exigente, considerando que no existen sillas ni equipos que permitan disminuir la fatiga al estar de pié todo el día.
- Para el pesaje de los insumos de poco peso, los operarios carecen de instrumental de precisión para sacar y agregar el producto en las bolsas.

CAPITULO V

Indicadores de Productividad

CAPITULO V

V. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Cualquier unidad o departamento de la Empresa pueden ser analizados como sistemas productivos de bienes o servicios con clientes, productos, procesos, insumos y proveedores. Para tal fin la Empresa cuenta con un sistema de indicadores divididos o sectorizados por grupos de interés. A continuación se describen los indicadores de gestión empleados por la Empresa.

A. INDICADORES EMPLEADOS POR LA EMPRESA

1. Rendimiento Farma Galénica

Compara los recursos empleados durante los distintos procesos productivos con los establecidos en cada ruta de fabricación. Es responsabilidad de los supervisores de producción y de la Gerencia de Producción reportar de forma mensual este indicador. No obstante, en la actualidad los tiempos empleados para la producción que se reportan coinciden con los estipulados en las rutas de fabricación.

$$\text{Rendimiento Farma Galénica} = \frac{\text{Horas de Producción Reales}}{\text{Horas de Producción Estándares}}$$

2. Producción Real vs. Producción Teórica

A través de este indicador se puede comparar la producción real efectuada para los distintos meses del año con el volumen de producción planificado al inicio del año por la Empresa de acuerdo a los objetivos fijados por esta.

$$\text{Producción Real vs. Producción Teórica} = \frac{\text{Producción Real Registrada en el Mes}}{\text{Producción Planificada en el Mes}}$$

3. *Inventarios por Unidad de Negocio*

Este indicador permite comparar las compras efectuadas por las distintas unidades de negocios con respecto a los objetivos planificados por la empresa al inicio del período.

$$\text{Inventario por Unidad de Negocio} = \frac{\text{Compra Real de las Unidades de Negocio}}{\text{Compras Planificadas de las Unidades de Negocio}}$$

4. *Tiempo de Colocación en Ventas (Through Put Time)*

Este indicador permite estimar el tiempo de duración entre la llegada de insumos importados al puerto de llegada hasta su conversión en producto terminado. Permite obtener el costo financiero de los inventarios que intervienen en el proceso productivo. Su seguimiento es exclusivo para los productos cuyo costo de materia prima es elevado.

$$\text{Through Put Time} = \text{Semana de Elaboración del P.T.} - \text{Semana de Llegada de Insumos}$$

5. *Capacidad Utilizada*

Establece el grado de utilización anual de las máquinas en las distintas áreas de producción en relación con la capacidad nominal de los equipos.

$$\text{Capacidad Utilizada} = \frac{\text{Horas Máquinas Utilizadas por año}}{\text{Horas Máquinas Disponibles por año}}$$

6. *Costo de Calidad*

Este indicador permite evaluar el costo de las pérdidas incurridas debido a lotes rechazados por control de calidad.

$$\textit{Costos de Calidad} = \frac{\textit{Costo Productos Pérdidos} + \textit{Costo de Destrucción}}{\textit{N° Lotes Examinados}}$$

7. *Número de Análisis de Control de Calidad*

Representa la cantidad de análisis de control de calidad realizados durante el mes y a partir de mismo se determinan las posibles variaciones mensuales en el número de estos que se registran.

$$\textit{Número de Análisis de Control de Calidad} = \frac{N^{\circ} \textit{ de Análisis de C.C.}}{1 \textit{ mes}}$$

8. *Número de Unidades por Persona*

Este indicador permite estimar la cantidad de unidades producidas por cada operario en el lapso de un mes. Se estima por cada departamento de producción de acuerdo a los distintos productos que se fabrican en los mismos.

$$\text{Número de Unidades por Persona} = \frac{\text{Unidades Producidas por Departamento}}{\text{Número de Persona por Departamento}}$$

9. *Costo de Producción vs. Presupuesto*

Por medio de este indicador se estiman las variaciones entre los costos reales de producción con respecto al costo estándar de producción.

$$\text{Costo de Producción vs. Presupuesto} = \frac{\text{Costos Reales de Producción}}{\text{Costo Estándar de Producción}}$$

10. *Tasa de Conversión vs. Material Entrante*

Representa el porcentaje de recursos que se tienen disponibles para transformar los insumos con respecto al costo de estos.

$$\text{Tasa de Conversión vs. Material Entrante} = \frac{\text{Costo de Fabicación}}{\text{Costo de Materias Primas}} \leq \%\ \text{Establecido}$$

11. Tasa de Conversión vs. Facturación

Este indicador evalúa el porcentaje que genera el costo de servicio de fabricación de los productos con respecto a las ventas de producto.

$$\text{Tasa de Conversión vs. Facturación} = \frac{\text{Costo de Fabricación del Producto}}{\text{Ventas del Producto}}$$

12. Alcance de Ventas

A través de este indicador se puede medir el grado de efectividad con el cual fueron cubiertos los requerimientos de ventas establecidos por la Gerencia de Mercadeo. El beneficio de emplear este indicador es que permite evaluar si la demanda del mercado fue cubierta con los productos terminados disponibles para la venta. En consecuencia a partir de los resultados generados se pueden establecer políticas de inventarios orientadas a optimizar los beneficios obtenidos por la Empresa.

$$\text{Alcance de Ventas} = \frac{\text{Ventas Mensuales}}{\text{Demanda Mensual}}$$

B. ANÁLISIS DE INDICADORES

Considerando que la empresa maneja una amplia cantidad de indicadores a continuación se realizará un análisis de los mismos tomando en cuenta los criterios bajo los cuales se han establecido.

1. Rendimiento Farma Galénica

En la actualidad este indicador carece de utilidad debido a que el reporte que se realiza de horas de producción reales en los distintos de departamentos coincide con las rutas preestablecidas de fabricación. En consecuencia no se pueden comparar los recursos reales utilizados con respecto a los teóricos.

2. ***Producción Real vs. Producción Teórica, Inventarios por Unidad de Negocio y Costos de Producción vs. Presupuesto***

Estos indicadores son de importancia ya que debido a la característica estacional que posee el producto se hace necesario controlar la producción, el consumo de recursos estimados y la comercialización del producto durante el transcurso del año.

3. ***Tiempo de Colocación en Ventas (Through Put Time)***

Por medio de este indicador se puede estimar el tiempo necesario para llevar los insumos a producto terminado y al mismo tiempo permite calcular los costos financieros en los cuales se incurre por la existencia de inventarios; el resultado del mismo se puede comparar con los objetivos establecidos por la Empresa.

4. ***Capacidad Utilizada***

Este indicador refleja el grado de utilización de los equipos, sería de gran utilidad para evaluar cuales de ellos trabajan con un alto nivel de capacidad para detectar posibles cuellos de botellas dentro del proceso productivo.

5. ***Costo de Calidad***

A través de este indicador se pueden controlar los niveles de calidad bajo el cual se desempeñan los distintos departamentos de producción.

6. ***Número de Análisis de Control de Calidad***

Este indicador informa de manera global la cantidad de análisis realizados mensualmente en los distintos departamentos; para obtener un mejor control en torno a este se recomienda estratificar en función de los distintos tipos de análisis que se efectúan para así lograr un mejor seguimiento los mismos.

7. Número de Unidades por Persona

Por medio de este indicador se puede tener una muy buena referencia de los niveles de productividad bajo los cuales trabaja la Empresa y además en el mismo se reflejan las posibles eventualidades en las cuales se incurre durante los distintos pasos del proceso productivo.

8. Tasa de Conversión vs. Material Entrante

Con este indicador se puede evaluar el grado de competencia de la Empresa al controlar los costos necesarios para transformar los insumos y compararlo con los objetivos establecidos.

9. Tasa de Conversión vs. Facturación

Este indicador es de gran relevancia porque compara el grado de competencia con el cual se realiza la producción en relación con los objetivos planteados por la Empresa y dentro de sus utilidades entre otras se pueden nombrar las siguientes: evaluar la posibilidad de ingresar a otros mercados y genera información para emplearla en futuras estrategias de beanchmarketting.

10. Alcance de Ventas

Este constituye uno de los indicadores más importantes porque permite evaluar el nivel de efectividad con el cual se alcanzan los objetivos de la Empresa.

CAPITULO VI

Alternativas de Mejora y Expansión

CAPITULO VI

VI. ALTERNATIVAS DE MEJORA Y EXPANSIÓN

A. ESCENARIOS PROPUESTOS

Una vez identificados los factores críticos del proceso de fabricación del producto se estudiaron las oportunidades de mejoras que se plantean a continuación:

1. Sistema Actual

- Disminución de la altura del equipo tamizador Cuadro Comil, esta medida generará un mejor desempeño en la tarea del operario de tamizado, esta actividad es la que demanda mayor gasto físico.
- Cambio del actual sistema de dispensado y embalaje del insumo P0045, debido a que la operación de pesaje del insumo consume un 45% de la actividad general (tara, pesado y embalaje). Se han estudiado dos posibilidades: la primera es el cambio del tamaño de sublote insumo de 46,207kg. a 50kg. ya que a es la presentación enviada por el proveedor, la segunda posibilidad es utilizar un sistema de manejo de materiales el cual consiste en una tolva de alimentación donde un tornillo sin fin transporta el material hacia una tolva la cual posee un dosificador en su parte inferior, el insumo puede colocarse en tobos plásticos.
- Empleo de instrumentos que generen una mayor precisión para agilizar el dispensado (Guarenas).
- Se recomienda por razones de ergonomía proveer los cuartos de dispensado con asientos. Para el operario que chequea y registra los pesos sería de gran ayuda y para el que dispensa sería de utilidad con los insumos de poco peso.

- Realizar una disminución del tiempo de chequeo, se recomienda realizar sólo el chequeo de los principios activos, ya que estas actividades consumen tiempo y no generan valor agregado al producto. Las condiciones de chequeo e inspección de insumos (Guarenas) de acuerdo a lo observado resultan bastante eficientes, sin embargo, para agilizar el proceso de producción en la planta de producción, se recomienda imprimir el peso de las balanzas y anexarlo con los insumos de modo de obtener mayor confianza en los mismos y así eliminar la operación de chequeo antes de comenzar la producción.
- Mejorar la distribución para un mejor aprovechamiento del espacio en el área producto en proceso ubicado en el sótano 1, de manera de tener los insumos y productos en proceso concentrados en una misma área, disminuyendo el manejo de materiales.

2. ***Escenario I***

Equipo Nuevo: Secador de Lecho Fluido

Esquema de Producción Actual: 7 sublotes de 75 kg. c/u.

Capacidad Adquirida: 11 sublotes de 75 kg c/u (1° Turno)

10 sublotes de 75 kg c/u (2° Turno)

Inversión: 220.000USUS$ + 35% Gastos

Beneficios:

- Se produce un incremento en la producción de sobres de 50 %
- Bajo este esquema se producirían 1575 kg. de producto, que requerirían tres mezclas de 525 kg. c/u.

Desventajas:

- No existen las condiciones de espacio necesarias para la instalación de un equipo de esta envergadura.
- Constituye una elevada inversión.
- Se requiere un turno adicional para el proceso de ensobrado.

3. *Escenario II*

Equipos Nuevos: Granulador de 150 kg y 1 Estufas Jaw Chuan

Esquema de Producción Actual: 7 sublotes de 75 Kg. c/u

Capacidad Adquirida: 4 sublotes de 150 kg. c/u.

Inversión: 150.000 US$ + 35% Gastos

Beneficios:

- Se producirían 600kg por lote de producción, implicando un aumento del 14.3% por turno de producción.
- El equipo es conocido, debido a que existe una estufa similar en la planta

Desventajas:

- Los tiempos de fabricación en el área de granulado se ven incrementados, por el funcionamiento de las estufas, las cuales deben estar completamente cargadas antes de encenderlas.

4. *Escenario III- Granulador de 150kg*

Equipo Nuevo: Granulador de 150 kg.

Esquema de Producción Actual: 7 sublotes de 75 Kg. c/u

Capacidad Adquirida: 4 Sublotes de 150kg c/u

Inversión: 75.000 US$ + 35% gastos

Beneficios:

- Se producirían 600kg /lote producción, el cual refleja un aumento del 14.3.
- Disminución en los tiempos de dispensado y material de embalaje, debido a que se realizarían 4 pesadas de mayor cantidad por producto en vez de 7, disminuyendo los tiempos de embalaje por insumo. Independientemente de la mejora se requieren 2 operarios para el dispensado de un lote.
- Mayor aprovechamiento de los equipos.
- Menor costo de análisis (control de calidad), por unidades producidas.
- Este escenario implica el aumento del tamaño de lote, lo que ocasiona un aumento.

Desventajas:

- Se requieren cambios en las instalaciones actuales, sin embargo estos son de bajo impacto.

5. *Escenario IV- Granulador de 150kg, un Secador de Lecho Fluido y un Mezclador de 1400lt.*

Equipos Nuevos: Granulador de 150 kg., un Secador de Lecho Fluido y un Mezclador de 1400 lt.

Esquema de Producción Actual: 7 sublotes de 75 Kg. c/u

Capacidad Adquirida: 7 Sublotes de 150kg c/u

Inversión: 375.000 US$ + 35% gastos

Beneficios:

- En este escenario la producción se realiza en un turno de trabajo para la fabricación del granel y dos turnos para el ensobrado.
- Se produciría un ahorro en horas hombre, al disminuir un turno en cuanto a la fabricación del granel.

- Se produce un incremento en la capacidad que eventualmente puede satisfacer las expectativas del mercado a largo plazo.

Desventajas:

- La elevada inversión que se debe realizar
- Este escenario sólo es posible en unas nuevas instalaciones, es decir, es evaluado pensando en un crecimiento y cambio de localidad de las instalaciones de la planta.

6. *Escenario V – Encartonadora Semiautomática.*

Equipos Nuevos: Encartonadora Semiautomática.

Esquema de Producción Actual: 81 HH para empacar 1 lote (48931 sobres)

Capacidad Adquirida: 15 HH/ Lote

Inversión: 135.000 US$ + 35% gastos

Beneficios:

- Disminución a un 18% de las HH requeridas actualmente.
- Disminución en el tiempo requerido para el proceso de empacado.

En los anexos E-4 se puede observar las características de los equipos propuestos en cada escenario.

B. RUTAS DE FABRICACIÓN

Las rutas de fabricación son esquemas que contienen información relevante del proceso de fabricación, en ella se especifica:

- Producto, tamaño de lote, sublotes y presentación
- Proceso realizado y equipos utilizados
- N° operarios, horas hombre y horas máquina asociadas al proceso
- Horas de control de calidad: físico químico, microbiología e inspección.

A continuación se presentan las rutas de fabricación por escenario estudiado. La estimación de los tiempos por escenario, para los nuevos equipos y actividades, se realizó en función a los siguientes criterios:

- Especificaciones técnicas de los equipos, suministrada por los proveedores.
- Conversaciones sostenidas con el departamento de producción y supervisión de sólidos.
- Características del producto

Tabla N° 8 Rutas de Fabricación; Tiempos FARMA

PRESENTACION:	FARMA						
6 SOBRES POR 10 gr c/u	525 kg./TURNO 7 Sublotes de 75 kg c/u						
2 lotes por día	TIEMPOS DE FABRICACION						
Equipos	Proceso	N° Oper.	Horas MOD	Horas Maquina	Horas Control de Calidad F.Q	Microb.	Inp.
Olla de Acero Inox.	Preparación Sol. Aglutin.	1	3.50	0.00			3.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizado de Insumos	1	6.00	5.00			1.00
Lodige 70 kg.	Mezcla y Granulación	1	7.00	3.50			2.00
Estufas Olsa y Jaw Chuan	Secado	1	3.50	8.00			1.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizar Granulado	1	6.00	5.00			2.00
Mezclador Engelsmann	Mezcla Final	1	2.50	0.25	2.00		
Ensobradoras Bossar y Klockner	Ensobrado	4	24.00	12.00	17.00	4.00	6.00
Manual	Limpieza de Equipos	1	7.50	0.00			
Jaime 1000 S4 Plus	Impresión de Estuches	0	0.00				
Banda Transportadora	Empaque	6	101.54	29.00			5.00
TOTAL			161.54	62.75	19.00	4.00	20.00

Fuente: Gerencia de Producción

Tabla N° 9 Rutas de Fabricación; Tiempos Estándares

PRESENTACION:	REAL						
6 SOBRES POR 10 gr c/u	525 kg/TURNO 7 Sublotes de 75 kg c/u por turno						
2 lotes por día	TIEMPOS DE FABRICACION						
Equipos	Proceso	N° Oper.	Horas MOD	Horas Maquina	Horas Control de Calidad F.Q	Microb.	Inp.
Olla de Acero Inox.	Preparación Sol. Aglutin.	1	3.53	0.00			3.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizado de Insumos	1	1.75	1.75			1.00
Lodige 70 kg.	Mezcla y Granulación	2	11.00	1.05			2.00
Estufas Olsa y Jaw Chuan	Secado	1	2.30	10.50			1.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizar Granulado	1	1.75	1.75			2.00
Mezclador Engelsmann	Mezcla Final	1	2.23	0.25	2.00		
Ensobradoras Bossar y Klockner	Ensobrado	3	22.50	12.00	17.00	4.00	6.00
Manual	Limpieza de Equipos	1	7.50	0.00			
Jaime 1000 S4 Plus	Impresión de Estuches	0	0.00				
Banda Transportadora	Empaque	6	101.54	29.00			5.00
TOTAL			154.10	56.30	19.00	4.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10 Rutas de Fabricación; Escenario I

PRESENTACIÓN:	ESCENARIO I						
6 SOBRES POR 10 gr c/u	11 Sublotes /1° turno de 75 kg c/u						
3 lotes por día	TIEMPOS DE FABRICACIÓN						
Equipos	Proceso	N° Oper.	Horas MOD	Horas Maquina	Horas Control de Calidad F.Q	Microb.	Inp.
Olla de Acero Inox.	Preparación Sol. Aglutin.	1	5.30	0.00			3.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizado de Insumos	1	2.75	2.75			1.00
Lodige 75 kg.	Mezcla y Granulación	2	7.90	1.65			2.00
Secador de Lecho Fluido	Secado	1	3.50	5.50			1.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizar Granulado	1	1.83	1.83			2.00
Mezclador Engelsmann	Mezcla Final	1	3.68	0.38	2.00		
Ensobradoras Bossar y Klockner	Ensobrado	3	33.75	18.00	17.00	4.00	6.00
Manual	Limpieza de Equipos	1	7.50	0.00			
Jaime 1000 S4 Plus	Impresión de Estuches	0	0.00				
Banda Transportadora	Empaque	6	101.54	29.00			5.00
TOTAL			167.75	59.11	19.00	4.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11 Rutas de Fabricación; Escenario II

PRESENTACIÓN:	ESCENARIO II						
6 SOBRES POR 10 gr c/u	600kg / TURNO 4 Sublotes de 150 kg c/u						
2 lotes por día	TIEMPOS DE FABRICACIÓN						
Equipos	Proceso	N° Oper.	Horas MOD	Horas Maquina	Horas Control de Calidad F.Q	Microb.	Inp.
Olla de Acero Inox.	Preparación Sol. Aglutin.	1	5.33	0.00			3.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizado de Insumos	1	2.54	2.00			1.00
Lodige 150 kg.	Mezcla y Granulación	2	8.88	1.00			2.00
2 Estufas Jaw Chuan	Secado	1	4.35	7.00			1.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizar Granulado	1	2.54	2.00			2.00
Mezclador Engelsmann	Mezcla Final	1	2.75	0.25	2.00		
Ensobradoras Bossar y Klockner	Ensobrado	3	26.11	13.72	17.00	4.00	6.00
Manual	Limpieza de Equipos	1	7.50	0.00			
Jaime 1000 S4 Plus	Impresión de Estuches	0	0.00				
Banda Transportadora	Empaque	6	101.54	29.00			5.00
TOTAL			161.54	54.97	19.00	4.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12 Rutas de Fabricación; Escenario III

PRESENTACIÓN:	ESCENARIO III						
6 SOBRES POR 10 gr c/u	600kg./TURNO 4 Sublotes de 150 kg c/u						
2 lotes por día	TIEMPOS DE FABRICACIÓN						
Equipos	Proceso	N° Oper.	Horas MOD	Horas Maquina	Horas Control de Calidad F.Q	Microb.	Inp.
Olla de Acero Inox.	Preparación Sol. Aglutin.	1	4.20	0.00			3.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizado de Insumos	1	2.00	2.00			1.00
Lodige 150 kg.	Mezcla y Granulación	2	8.70	1.00			2.00
Estufas Olsa y Jaw Chuan	Secado	1	3.43	10.50			1.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizar Granulado	1	2.00	2.00			2.00
Mezclador Engelsmann	Mezcla Final	1	2.17	0.25	2.00		
Ensobradoras Bossar y Klockner	Ensobrado	3	22.50	13.70	17.00	4.00	6.00
Manual	Limpieza de Equipos	1	7.50	0.00			
Jaime 1000 S4 Plus	Impresión de Estuches	0	0.00				
Banda Transportadora	Empaque	6	101.54	29.00			5.00
TOTAL			154.04	58.45	19.00	4.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13 Rutas de Fabricación; Escenario IV

PRESENTACIÓN:	ESCENARIO IV						
6 SOBRES POR 10 gr c/u	1050kg. 7 Sublotes de 150 kg c/u						
1 lote por día	TIEMPOS DE FABRICACIÓN						
Equipos	Proceso	Nº	Horas	Horas	Horas Control de Calidad		
Equipos	Proceso	Oper.	MOD	Máquina	F.Q	Microb.	Inp.
Olla de Acero Inox.	Preparación Sol. Aglutin.	1	5.37	0.00			3.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizado de Insumos	1	3.35	2.92			1.00
Lodige 150 kg.	Mezcla y Granulación	2	2.02	2.02			2.00
Secador de Lecho Fluido	Secado	1	6.70	6.70			1.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizar Granulado	1	2.69	2.69			2.00
Mezclador Engelsmann	Mezcla Final	1	3.42	0.35	2.00		
Ensobradoras Bossar y Klockner	Ensobrado	3	45.00	24.00	17.00	4.00	6.00
Manual	Limpieza de Equipos	1	7.50	0.00			
Jaime 1000 S4 Plus	Impresión de Estuches	0	0.00				
Banda Transportadora	Empaque	6	101.54	29.00			5.00
TOTAL			177.59	67.68	19.00	4.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14 Rutas de Fabricación; Escenario V

PRESENTACIÓN:	ESCENARIO V - EMPAQUE AUTOMÁTICO						
6 SOBRES POR 10 gr c/u	525 kg/TURNO. 7 Sublotes de 75 kg c/u por turno						
2 lotes por día	TIEMPOS DE FABRICACIÓN						
Equipos	Proceso	Nº	Horas	Horas	Horas Control de Calidad		
		Oper.	MOD	Máquina	F.Q	Microb.	Inp.
Olla de Acero Inox.	Preparación Sol. Aglutin.	1	3.53	0.00			3.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizado de Insumos	1	1.75	1.75			1.00
Lodige 70 kg.	Mezcla y Granulación	2	11.00	1.05			2.00
Estufas Olsa y Jaw Chuan	Secado	1	2.30	10.50			1.00
Tamizador Cuadro Comil	Tamizar Granulado	1	1.75	1.75			2.00
Mezclador Engelsmann	Mezcla Final	1	2.23	0.25	2.00		
Ensobradoras Bossar y Klockner	Ensobrado	3	22.50	12.00	17.00	4.00	6.00
Manual	Limpieza de Equipos	1	7.50	0.00			
Jaime 1000 S4 Plus	Impresión de Estuches	0	0.00	5.00			
Encartonadora Automática	Empaque	3	15.00	5.00			5.00
TOTAL			67.56	37.30	19.00	4.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

C. SIMULACIÓN DE EVENTOS

La simulación de los eventos se realizó a través de los diagramas de Gantt, ya que mediante el uso de este recurso se pueden observar las diferentes actividades que ocurren de manera simultánea de acuerdo a su precedencia, tal como ocurre en el proceso de fabricación. En los anexos D-3 se encuentran los diagramas de Gantt para cada uno de los escenarios planteados.

De este estudio se deriva que el Escenario II (adquisición se una estufa Jaw Chuan), no es factible ya que la producción lograda en este es igual a la que se lograría en el Escenario III (adquisición de Granulador de 150kg.), teniendo en consideración que el primero es un equipo de mayor costo, e implica un acondicionamiento mayor en el área de granulación.

Los Escenarios III y V, son realizables a corto plazo desde el punto de vista de tiempo de producción y espacio, sin embargo, los Escenarios I y IV, solo son posibles en otras instalaciones ya que las condiciones de espacio requeridas para estos equipos no están disponibles en la planta actual, por lo que será considerado como un proyecto de expansión a mediano plazo.

D. ESTUDIO DE COSTOS

Para la evaluación de los proyectos de inversión o escenarios, se estimaron los principales centros de costos que conforman la estructura de costos del proyecto, se tomo como indicador el costo del sobre, tanto para fabricación a granel (sin empaque) como para el sobre terminado, el estudio de costos se realizó en función de los costos de producción, ya que es en este donde se realizan las variaciones.

El impacto de los escenarios en el costo del sobre se midió en función a cuatro centros de trabajo:

- Insumos: conformado por toda la materia prima que se emplea en la producción de un lote.
- Servicio de Granel: conformadas por áreas de trabajo, las cuales se encuentran definidas por la agrupación de varias actividades y son costeadas en función de su naturaleza; horas hombre y horas máquina.

- Insumos de Empaque: conformado por la materia prima que se emplea en la producción de un lote.
- Servicio de Empaque: conformado por áreas de trabajo, las cuales se encuentran definidas por la agrupación de varias actividades y son costeadas en función de su naturaleza; horas hombre y horas máquina.

En referencia a los centros de costos de Fabricación a Granel y Servicio de Empaque, además de la variación que existe en ellos por un aumento y/o disminución en las horas máquinas, la reposición de equipos genera una variación en la cuota de depreciación, esta a su vez varía la tasa de horas máquinas cargadas al centro de costos. Las nuevas tasas o cuotas de horas máquinas cargadas a cada escenario se realizó de la siguiente manera:

$$\textit{Cuota de Dep.} = \frac{\textit{Cuota Anual de Depreciación del Centro de Costos}}{\textit{Horas Máquina (Ruta)* 2 Turnos* 20 días* 11 meses}}$$

$$\textit{Otros Gastos} = \frac{\textit{Otros Gastos}}{\textit{Horas Máquina (Ruta)* 2 Turnos* 20 días* 11 meses}}$$

Cuota de Horas Máquina = Cuota de Depreciación + Otros Gastos

Figura N° 4 Estructura de los Gastos OVH[4]

En los anexos E-1 se aprecia la estimación de las cuotas de horas máquinas y los costos por unidad de producción para cada uno de los escenarios propuestos en función de los

[4] Los Gastos Over Heat son todos los gastos cargados al centro de costos de fabricación del producto

insumos de fabricación, horas máquinas, horas hombre, en cada centro de costos (ver anexos E-2).

En las siguientes tablas, se presenta el impacto de cada uno de los escenarios en cuanto a la capacidad adquirida en sobres de granel y producto terminado, variación en los centros de costos y finalmente su repercusión en el costo del sobre de granel y producto terminado, reportados en porcentajes a manera de ilustrar la variación en comparación con el sistema actual.

Tabla N° 15 Capacidad de Producción Asociada a cada Escenario

ESCENARIO	PROD. GRANEL (SOBRES)	PRODUCTO TERMINADO (DISP. x 6)	INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN
Actual	***48931***	***8073***	-
Escenario I	73396	12109	50 %
Escenario III	55921	9320	14,29 %
Escenario IV	97862	16416	100 %
Escenario V	48931	8073	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16 Impacto de los Escenarios en los Centros de Costos

ESCENARIO	VAR. INSUMOS	VAR. SERVICIO GRANEL	VAR. INSUMOS EMPAQUE	VAR SERVICIO DE EMPAQUE
Escenario I	48,89 %	24,37 %	50 %	50 %
Escenario III	11,73 %	1,62 %	14,29 %	13,99 %
Escenario IV	98,12 %	69,03 %	100 %	100 %
Escenario V	0 %	0 %	0 %	- 42,03 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17 Impacto de los Escenarios en el Costo de Producción en el Sobre, Granel y Producto Terminado

ESCENARIO	VAR. COSTO DEL SOBRE FAB. GRANEL	VAR. COSTO DEL SOBRE PRODUCTO TERMINADO
Escenario I	- 6,75 %	- 4,96 %
Escenario III	- 5,58 %	- 4,99 %
Escenario IV	- 6,05 %	- 4,62 %
Escenario V	0 %	- 8,20 %

Fuente: Elaboración propia

Bajo este análisis podemos observar una disminución del costo del sobre tanto para el granel como para el producto terminado, en los escenarios I, III, IV y para el V en el

producto terminado ya que es en este centro de costos donde se realiza la inversión. Es importante destacar que aunque se experimente un aumento es los costos de producción, estos se diluyen por la cantidad de sobres que se producen, lo que se traduce en un eficiente uso de los recursos en el cumplimiento de las actividades.

Este estudio muestra el impacto de estas inversiones sobre los costos de producción, sin embargo, no refleja los criterios de rentabilidad establecidos por la Empresa, es por ello que se realiza el estudio financiero del proyecto, para poder decidir si se justifica la inversión de algunos de estos escenarios.

E. ESTUDIO FINANCIERO

Para realizar el análisis financiero de cada uno de los escenarios se efectuaron los flujos de caja asociados a cada propuesta.

1. Premisas

Las premisas bajo las cuales están sustentados cada uno de los escenarios fueron las siguientes:

- Horizonte de tiempo para el análisis = 5 años
- TRAM (tasa de retorno atractiva mínima) = 25 % con respecto a US$
- Porción de capital aportado por los accionistas = 75 % de la inversión
- Porción de capital financiado = 25% de la inversión
- Tasa de interés para el capital financiado = 12% con respecto a US$
- Los ingresos por ventas corresponden al 59.5% del precio del producto en los locales de venta
- El valor de las instalaciones que se requieren con mayor espacio es igual al que se emplea en al actualidad para realizar la producción. Esto obedece a que las nuevas

instalaciones tentativamente estarían ubicadas en un lugar que ofrece un acceso más económico para estas.

- Todos los flujos de caja fueron realizados en US$ para evitar los efectos de la inflación y simplificar los cálculos de los mismos.

Para evaluar los Escenarios I y III (adquirir equipos que aumenten la producción en un 50% y un 14,3% respectivamente), estos se compararon con la opción de producir la cantidad que se generaba de cada uno de estos empleando un tercer turno de producción bajo las condiciones actuales. Para realizar la comparación en cada escenario se utilizó el flujo de efectivo incremental de las dos alternativas y se comparó con la TRAM establecida por la Empresa.

Los escenarios IV y V se analizaron directamente con los ahorros que se producían con respecto al sistema de producción actual por cuanto no cambiaban las condiciones de capacidad de producción.

Los criterios bajo los cuales se compararon entre sí los escenarios fueron las condiciones y el tiempo necesario para su implementación, en este sentido la comparación se realizó de la siguiente manera:

Opciones a Corto Plazo

- Se compara la propuesta que corresponde al escenario III con la posibilidad de obtener los mismos resultados utilizando un tercer turno de producción. La herramienta de comparación como se mencionó anteriormente fue la tasa interna de retorno del flujo incremental de ambas opciones.
- Se compara la propuesta correspondiente al escenario V con la opción de mantener el sistema actual de empacado. La evaluación consiste en la estimación

de la tasa de retorno que resulta de la inversión requerida para llevar a cabo la nueva propuesta y los ahorros obtenidos.

Opciones a Mediano Plazo

- Se compara la propuesta que corresponde al escenario I con la posibilidad de obtener los mismos resultados utilizando un tercer turno de producción. La herramienta de comparación fue la tasa interna de retorno del flujo incremental de ambas opciones.
- Se evalúa el escenario IV comparándolo con la opción de producir bajo las condiciones actuales; para ello se determina la tasa de retorno del flujo de caja compuesto por la inversión necesaria para implantar la propuesta, los ahorros conseguidos y los nuevos egresos que se presentan.

Las tasas de retorno obtenidas para cada caso se comparan con la tasa de retorno atractiva mínima (TRAM), compuesta por la tasa exigida por los accionistas y la correspondiente al capital financiado de acuerdo a los porcentajes de capital de cada uno de ellos.

2. *Resultados*

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados financieros de cada uno de los escenarios, para mayores detalles ver anexos E-3:

Tabla N° 18 Resultados del Análisis Financiero para los Escenarios Propuestos a Corto Plazo

ESCENARIO	MÉTODO DE ANÁLISIS	ESQUEMA DE COMPARACIÓN	RESULTADOS (US $)	RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN
Escenario III	TIR Incremental	Tercer Turno	451,30 %	4 Meses
Escenario V	TIR	Condiciones Actuales	174,9 %	11 Meses

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19 Resultados del Análisis Financiero para los Escenarios Propuestos a Mediano Plazo

ESCENARIO	MÉTODO DE ANÁLISIS	ESQUEMA DE COMPARACIÓN	RESULTADOS (US $)	RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN
Escenario I	TIR Incremental	Tercer Turno	17,79 %	41 Meses
Escenario IV	TIR	Condiciones Actuales	46,50 %	27 Meses

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que para el Escenario I la TIR incremental corresponde a un 20,88 % que representa un valor menor al de la TRAM en consecuencia el rendimiento que se obtiene de estos recursos no satisface los niveles de rentabilidad de la Empresa.

Los resultados financieros que se obtienen en el Escenario III, muestran que la TIR incremental correspondiente a este proyecto es de 457,08 % superando ampliamente la TRAM de la Empresa, así mismo el retorno sobre la inversión se realiza en apenas 4 meses.

Al evaluar el flujo de caja asociado al Escenario IV, se obtiene una TIR de 46,50 %, la cual es superior a la TRAM de la Empresa y el retorno sobre la inversión se produce en 27 meses, teniendo en cuenta que en este escenario es en el que se realiza la mayor inversión inicial.

El escenario V plantea la sustitución de horas hombre por la automatización del proceso, lográndose un beneficio financiero que se traduce en una TIR de 174,9 % y un retorno sobre la inversión de 11 meses.

CONCLUSIONES

En un mundo donde se producen cambios acelerados, donde ser competitivos es más que una necesidad, una de las actividades más importantes en la ingeniería industrial consiste en la búsqueda de oportunidades de mejora y suministro de información precisa y oportuna que contribuya a lograr los objetivos de la empresa.

El producto estudiado posee ciertas características como; posicionamiento en el mercado e importancia para la empresa por lo que se realizó este trabajo especial de grado, el cual desde el punto de vista metodológico se estructuró de manera de suministrar el marco necesario para analizar la situación actual, determinar los requerimientos y finalmente definir soluciones que se adapten a las necesidades de la empresa y su entorno.

El estudio de las tendencias de las ventas generó un modelo de pronósticos denominado Modelo de Winters, el cual se adapta al comportamiento estacional del producto y proporciona una proyección a corto plazo. El análisis de las operaciones suministró la información necesaria para la optimización de recursos y generación de propuestas de mejoras a corto y mediano plazo, que se evaluaron para su posible implementación. El análisis de los indicadores permitió conocer la forma en que la Empresa evalúa la productividad y permitió emitir nuestra posición proponiendo mejoras con relación a ellos.

Consideramos que el trabajo especial de grado desarrollado cumplió con los objetivos inicialmente propuestos y constituye una valiosa información tanto para la empresa como para posteriores trabajos que guarden relación con la temática desarrollada.

RECOMENDACIONES

A lo largo del estudio realizado en el producto granulado, en las áreas de pronósticos de ventas, análisis de las operaciones e indicadores, se generaron una serie de planteamientos los cuales fueron sustentados y analizados generando resultados sobre los cuales se presentan las siguientes recomendaciones.

1. Pronósticos:

- Actualizar mensualmente la información concerniente a las ventas del producto de acuerdo parámetros que establece el método de Winters.
- Realizar un seguimiento al comportamiento de las proyecciones arrojadas por el método de Winters en comparación con las ventas reales del producto.

2. Proceso productivo

- Disminuir la altura del equipo Cuadro Comil, para mejorar el desempeño de las labores de tamizado.
- En relación con las paradas de producción, descansos de 15 min., se debe asegurar la continuidad de las operaciones, sobre todo aquellas que son críticas.
- Realizar un seguimiento a los tiempos de ejecución de las actividades, ya que los parámetros de evaluación se compara contra los estándares provenientes de las rutas de fabricación.
- Utilizar el almacén de productos en proceso (sótano 1) como almacén de materia prima y así evitar el traslado de insumos de sótano 3 a sótano 1.
- Evitar el retrabajo de pesaje de todos los insumos en el área de producción, para ello evaluar la posibilidad de adquirir balanzas e impresoras, de manera de anexar en la tarjeta de despacho dicha información.

- Evaluar alternativas orientadas a agilizar el proceso de dispensado del insumo P0045, para ello se sugieren las siguientes alternativas: llevar el tamaño del sublote a 50Kg. que coincide con el tamaño estándar suministrado por el proveedor, disponer de un sistema de manejo de materiales compuesto por una tolva de alimentación, un tornillo sin fin (screw conveyor en inglés) y un silo con dosificador como se muestra en los anexos E-4.
- Con relación a los posibles cambios de tecnología dentro de la línea de fabricación a granel y tomando en cuenta que un moderado aumento en la producción de sobres puede ser absorbida por el mercado (según estimaciones de la Gerencia de Mercadeo), se recomienda adquirir e incorporar a corto plazo un granulador de 150 Kg. en cual genera un incremento de 14,3 % en la producción de sobres. El efecto ocasionado por este cambio repercute en la disminución en el costo unitario del producto.
- Adquirir a corto plazo una máquina encartonadora semiautomática ya que con esta se obtiene una disminución considerable en el costo unitario del sobre.
- El efecto conjunto de estas dos últimas consideraciones le otorga una mayor fluidez al proceso y capacidad de respuesta a los movimientos del mercado, además de lograrse un mayor ahorro en el costo del sobre, producto terminado.
- A largo plazo y dependiendo de los niveles de demanda generados por el producto, así como los planes de expansión previstos por la empresa, se debe tomar en consideración el Escenario IV, cuya rentabilidad resultó satisfactoria de acuerdo a los criterios establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

BALESTRINI, Miriam: **Como se Elabora el Proyecto de Investigación**, BL Consultores asociados, 2° ed. Caracas

BERENSON, Mark y LEVINE, David***: Estadística Básica en Administración. Conceptos y Aplicaciones***. Pretice Halll, 4°ed. México

BLANK, Lelannd y TARQUIN, Antony: **Ingeniería Económica**, ed MC Graw Hill, 3° edición, México.

FREDERICK, Mill, **Métodos Estadísticos Aplicados a la Economía y a los Negocios**. Aguilar S.A. de Ediciones. 6° ed. Madrid.

HANDY, Taha: **Investigación de Operaciones: Una Introducción**. Prentice Hall. 6° ed. México.

HARRINGTON, James: **Como Incrementar la Calidad y Productividad en Empresa**. Corporación Andina de Fomento. Caracas 1991.

HERNANDEZ, Roberto: **Metodología de la Investigación**, Editorial Mc Graw Hill. México 1992.

LORENZO, Oswaldo: *Sistemas Integrados de Planificación y Gestión: ¿Cómo se Prepara la Empresa para los Nuevos Tiempos?*. **Publicaciones Debates IESA**. Vol. 4. N°2, Oct.-Dic. 98.

MATALOBOS, Angel y ESQUEDIO, Paul: *Planificación de la Producción en Incertidumbre*. **Publicaciones Debates IESA**. Vol. 4. N°2, Oct.-Dic. 98.

NIEBEL, Benjamín: **Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos**. 9° ed. Ediciones Alfaomega, Mexico.

PEREIRA, José L.: **Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión**. Publicaciones UCAB, Caracas 1996.

PÉREZ, Cesar: *Ingeniería Industrial.* **Publicaciones Calidad Empresarial**. pp 52-56 N° 10, 1998.

RODRIGUEZ, Francisco y Gómez, Luis: **Indicadores de Calidad y Productividad en la Empresa**. Corporación Andina de Fomento. Caracas 1991.

SABINO, Carlos: Como Hacer una Tesis. Edciones Panapo. Caracas 1987.

SIPPER, Daniel y BULFIN, Robert: **Planeación y Control de la Producción**. Editorial Mc. Graw Hill. México, 1998.

TAMAYO Y TAMAYO, Mario: **El Proceso de Investigación, Fundamentos de Investigación, Manual de Evaluación de Proyectos**. 2°ed. Editorial Limusa, México.