



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE
PROCESOS**

**ESTUDIO PARA LA EXTENSIÓN DE LA LÍNEA DE ENVASE Y
EMPAQUE EN LA EMPRESA INDUSTRIAL DANEC S.A.
ECUADOR**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS**

KARIM BALDEV HIDALGO CARREÑO

DIRECTOR: ING. EDGAR GEOVANNY RAMOS NARANJO, MSc.

Quito, Junio 2016

©Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016

Reservados todos los derechos de reproducción.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171508073-3
APELLIDOS Y NOMBRES:	HIDALGO CARREÑO KARIM BALDEV
DIRECCIÓN:	ONTANEDA 143 CONOCOTO
EMAIL:	karimbhc@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	2073807
TELÉFONO MOVIL:	0996710165

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ESTUDIO PARA LA EXTENSIÓN DE LA LÍNEA DE ENVASE EN LA EMPRESA INDUSTRIAL DANEC S.A. ECUADOR
AUTOR O AUTORES:	KARIM HIDALGO
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	17 DE JUNIO DEL 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. EDGAR RAMOS
PROGRAMA	PREGRADO X POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	El siguiente trabajo fue concebido, con el afán de instruir y guiar al planeador de instalaciones que se encuentre a cargo de desarrollar el proyecto de ampliación de la línea

	<p>de envasado en la empresa Danec S.A.; misma que se dedica al procesamiento y refinación de aceites y grasas vegetales comestibles, así como también al envasado de los mismos; colaborando así con el desarrollo y crecimiento eficiente de la matriz productiva nacional. El espacio físico es una de las principales restricciones identificables que se presentan en las instalaciones de manufactura; la carencia o ineficiente uso del mismo, puede afectar directamente en la productividad y rentabilidad del negocio (Stephens, 2006). Por ello, se ha considerado plasmar en este documento, un sinnúmero de criterios importantes para la toma de decisiones durante el proceso de extensión de la línea de envasado, así como la estructuración de propuestas basadas en la utilización eficiente de los recursos. El espacio físico destinado para realizar los procesos de transformación de materia prima, se ve limitado frente a la tendencia creciente de la producción que se ha venido registrando en los últimos años, producto del aumento de las necesidades del mercado. La decisión de maximizar la capacidad de procesamiento, involucra a la necesidad de extender las instalaciones actuales; por consiguiente, el eslabón contiguo se verá afectado y no es menos importante realizar esfuerzos por aprovechar esta necesidad, para optimizarla de igual forma.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>ESPACIO FÍSICO, CAPACIDAD, DISEÑO DE INSTALACIONES.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The following work was conceived with the desire to instruct and guide the facilities planner who is in charge of developing the expansion project of the packaging line in the company Danec S.A.; same that is dedicated to</p>

	<p>processing and refining of edible oils and vegetable fats, as well as packaging thereof; thus contributing to the development and efficient growth of the national productive matrix. The physical space is one of the main identifiable restrictions that occur in manufacturing facilities; the lack or inefficient use of it, can directly affect productivity and profitability (Stephens, 2006). Therefore, it has been considered to capture in this document, a number of important criteria for decision-making during the process of extension of the line packaging and structuring of proposals based on the efficient use of resources. The physical space intended for transformation processes of raw material, is limited against the increasing production trend that has been recorded in recent years as a result of increased market needs. The decision to maximize processing power, involves the need to extend existing facilities; therefore the adjoining link will be affected and no less important to make efforts to take advantage of this need to optimize it the same way.</p>
KEYWORDS	PHYSICAL SPACE, CAPACITY, FACILITIES DESIGN

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 

HIDALGO CARREÑO KARIM BALDEV
171508073-3

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo **KARIM BALDEV HIDALGO CARREÑO**, CI: 171508073-3 autor del proyecto titulado: Estudio para la extensión de la línea de envase de la empresa Industrial DANEC S.A. Previo a la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 17 de Junio del 2016.

f: 
HIDALGO CARREÑO KARIM BALDEV
171508073-3

Sangolquí, 16 de Octubre del 2014.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **VICENTE LANDAZURI MALDONADO** con cédula de identidad N.-171062305-7 en calidad de Gerente de Operaciones de la empresa Industrial DANEC S.A. autorizo a **KARIM BALDEV HIDALGO CARREÑO**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación “ESTUDIO PARA LA EXTENSIÓN DE LA LÍNEA DE ENVASE Y EMPAQUE EN LA EMPRESA INDUSTRIAL DANEC S.A ECUADOR”, basada en la información proporcionada por la compañía.

f. _____


VICENTE LANDAZURI MALDONADO

171062305-7

DECLARACIÓN

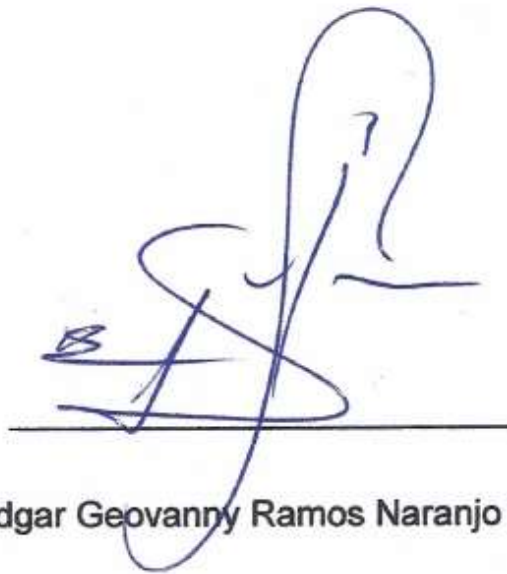
Yo **KARIM BALDEV HIDALGO CARREÑO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f:  _____
HIDALGO CARRENO KARIM BALDEV
171508073-3

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**ESTUDIO PARA LA EXTENSIÓN DE LA LINEA DE ENVASE Y EMPAQUE EN LA EMPRESA INDUSTRIAL DANEC S.A. -ECUADOR**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Industrial y de Procesos**, fue desarrollado por **Karim Baldev Hidalgo Carreño** bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27, y 28.



Ing. Edgar Geovanny Ramos Naranjo MBA.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 180160680-5

OF. 2016-026

Sangolqui, 30 de junio del 2015


CERTIFICADO

A QUIEN INTERESE

A petición verbal del interesado, Danec S.A. certifica que el señor **HIDALGO CARREÑO KARIM BALDEV**, portador de la cédula de ciudadanía No 1715080733 Estudiante de INGENIERIA INDUSTRIAL Y PROCESOS de la Universidad Tecnológica Equinoccial tiene la autorización para desarrollar el tema de Tesis dentro de la compañía.

El señor **HIDALGO CARREÑO KARIM BALDEV**, puede hacer uso del presente documento en la forma que crea conveniente a sus intereses.

Atentamente,


Dr. Daniel Baca
Jefe de Recursos Humanos
DANEC S.A.



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar un profundo agradecimiento al personal que conforma la Universidad Tecnológica Equinoccial; en especial, a los docentes con quienes tuve el privilegio de recibir educación.

He considerado importante plasmar en este espacio, la admiración de la noble labor y vocación de cada uno de mis maestros. Grandes figuras ejemplares que realizan diariamente una excelente labor, en el desarrollo y la formación del futuro de esta nación.

Es fundamental también, extender mi agradecimiento a la empresa Industrial Danec S.A. por la cálida acogida que se me ofreció, durante la realización de este trabajo de tesis.

Infinitamente gracias por el apoyo y preocupación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. DIAGRAMA DE OPERACIONES	6
2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	6
2.3. ANÁLISIS DE OPERACIONES	6
2.4. PRODUCTIVIDAD.....	7
2.5. CRITERIOS PARA ANALIZAR LA PRODUCTIVIDAD.....	8
2.6. EFICACIA.....	8
2.7. PORCENTAJE DE EFICACIA.....	9
2.8. EFICIENCIA	9
2.9. PORCENTAJE DE EFICIENCIA.....	9
2.10. TIEMPO OCIOSO.....	10
2.11. UTILIZACIÓN.....	10
2.12. CAPACIDAD	10
2.13. CAPACIDAD USADA	11
2.14. CAPACIDAD EFICIENTE.....	11
2.15. CAPACIDAD PROYECTADA O DE DISEÑO	11
2.16. CAPACIDAD DE OPERACIÓN O EFECTIVA.....	11
2.17. CAPACIDAD MEDIA O ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN.....	12
2.18. FACTORES CONDICIONANTES DE LA CAPACIDAD	12
2.19. PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS.....	12
2.20. ARREGLO DEL ÁREA DE TRABAJO.....	13
2.21. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	13
2.22. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	13
2.23. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	14
2.24. DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA	15

2.25. ESTUDIO DE UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	16
2.26. INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA DISTRIBUCIÓN	16
2.26.1. PRODUCTOS	16
2.26.2. MATERIALES	16
2.26.3. CICLO DE FABRICACIÓN	16
2.26.4. MAQUINARIA	16
2.26.5. OPERADORES	17
2.26.6. MOVIMIENTO DE MATERIALES O PRODUCTO TERMINADO.....	17
2.26.7. SERVICIOS	17
2.26.8. VERSATILIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN	17
2.27. ANTEPROYECTO DE LA DISTRIBUCIÓN	17
2.28. DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA	18
2.29. INSTALACIÓN DE MANUFACTURA	18
2.30. OBJETIVOS DE LA PLANEACIÓN DE INSTALACIONES	19
2.31. ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL ÉXITO DE UN PLAN DE INSTALACIONES.....	19
2.32. ESTUDIO DE MÉTODOS	20
2.33. DEFINICIÓN DE PROCESO.....	21
2.34. DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS	21
2.35. DEFINICIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	21
2.36. FLUJOS DE EFECTIVO.....	22
2.37. LAYOUT	22
3. METODOLOGÍA.....	23
3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	23
3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA COMPAÑÍA.....	23
3.1.2. LAYOUT ACTUAL Y ESPACIO FÍSICO	25
3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA	28
3.2.1.1. Llenadora de botellas	29
3.2.1.2. Llenadora Karat.....	29
3.2.1.3. Línea de Bidones	30

3.2.1.4. Enfundadora “PrePac”	30
3.1.4. PROCESOS MACRO DE LA COMPAÑÍA.....	30
3.1.4.1. Procesos de refinería y tratamiento de materias primas	30
3.1.4.2. Proceso de envase de producto terminado.....	31
3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE EXPANSIÓN	36
3.2.1. ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES DE CAPACIDAD	38
3.2.2. IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS DE CAPACIDAD	39
3.3. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS	39
3.3.1. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	39
3.4. DISEÑO DE UN CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1. LEVANTAMIENTO DEL PROCESO DE ENVASADO DE ACEITES	41
4.1.1. DIAGNÓSTICO DE LA LÍNEA DE ENVASE.....	44
4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE EXPANSIÓN	48
4.3. ESTABLECIMIENTO DE ALTERNATIVAS	50
4.3.1. CASO BASE	50
4.3.2. CASO EXPANSIÓN.....	50
4.4. ANÁLISIS DE LA MEJOR PROPUESTA	51
4.4.1. PROPUESTA DE LA MEJOR ALTERNATIVA	60
4.4.2. PUNTO DE DECISIÓN	66
4.5. MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN	71
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1 CONCLUSIONES.....	80
5.2 RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Histórico de ventas en Kg/año	44
Tabla 2. Pronóstico de demanda de cajas por presentación al año.	45
Tabla 3. Pronóstico de la demanda total en cajas/año de las máquinas PrePac.....	45
Tabla 4. Pronóstico de la demanda total en botella de 1000cc en la llenadora Ausere.....	46
Tabla 5. Pronóstico de la demanda total en botella de 2000cc en la llenadora Karat.....	46
Tabla 6. Pronóstico de la demanda total en tambor de 200 Kg de la línea al granel.	47
Tabla 7. Cálculo del número de máquinas PrePac estimadas.....	48
Tabla 8. Cálculo del número de máquinas Ausere estimadas.	49
Tabla 9. Cálculo del número de máquinas Karat estimadas.....	49
Tabla 10. Cálculo de número de sistemas llenadores al granel estimados.	50
Tabla 11. Información para el cálculo de flujos de efectivo.....	51
Tabla 12. Flujos de efectivo PrePac#1	52
Tabla 13. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac#2	53
Tabla 14. Flujos de efectivo PrePac#2	54
Tabla 15. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac#3	54
Tabla 16. Flujos de efectivo PrePac#3	54
Tabla 17. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac#4	55
Tabla 18. Flujos de efectivo PrePac #4	55
Tabla 19. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac #5.....	55
Tabla 20. Flujos de efectivo PrePac #5.	56
Tabla 21. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac #6.....	56
Tabla 22. Flujos de efectivo PrePac #6.	57

Tabla 23.	Información para el cálculo de flujo de efectivo llenadora Ausere.....	57
Tabla 24.	Flujos de efectivo llenadora Ausere.....	57
Tabla 25.	Información para el cálculo del flujo de efectivo llenadora Karat.....	58
Tabla 26.	Flujos de efectivo llenadora Karat.....	58
Tabla 27.	Información para el cálculo del flujo de efectivo línea de granel.....	59
Tabla 28.	Flujos de efectivo línea de granel.	59
Tabla 29.	Punto de decisión PrePac #1.....	60
Tabla 30.	Punto de decisión PrePac #2.....	61
Tabla 31.	Punto de decisión PrePac #3.....	62
Tabla 32.	Punto de decisión PrePac #4.....	62
Tabla 33.	Punto de decisión PrePac #5.....	63
Tabla 34.	Punto de decisión PrePac #6.....	64
Tabla 35.	Punto de decisión llenadora Ausere.	64
Tabla 36.	Punto de decisión llenadora Karat.	65
Tabla 37.	Punto de decisión línea de granel.....	66
Tabla 38.	Macro-actividades del proyecto.	72
Tabla 39.	Esquema de cadena crítica del proyecto.	74
Tabla 40.	Detalle macro actividad 1.1.....	75
Tabla 41.	Detalle macro actividad 1.2.....	76
Tabla 42.	Detalle macro actividad 1.3.....	77
Tabla 43.	Detalle macro actividad 1.4.....	78
Tabla 44.	Detalle macro actividad 1.5.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Layout actual	25
Figura 2. Zona 1 en el Layout actual.....	26
Figura 3. Zona 2 en el Layout actual.....	28
Figura 4. Proceso de las máquinas de llenado.	29
Figura 5. Proceso de transformación de M.P.....	31
Figura 6. Proceso de tratamiento de P.T.	32
Figura 7. Procesos de la línea de Envases y Empaques.....	33
Figura 8. Procesos de la línea de Margarinas y Plastificación.....	35
Figura 9. Procesos de la línea de Jabonería, Desinfectantes y Cosméticos	36
Figura 10. Proceso de Planeación, Programación y Control de la Producción en DANEC S.A.....	37
Figura 11. Flujograma proceso envase.....	42
Figura 12. Diagrama de operaciones de envasado	43
Figura 13. Flujograma de operaciones línea de envase	44
Figura 14. Ubicación de la línea de envase actual dentro de la fábrica ..	67
Figura 15. Ubicación propuesta de la nueva línea de envase dentro de la fábrica.	67
Figura 16. Acercamiento a la vista superior del espacio propuesto	68
Figura 17. Layout propuesto.	69
Figura 18. Distribución de la maquinaria en el layout propuesto.	70

RESUMEN

El siguiente trabajo fue concebido, con el afán de instruir y guiar al planeador de instalaciones que se encuentre a cargo de desarrollar el proyecto de ampliación de la línea de envasado en la empresa Danec S.A.; misma que se dedica al procesamiento y refinación de aceites y grasas vegetales comestibles, así como también al envasado de los mismos; colaborando así con el desarrollo y crecimiento eficiente de la matriz productiva nacional. El espacio físico es una de las principales restricciones identificables que se presentan en las instalaciones de manufactura; la carencia o ineficiente uso del mismo, puede afectar directamente en la productividad y rentabilidad del negocio (Stephens, 2006). Por ello, se ha considerado plasmar en este documento, un sinnúmero de criterios importantes para la toma de decisiones durante el proceso de extensión de la línea de envasado, así como la estructuración de propuestas basadas en la utilización eficiente de los recursos. El espacio físico destinado para realizar los procesos de transformación de materia prima, se ve limitado frente a la tendencia creciente de la producción que se ha venido registrando en los últimos años, producto del aumento de las necesidades del mercado. La decisión de maximizar la capacidad de procesamiento, involucra a la necesidad de extender las instalaciones actuales; por consiguiente, el eslabón contiguo se verá afectado y no es menos importante realizar esfuerzos por aprovechar esta necesidad, para optimizarla de igual forma. Para lo cual el presente estudio expone todos los aspectos y criterios importantes que el futuro ejecutor del proyecto debe tener en mente antes de realizar la implantación.

Palabras clave: diseño de instalaciones, capacidad, espacio físico.

ABSTRACT

The following work was conceived with the desire to instruct and guide the facilities planner who is in charge of developing the expansion project of the packaging line in the company Danec S.A.; same that is dedicated to processing and refining of edible oils and vegetable fats, as well as packaging and packaging them as a finished product, thus contributing to the development and efficient growth of the national productive matrix. The physical space is one of the main easily identifiable restrictions that occur in manufacturing facilities; the lack or inefficient use of it, can directly affect productivity and profitability (Stephens, 2006). Therefore, it was considered important to capture in this document, a number of important criteria for decision-making during the process of extension of the packaging line, as well as the structuring of proposals based on the efficient use of resources. Currently the physical space intended for transformation processes of raw material, is limited against the increasing production trend that has been recorded in recent years as a result of increased market needs. The decision to maximize the processing capacity of raw materials, involves the need to extend existing facilities; therefore, the adjacent chain link which is the area of packaging the final product, will be affected and not least make efforts to exploit this need to optimize equally. For this study which exposes all important aspects and criteria that the future project executor should keep in mind before making implantation.

Keywords: capacity, facilities design, physical space.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En la planta industrial del grupo Danec. S.A se realizan los principales procesos de refinamiento de aceites y grasas comestibles; así como también todos los procesos inherentes al envasado y empaquetado de materia prima procesada; que satisfactoriamente atiende las necesidades del mercado nacional e internacional.

La empresa hábilmente ha desarrollado procesos para el aprovechamiento de los subproductos que resultan de la manufactura de aceites y grasas; para dar origen a nuevos canales y líneas de producción. Es así como se permiten ofrecer al mercado, productos como jabón de tocador. Inclusive se han desarrollado productos para suplementar la alimentación de animales de crianza doméstica.

Por otro lado, la empresa destaca su labor manufacturando productos que no se relacionan precisamente con el aceite o las grasas, pero sin embargo, optimizan la utilización de las instalaciones y el entorno en el que se desarrollan, hablamos de productos de la línea de limpieza como: jabón líquido, desinfectantes, cloro y lava lozas.

La basta línea de productos nuevos que se han venido desarrollando en los últimos años, es el resultado de apostar gran parte del presupuesto, a la investigación y el desarrollo; tratándose éstos, como pilares fundamentales para la supervivencia de la compañía, así como también de la apertura y buen recibimiento que se tiene hacia las grandes ideas provenientes de las 950 personas que conforman todo el personal de fábrica y quienes tienen arraigado profundamente el afán de aportar en el mejoramiento continuo.

Alineada siempre a las doctrinas de matriz productiva, seguridad industrial, reglamentación de cuidados ambientales y sobre todo un preponderante sentido de responsabilidad social, la empresa Danec S.A. trabaja diariamente

para brindar una amplia gama de productos, principalmente de consumo masivo, supliendo así las necesidades de la mayor parte del mercado nacional y de igual forma, desempeñando un excelente papel en el extranjero, lo cual implica una necesidad constante de rediseño en las instalaciones, que comulgue con los objetivos empresariales de desarrollo sostenible, recalcando una vez más la importante necesidad de un versátil diseño de plantas.

A lo largo de más de 40 años de labor, Danec S.A. se ha mantenido a la vanguardia en los procesos productivos de refinación, hidrogenación, interesterificación y fraccionamiento de aceites, principalmente de los provenientes de la palma africana y sus diferentes clases, obtenidos en su totalidad por empresas extractoras nacionales pertenecientes al mismo grupo, en las provincias de Esmeraldas y Sucumbíos como son: Plantaciones del Ecuador P.D.E. y Plantaciones de los Andes P.D.A.

El excelente desempeño durante cada proceso, acompañado de maquinaria y equipos de última tecnología, hacen de Danec S.A. una empresa sólida y robusta, preparada para representar de la mejor manera, la formidable actuación de las manos ecuatorianas, que trabajan día a día para llevar siempre calidad hacia miles de hogares en todo el país.

Como dato adicional, cabe recalcar que el área de enfoque del estudio, desempeña sus labores en dos turnos diarios, cada uno de doce horas, generalmente se trabajan 240 días al año. El área cuenta con más de 60 trabajadores por cada turno, aproximadamente 2 operadores por cada tipo de maquinaria.

El objetivo general planteado, es realizar un estudio para la extensión de la línea de envase y empaque en la empresa industrial Danec S.A. – Ecuador.

Específicamente, se pretende realizar un diagnóstico de la situación actual, para posteriormente estudiar el tamaño de la expansión de la planta de envasado, según sea requerido.

Se ha contemplado también el diseñar una propuesta con alternativas económica y productiva. Finalmente, el estudio cerrará con el diseño de un cronograma de implementación de la expansión propuesta.

En cuanto al alcance, el presente estudio comprende un análisis exclusivo para la planta de envasado de productos oleicos en sus diferentes presentaciones, como son: funda, botella y granel.

Eventualmente se podrían utilizar los mismos criterios de la investigación realizada, ya que los conceptos son aplicables para manipular el resto de secciones según se dé la necesidad; mas cada una tiene su característica y complejidad propia, lo cual puede requerir de un estudio de caso individual que se enfoque en alcanzar los resultados propuestos.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DIAGRAMA DE OPERACIONES

Herramienta que detalla los procesos en los que interviene la utilización de materiales, orden de las inspecciones y de las operaciones; con excepción de las relacionadas con la manipulación de materiales. Con este diagrama se puede visualizar claramente la secuencia de los acontecimientos del proceso y por lo tanto, permite estudiar sus faces a profundidad y sistemáticamente (Niebel, 2009).

2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Es una representación gráfica de la secuencia de las operaciones de inspección, transporte, operaciones y almacenamientos que ocurren en algún determinado proceso. Esta representación incluye información necesaria para el análisis, como por ejemplo el tiempo que demora o la distancia transcurrida.

El objetivo de todo diagrama de proceso es optimizar las actividades tratando de identificar los tiempos o actividades improductivos, adicionalmente ayuda a tener un panorama claro de la situación para determinar con mayor precisión la mejor ubicación de la instalación y el manejo de los materiales (Criollo, 2005).

2.3. ANÁLISIS DE OPERACIONES

Generalmente una operación se vincula estrechamente con elementos tales como: el hombre, la maquinaria, las herramientas y el lugar de trabajo. Se puede decir que el enfoque principal del análisis de las operaciones es el correcto uso y racionalización de los recursos, lo cual es fundamental al momento de analizar un método de trabajo determinado.

Para efectuar un registro de las operaciones, se puede hacer uso de diagramas de proceso hombre-máquina y diagramas de proceso de flujo (Criollo, 2005).

2.4. PRODUCTIVIDAD

Según Criollo, se define a la productividad como el índice de rendimiento de los recursos que se utilizan para alcanzar determinados objetivos.

Generalmente el principal objetivo de toda organización es el procesamiento de artículos a un menor costo, a través del uso eficiente de los recursos desde sus principales procesos.

Para dimensionar mejor este criterio, se puede utilizar la siguiente formula, aplicable para cualquier caso en el que se desee reconocer los factores que se relacionan para ser más productivos (Criollo, 2005).

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{RESULTADOS LOGRADOS}}{\text{RECURSOS EMPLEADOS}} \quad [1]$$

Entendiéndose como “producción” a los resultados obtenidos, e “insumos” a los recursos empleados, se puede afirmar que al aumentar las salidas con la misma utilización de recursos, se incrementará la productividad. De igual manera si se obtiene la misma cantidad de resultados como producción pero minimizando los insumos, así como también aumentando el producto final y reduciendo simultánea y proporcionalmente los insumos.

Se define también al rendimiento o productividad; como la cantidad de productos buenos y aceptables que se obtienen de un proceso productivo, en relación a la cantidad de materiales que ingresaron como entradas para efectuar una operación (Tompkins, 2006).

2.5. CRITERIOS PARA ANALIZAR LA PRODUCTIVIDAD

Varios son los parámetros que pueden llegar a afectar la productividad en una empresa. Para reconocerlos fácilmente, define al siguiente listado como las “M” mágicas a saber:

- Men
- Money
- Materials
- Methods
- Markets
- Machines
- Medio Ambiente
- Mantenimiento del sistema
- Misceláneos
- Manangement
- Manufacture

Donde Misceláneos engloba a controles, costos, inventarios, calidad, cantidad, tiempo, etcétera (Criollo, 2005).

2.6. EFICACIA

Es un importante indicador de funcionamiento que implica la obtención de resultados deseados como; metas, objetivos, estándares, etc. Puede reflejarse en cantidad y/o calidad obtenida. En síntesis, significa hacer lo correcto.

Para determinar el índice de eficacia en una organización, podría ser de utilidad reconocer el porcentaje del cumplimiento del programa de producción o de ventas, así como también de las demoras en los tiempos de entrega (Criollo, 2005).

2.7. PORCENTAJE DE EFICACIA

Se define como la relación porcentual entre la Producción real y la Producción programada (Criollo, 2005).

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción programada}} \times 100$$

[2]

2.8. EFICIENCIA

Es únicamente alcanzable cuando se obtiene el resultado esperado con el mínimo de insumos. De igual forma para poder evaluar un proceso eficiente, bastaría con conocer los tiempos muertos del mismo, sus desperdicios, el porcentaje de utilización de la capacidad instalada etcétera (Criollo, 2005).

Haciendo una relación con el tiempo se extiende el criterio de eficiencia como medida de la productividad, ya que la cantidad de productos que se obtienen de una máquina o de un trabajo ocurren en un tiempo determinado.

Así es como se origina el concepto horas-hombre y horas-máquina, que no es más que el cómputo de la producción de mercancías o de servicios en cierto número de horas en las que un hombre opera, o una máquina funciona para realizar dicha producción.

De ello se desprende que la eficiencia es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad necesitada. Esto se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente.

2.9. PORCENTAJE DE EFICIENCIA.

Se define como la relación porcentual entre la capacidad usada y la capacidad disponible (Criollo, 2005).

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}} \times 100 \quad [3]$$

2.10. TIEMPO OCIOSO.

Son tipos de muda que afectan la continuidad del proceso, mostrándose como un lapso en el cual no existe aporte o agregación de valor. Las causas de tiempos muertos, tanto en horas-hombre como en horas-máquina pueden ser las siguientes:

Falta de materiales, de personal, fallas de energía, manufactura, mantenimiento, producción, calidad y falta de información (Criollo, 2005).

2.11. UTILIZACIÓN

Se entiende como la razón entre la tasa promedio de producción y la capacidad máxima, medidas en iguales términos o unidades. Sirve como un importante acusador de la capacidad existente, sea para acrecentarla o bien para disminuir la excesiva que consume recursos y no aporte valor. La capacidad máxima se refiere al nivel más alto obtenido que pueda ser sostenido sin dificultad, durante un tiempo razonable (Krajewski, 2008).

$$U = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad de Diseño}} \quad [4]$$

$$U = \frac{\text{Horas de utilización Real}}{\text{Horas totales disponibles}} \quad [5]$$

2.12. CAPACIDAD

Refiriéndose exclusivamente a capacidad de producción, podemos entender que se refiere a la cantidad de bienes que se pueden obtener en un lapso de tiempo establecido y diferenciado. Es la producción máxima de un sistema, en un periodo de tiempo determinado (Tompkins, 2006).

$$C = \frac{\text{Producción}}{\text{Unidad de tiempo}} \quad [6]$$

2.13. CAPACIDAD USADA

Se define como el total de la capacidad máxima disponible menos el tiempo muerto (Criollo, 2005).

$$\text{Capacidad usada} = \text{Total. Cap máxima} - \text{tiempo muerto} \quad [7]$$

2.14. CAPACIDAD EFICIENTE

Es la relación entre la capacidad real y la capacidad efectiva. Midiéndose en unidades, se calcularía dividiendo el output actual o real, entre el output estándar. Asimismo si se visualiza en relación al tiempo; podemos decir que es la razón entre el tiempo actual promedio y el tiempo estándar (Tompkins, 2006).

$$\text{Cap. Eficiente} = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad efectiva}} \quad [8]$$

2.15. CAPACIDAD PROYECTADA O DE DISEÑO

Es la capacidad máxima que se puede conseguir bajo condiciones ideales a nivel de una meta (Tompkins, 2011).

$$\text{Cap. Proyectada} = \frac{\text{Capacidad Máxima}}{\text{Capacidad Meta propuesta}} \quad [9]$$

2.16. CAPACIDAD DE OPERACIÓN O EFECTIVA

La capacidad que una empresa espera alcanzar según sus limitaciones operativas actuales (Tompkins, 2011).

2.17. CAPACIDAD MEDIA O ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN

Es la capacidad máxima utilizable de una determinada instalación. Se calcula multiplicando la capacidad de diseño por la utilización y la eficiencia; entendiéndose como capacidad de diseño o proyectada a la capacidad de nivel máximo que puede sostenerse siempre y cuando se mantengan condiciones ideales.

Capacidad Media = Capacidad de diseño x Utilización x eficiencia [10]

2.18. FACTORES CONDICIONANTES DE LA CAPACIDAD

Son muchos los factores que pueden condicionar la capacidad, especialmente los que económicamente restringen la misma. Así mismo el tamaño del mercado es un limitante que puede truncar el crecimiento de las salidas efectivas. Restricciones técnicas en la maquinaria, mecánicas o eléctricas son de las más comunes cuando incrementamos el uso de la maquinaria.

Los insumos son parte importante en la medición de la capacidad, ya que son los principales moduladores de la salida de la producción como bases y materias primas. Restricciones políticas, institucionales y/o administrativas son altamente notables dentro de la mayoría de organizaciones.

Finalmente la localidad en donde se empezará el espacio físico puede ser una importante restricción, no únicamente por el espacio físico útil para realizar las operaciones de agregación de valor, sino también en relación al tema de transportes y movimiento de cargas en relación a la distancia (Universidad Simón Bolívar, 2004).

2.19. PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

Son leyes aplicables a cualquier trabajo, clasificadas en 3 subdivisiones básicas: Aplicación y uso del cuerpo humano, Arreglo del área de trabajo y diseño de herramientas y equipo. La importancia de conocer estos principios

radica en la facilidad con que el analista de métodos pueda identificar las ineficiencias de un método al inspeccionar con brevedad el lugar de trabajo y la operación.

2.20. ARREGLO DEL ÁREA DE TRABAJO

Es fundamental que el área de trabajo cuente con un lugar específico para cada herramienta, material y punto de control, tratando de que este sea ubicado con un criterio de comodidad para el acceso y cercanía del usuario.

De igual forma el diseño del flujo, debe propiciar la utilización de la fuerza de gravedad en los casos que aplique, para facilitar el manejo y economizar el esfuerzo del movimiento de materiales.

El sitio para la colocación de herramientas debe ser repetible y debe realizarse de tal manera que permita la sucesión continua de movimientos, así como también se debe trabajar para facilitar su visibilidad.

La iluminación es un factor importante para lograr una percepción visual satisfactoria, al igual que la posición y ergonomía de muebles debe acoplarse con versatilidad al tipo de trabajo que vaya a ejecutarse (Criollo, 2005).

2.21. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación, incluye el análisis de los espacios innecesarios y necesarios para realizar los movimientos y el manejo de los materiales, sitios estratégicos de almacenamiento; así como también la relación con los agentes directos e indirectos que se ven afectados con estas modificaciones (Stephens, 2006).

2.22. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

El objetivo principal es reducir los costos de fabricación, como resultado de la ejecución de acciones para: reducir los riesgos de salud, mejorar de la

seguridad del trabajo, incrementar la producción y satisfacción del trabajador, optimizar el espacio vertical y horizontal, disminuir los retrasos en la producción, facilitar la supervisión, alivianar las congestiones de materiales, aumentar de la calidad de producción entre otras (Criollo, 2005).

2.23. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

El diseño apropiado de la distribución en planta, evita en lo posible enfocarse en el óptimo local, para dar enfoque al óptimo global de la compañía que mayormente es el fabricar la mayor cantidad de producción con el mínimo de recursos empleados, para esto y en cierta forma; son importantes los tiempos de manipulación y tránsito, que no generan valor añadido al producto siempre y cuando se vea este tema como un desperdicio del proceso.

Se considera importante en este caso, realizar una distribución que siga la misma dirección que el flujo del proceso como tal, intentando a la vez discriminar y juntar aquellos que son comunes para varios productos.

De esta manera obtendremos una notable reducción en distancias recurrentes entre los procesos que son secuenciales entre sí, eliminando el movimiento innecesario de cargas (Sánchez, 1996).

- a. Distribución de posición fija.- Existe cuando las personas, el material y los equipos se dirigen al lugar establecido donde la estructura final cobra forma de producto terminado. Requiere de menos inversión en el equipo y herramientas, sin embargo el transporte y almacenamiento de los mismos es más costoso.
- b. Distribución por proceso.- Se adapta bien en la producción de varios productos similares; está conformado por varios departamentos, cada uno ocupándose de algo en específico. La experiencia en procesos particulares permite alcanzar la experticia en los mismos tanto para los operadores como para los supervisores. Los equipos y maquinarias de este tipo de distribución generalmente están hechos para una

producción continua sin paras, as aun si contamos con un back up de la misma. La desventaja es que necesitan de espacios amplios.

- c. Distribución por producto.- Conocido como fabricación en línea, ejemplificado por un trayecto en donde el producto va adquiriendo más componentes conforme avanza de estación en estación a intervalos fijos. Son ideales para alcanzar el costo unitario más bajo. El costo de la maquinaria es elevado, por lo que se debe utilizar para demandas que representen el gasto, además cada línea de producción debe alcanzar un delicado equilibrio de tiempo entre operaciones, lo cual es extremadamente difícil en algunos tipos de empresas. La producción en línea es muy delicada puesto que si una máquina falla, los procesos en cola deben detenerse hasta habilitarla nuevamente.
- d. Grupos tecnológicos.- Mediante la agregación de piezas en grupos o familias se asigna una línea de producción, capaz de producir cualquiera de las piezas de esta familia (Criollo, 2005).

2.24. DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA

En un sistema de producción por línea la ubicación de la maquinaria se realiza en base a la secuencia del proceso, mientras que en un sistema basado en la función, la maquinaria se ubica de acuerdo a las funciones que este realiza es decir, la pieza va asignándose al departamento que corresponde según sus especificaciones técnicas, siendo así; es de esperar que el manejo de piezas se retrase ya que eventualmente se pueden tener piezas en espera de asignación de forma simultánea.

En los grupos tecnológicos se acostumbra a colocar la maquinaria en el orden de las operaciones, es así que las más comunes para la fabricación de una familia de piezas se colocan de manera que se facilite el flujo y en cierto modo, si la familia de piezas no es muy diferente, se puede decir que la distribución de la maquinaria es casi irrelevante (Criollo, 2005).

2.25. ESTUDIO DE UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Un estudio de distribución de planta se realiza de la siguiente manera:

- 1) Se recoge la información
- 2) Se consideran y analizan los datos obtenidos, planteando distribuciones parciales
- 3) Se plantea una distribución general
- 4) Se comprueba la circulación y se proyecta una distribución definitiva

2.26. INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA DISTRIBUCIÓN

2.26.1. PRODUCTOS

Conocer el tipo de producto que se realiza con sus respectivas características de diseño, dimensiones, peso, cantidad.

2.26.2. MATERIALES

Conocer las dimensiones, forma de almacenamiento, si son piezas terminadas o semi-terminadas de todos los materiales que intervienen en la fabricación

2.26.3. CICLO DE FABRICACIÓN

Conocer el ciclo completo; con operaciones, circulación, tiempos de espera, de para, de inspección etc.

2.26.4. MAQUINARIA

Maquinaria que interviene, características, dimensiones, peso, necesidades de insumo, herramientas etc.

2.26.5. OPERADORES

No solo en su aspecto de operación como tal, sino también de transporte o almacenamiento

2.26.6. MOVIMIENTO DE MATERIALES O PRODUCTO TERMINADO

Recipientes o bandejas para traslado de materiales, estanterías.

2.26.7. SERVICIOS

De mantenimiento, sanitarios, higiénicos, comedores etc.

2.26.8. VERSATILIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN

Conocer si se cambia con frecuencia de producto.

Esta información debe recogerse claramente en listas guía previamente preparadas con los detalles importantes citados (Criollo, 2005).

2.27. ANTEPROYECTO DE LA DISTRIBUCIÓN

Al realizar un proyecto de expansión, es necesario preparar un anteproyecto para la distribución de la maquinaria en el mismo, de manera que se necesitará conocer el número de máquinas que se requerirán para cumplir con la producción total esperada. Con este propósito; se puede utilizar la ecuación 11, para estimar las necesidades de capacidad donde:

D=pronóstico de demanda para el año, p=tiempo de procesamiento h/unidad producida, N=#horas de trabajo al año, C=colchón de capacidad, Q=unidades en cada lote y s= tiempo de preparación.

$$M = \frac{[Dp + \left(\frac{D}{Q}\right) s]}{N[1 - \left(\frac{C}{100}\right)]}$$

[11]

En un anteproyecto de distribución, también se pueden efectuar cálculos para curar las necesidades de todos los elementos de producción como por ejemplo el espacio en superficie necesario para la distribución de la planta. Esto se puede dimensionar sabiendo el área requerida por cada máquina, incluyendo el espacio para el operador y sus elementos auxiliares o accesorios (Krajewski, 2008).

2.28. DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA

Una vez llegado a este punto, lo mejor es hacer una representación gráfica de lo que se planea que será la distribución de la planta, para visualizar de mejor manera las restricciones que esta puede presentar. Lo principal es validar la flexibilidad de movimiento, en relación al flujo del proceso. Para esto se debe considerar, carretas, montacargas transportadores que puedan interferir con el diseño planteado.

Lo segundo es exponer la propuesta al grupo de técnicos que se relacione con el proyecto, de donde nacerán ciertas correcciones que se deberán implementar según sea el caso, para finalmente redactar el proyecto definitivo y aun después de esto, si se presentan nuevas críticas se debe corregir el mismo, las veces que sean necesarias (Krajewski, 2008).

2.29. INSTALACIÓN DE MANUFACTURA

Se entiende por instalación de manufactura al área de trabajo, sea esta una pequeña locación o inclusive a toda una organización en donde se realicen las operaciones de transformación de la materia prima en donde el gerente de producción es el que comanda las actividades para suministrar la capacidad que cumple con las metas y propósitos de la compañía. Esta capacidad de salida de producción debe estar habilitada para satisfacer al mercado y siempre perseguir la calidad para mantener la conciliación con el cliente final o usuario propio del servicio.

Para cumplir con una capacidad adecuada, el ingeniero a cargo del proyecto se debe preguntar lo siguiente:

- ¿Cuánta capacidad debería tener?
- ¿Cuándo debería adquirirse esta capacidad?
- ¿Qué tipo de capacidad se debería utilizar?
- ¿Cómo se debería utilizar la capacidad seleccionada?
- ¿Dónde debería ubicarse esta capacidad? (Stephens, 2006).

2.30. OBJETIVOS DE LA PLANEACIÓN DE INSTALACIONES

- Mejorar la satisfacción del cliente para aumentar el retorno sobre los activos
- Reducir los costos y aumentar la rentabilidad de la cadena de suministro
- Integrar la cadena de suministro mediante asociación y comunicación
- Apoyar la visión de la organización a través del mejoramiento del manejo de materiales, el control de materiales y de buen mantenimiento.
- Utilizar con eficacia el personal, el equipo, el espacio y la energía
- Maximizar el retorno de la inversión asegurando sustentabilidad y flexibilidad.
- Proceso de planeación de instalación
- Definir y analizar el problema
- Determinar los requerimientos del espacio para todas las actividades
- Evaluar las alternativas
- Seleccionar e Implementar el diseño más apropiado (Stephens, 2006).

2.31. ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL ÉXITO DE UN PLAN DE INSTALACIONES

- Visión: a dónde quiere llegar la organización

- Misión: como alcanzar la visión
- Requisitos para el éxito: la ciencia de su negocio
- Principios guía: los valores que se utiliza mientras se busca la visión
- Evidencia del éxito: los resultados medibles que mostraran cuando una organización avanza hacia su visión.
- Proceso de planeación exitosa de instalaciones
- Comprender el modelo de éxito de la organización
- Comprender los problemas externos
- Comprender los problemas internos
- Establecer los criterios de diseño de la planeación de la instalación
- Obtener el compromiso organizacional
- Establecer equipos
- Valorar el estado actual
- Identificar metas específicas
- Identificar los métodos alternos
- Definir los planes de mejoramiento
- Obtener apoyo para los planes de mejoramiento
- Implementar los planes
- Revisar los resultados (Tompkins, 2011).

2.32. ESTUDIO DE MÉTODOS

Conjunto de lineamientos que permiten escoger adecuadamente el mejor racionamiento de los recursos para mejorar un proceso que finalmente resulte en un aumento considerable de la productividad. Para alcanzar dicho mejoramiento se utilizan técnicas para la simplificación de trabajo, que consisten principalmente en la regulación y simplificación de acciones que realmente no son significativas al momento de presentar un resultado. Estas acciones pueden ser movimientos innecesarios que en principio y por costumbre se han venido desarrollando a lo largo de las generaciones (Criollo, 2005).

Los propósitos fundamentales del estudio de método son:

- Mejorar los procesos y procedimientos
- Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica o taller
- Plantear economías de esfuerzo y reducción de fatiga innecesaria
- Economizar materias y materiales
- Mejoramiento de la calidad y la seguridad de las actividades

2.33. DEFINICIÓN DE PROCESO

Un proceso se puede definir como una secuencia ordenada de actividades, acciones o eventos repetitivos interrelacionados, orientadas a obtener un resultado específico y predeterminado, que se realizan en la organización con la característica de transformar entradas; en salidas con valor (Agudelo, 2012).

2.34. DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Se definen como módulos homogéneos que especifican y detallan un proceso, estos forman un conjunto ordenado de operaciones secuenciadas en relación con los responsables de la ejecución, que deben cumplir políticas y normas establecidas señalando la duración y el flujo de documentos (Gobernación de Magdalena, 2016).

2.35. DEFINICIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Es un instrumento del sistema de Control Interno con información detallada integralmente, que contiene instrucciones, responsabilidades e información en forma ordenada y sistemática, sobre las políticas, funciones, sistemas y reglamentos de las distintas operaciones o actividades que se deben realizar individual y colectivamente en una empresa, en todas sus áreas, secciones, departamentos y servicios (Gobernación de Magdalena, 2016).

2.36. FLUJOS DE EFECTIVO

Se denomina flujo de efectivo a la variación entre el fluido de fondos que ingresan y salen de una empresa a lo largo de un periodo de tiempo, haciendo referencia a los costos y modificaciones de elementos pasivos y activos (Krajewski, 2008).

2.37. LAYOUT

Se denomina layout a la disposición o el arreglo físico de los elementos que conforman un espacio; se lo realiza a manera de esquema con el afán de vislumbrar y encontrar la mejor ordenación de cada elemento componente en base a las necesidades para las cuales el espacio haya sido concebido (Stephens, 2006).

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

Los tipos de investigación que se utilizaron para la realización del estudio fueron: tipo experimental y tipo científico; esto con el afán de visualizar de forma general el desenvolvimiento de las actividades en la fábrica y así poder identificar fácilmente las mejoras plasmadas en la propuesta de diseño.

Se exploraron todas las alternativas posibles de ubicación para la extensión propuesta en base a la disponibilidad según los planos de construcción. De igual manera se analizaron cada uno de los resultados en los casos planteados de tendencia expansionista y conservadora.

Se realizaron visitas en jornadas laborales normales para observar sistemáticamente el proceso y dimensionar el espacio físico disponible para formular las propuestas de distribución de la maquinaria.

3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El punto de partida fue abordar el estado actual en el que se encuentra la compañía, indagando en los diferentes factores que influyen directamente sobre la producción de las salas de envase y empaque, principalmente en relación a su diseño de planta.

3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA COMPAÑÍA

Industrial DANEC S.A. es una importante empresa a nivel nacional, cuyo principal negocio es el procesamiento de aceites y grasas comestibles. La fábrica encargada de los principales procesos de transformación de materia prima con agregación de valor, está ubicada en el sector industrial de Sangolquí, cantón Rumiñahui provincia de Pichincha.

A lo largo de aproximadamente 40 años, la empresa se ha destacado por su impecable calidad y permanente desarrollo de productos de consumo masivo en el sector de los aceites y grasas comestibles; por lo que cubrir las

necesidades del mercado, es cada vez un imperante objetivo en la búsqueda de nuevos consumidores.

Esto ha llevado a la empresa a buscar una mayor estabilidad en cuanto a la producción, y las principales necesidades de la planta, apuntan a elevar la capacidad de sus salas de envase y empaque.

La empresa establece su composición, con los principales estabones propios de su cadena de suministro, como son los siguientes:

- Suministro de materia prima: La mayor parte de la materia prima proviene de plantaciones nacionales pertenecientes al mismo grupo empresarial, ubicadas en el sector tropical del país, en las provincias de Esmeraldas y Sucumbíos. Aquí es donde se obtienen el aceite de palma y palmiste en estado crudo. El resto de materias primas como el aceite de soya, el aceite de canola y el de girasol; son importadas del extranjero.
- Manufactura y producción: Comprende 2 grandes bloques específicos de adición de valor, en la fábrica matriz: la refinería de materias primas como tal, y las salas de envase de producto terminado. Esta última, se clasifica en las siguientes líneas:
 - Línea de envase y empaque de aceites
 - Línea de mantecas, margarinas y plastificación
 - Línea de jabonería y cosméticos.
- Logística y distribución: Donde se realizan los procesos de almacenamiento, control y gestión de inventarios en base a priorización; para posteriormente, organizar la correcta repartición de productos hacia el cliente, a través de agencias provinciales en todo el país.

3.1.2. LAYOUT ACTUAL Y ESPACIO FÍSICO

Se sabe que el proceso de envase y el proceso de empaque, son elementos que se encuentran intrínsecamente relacionados y por supuesto, forman parte importante de la cadena de suministro.

Mediante el siguiente layout (Figura 1), se podrá visualizar de forma global la distribución actual de los equipos, para facilitar la comprensión del flujo de las operaciones que ocurren en la sala de empaque y envase de la empresa Industrial Danec S.A.

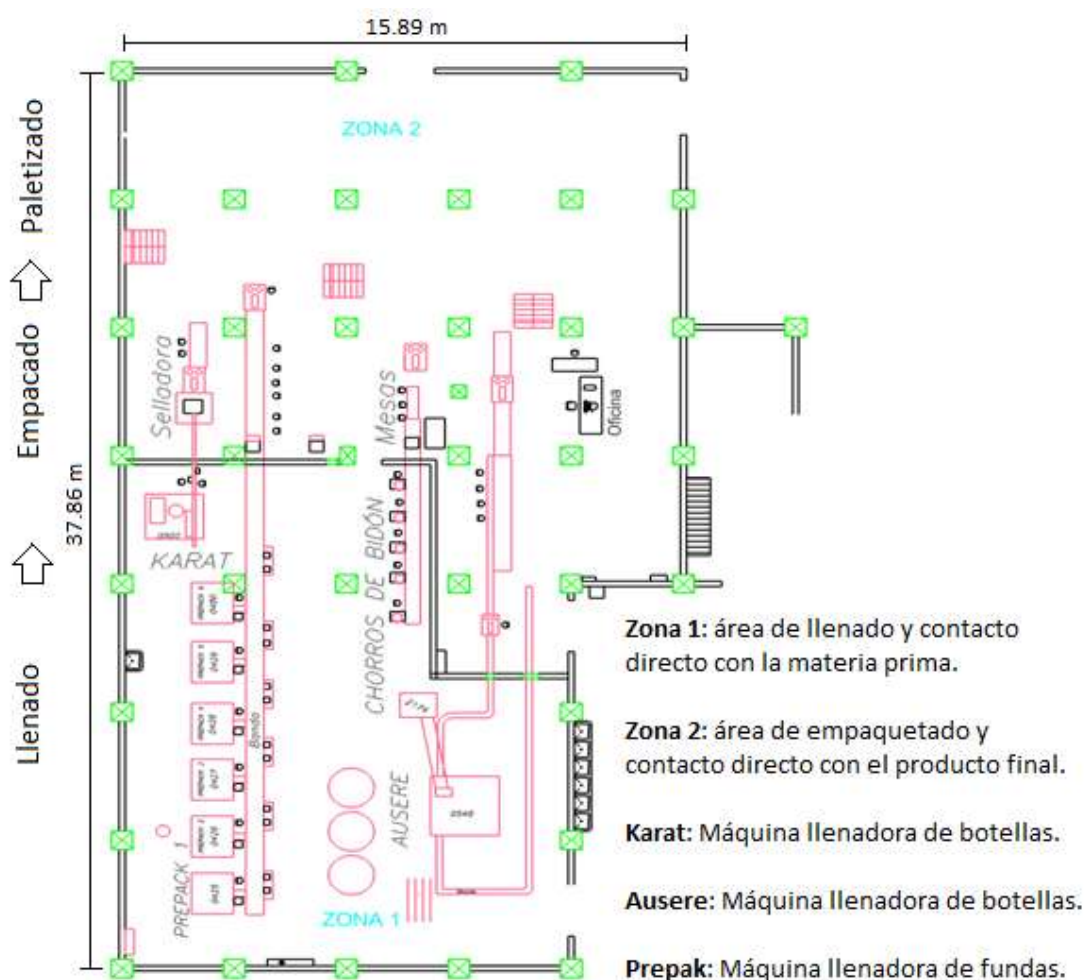


Figura 1. Layout actual

El espacio físico disponible para las actividades de envase y empaque, es un área de 601.59 m²; (15.89 m x 37.86 m) representado en la figura 1, en donde se puede apreciar que la distribución actual de la línea de envase y empaque

de aceite se encuentra al máximo de ocupación y debido al flujo constante de materiales, resulta imposible o perjudicial el aumentar más elementos de los que contiene para la producción; como equipos enfriadores, compresores de aire etc. Por lo que este tipo de elementos necesarios para el proceso, se mantienen ubicados en el exterior de la sección. En la figura 2, se ilustra lo siguiente:

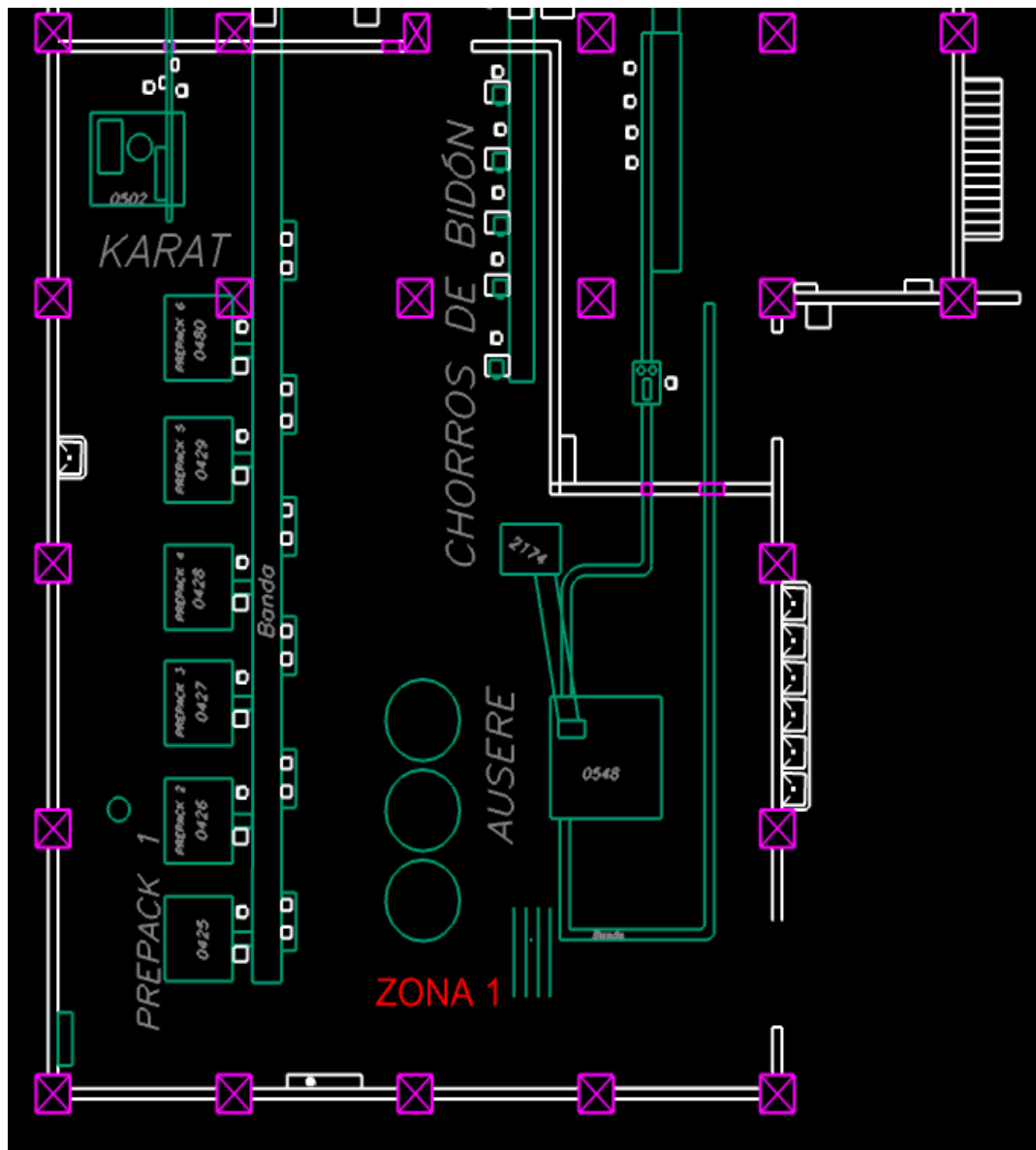


Figura 2. Zona 1 en el Layout actual

Para efectos de comprensión, se entenderá como “ZONA 1” al área que tiene contacto directo con el producto final o materia prima aprobada para el envase por control de calidad, en esta área se encontrará la disposición del total de maquinaria diseñada para realizar los procesos de envase.

Es importante considerar que es una zona restringida, por lo que el personal que se disponga a trabajar en esta área, deberá contar con la indumentaria adecuada para precautelar la higiene y mantener los estándares de calidad, a través de normativas establecidas por la empresa; como las buenas prácticas de manufactura.

Refiriéndose a la indumentaria higiénica de operación, se utilizan: cofias, tapabocas, mandil blanco, etc. Todo esto con el afán de prevenir contaminación tanto de agentes microbiológicos, como de impurezas del medio ambiente.

Este espacio también cuenta con elementos que facilitan la higiene del lugar, como pisos y paredes lavables, techo de cielo raso, preferentemente en materiales como still-panel o PVC, el piso permanece en perfectas condiciones de desinfección y se encuentra libre de impurezas, puesto que tiene una capa de pintura lavable e impermeable.

Como zona 2, (Figura. 3) se presenta el área de empaqueo, que básicamente se compone de transportadores, máquinas selladoras, finales de línea, sitios para ubicar los residuos del proceso tanto de materias primas como de materiales.

En esta zona también se precautela de igual forma la limpieza e higiene, sin embargo se considera la presencia de montacargas y transportadores por lo cual no es crítico el uso de tapabocas más, si la utilización de cofias y cascos de seguridad. El calzado del personal es en todo momento con protección de punta de acero, antideslizantes y lavables.

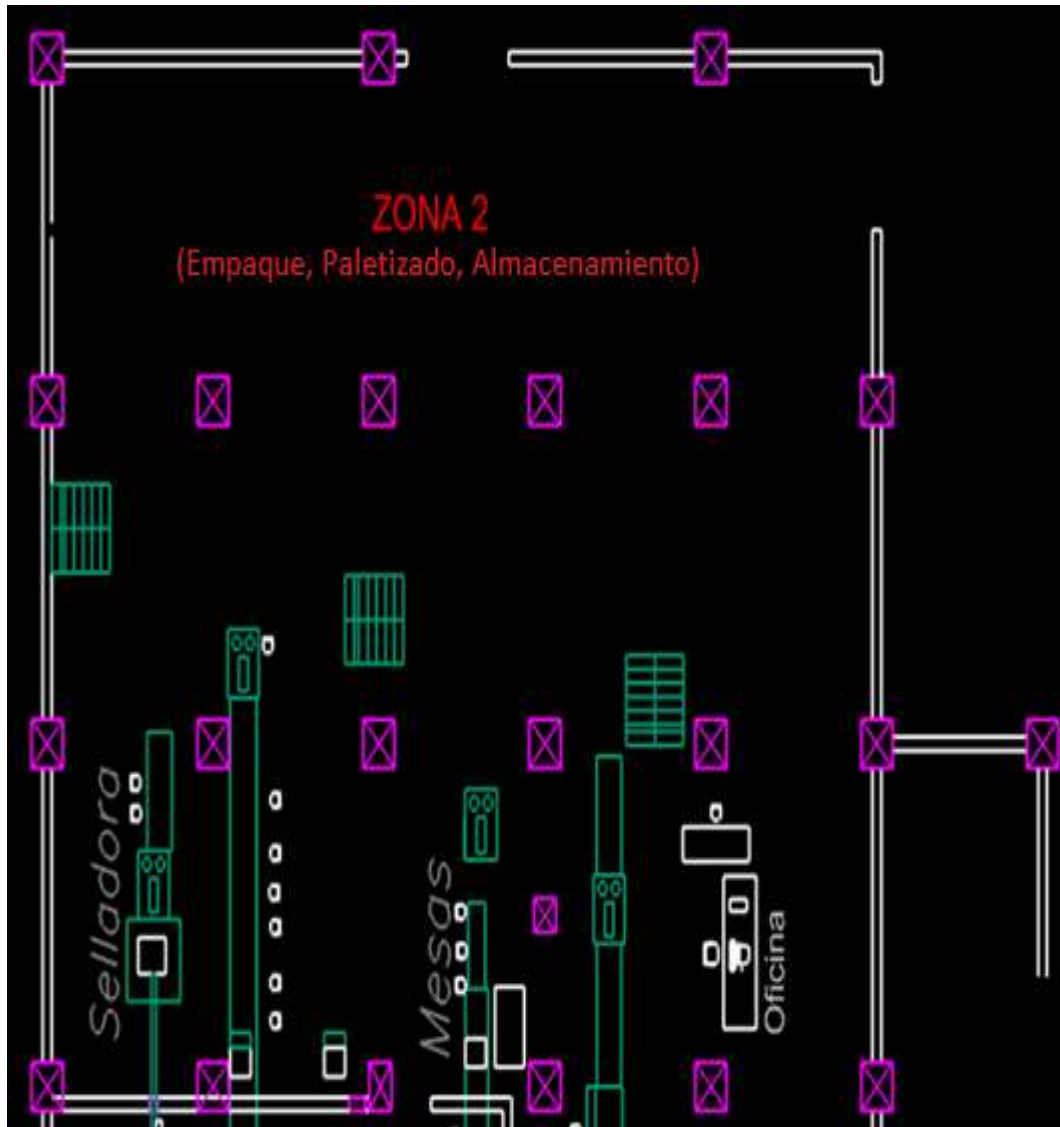


Figura 3. Zona 2 en el Layout actual

3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA

La sala de envase cuenta con 4 clases de sistemas con los que se realiza la operación de llenado de producto oleoso en las diferentes referencias que abarcan desde presentaciones de 250 cc hasta tambores de 200 Kg.

En la figura 4 se expone el proceso general que desarrollan los sistemas de llenado. En síntesis; reciben y rellenan en fundas o botellas la materia prima en estado R.B.D. que significa: refinado blanqueado y desodorizado, es decir que se encuentra lista para el consumo humano.

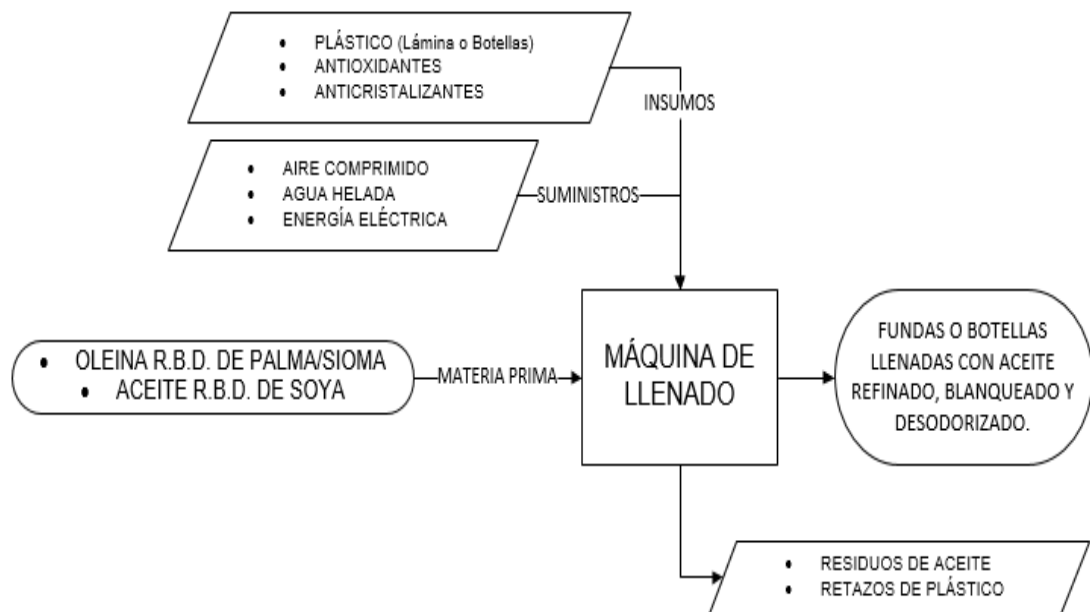


Figura 4. Proceso de las máquinas de llenado

3.2.1.1. Llenadora de botellas

Marca: Ausere, de origen español. La llenadora de botellas es una máquina que cuenta esencialmente con un dosificador automático basado en un sensor de nivel que dosifica las botellas con la cantidad exacta programada por el usuario. Cuenta con un carrusel que recibe las botellas vacías en posición pico abajo, sobre un compresor de aire que desaloja todo tipo de impurezas que puede presentar la botella vacía.

Luego del llenado automático, la máquina Ausere, cuenta con una tapadora con alimentación automática de tapas. Finalmente cuenta con una etiquetadora en el final de la banda transportadora que pega las etiquetas mientras que a la vez dosifica una ligera capa de adhesivo para la misma.

3.2.1.2. Llenadora Karat

Similar a la anterior pero de llenado manual. La principal característica de la llenadora Karat es que está diseñada para producir presentaciones de mayor capacidad, de 1.8 a 2 litros.

3.2.1.3. Línea de Bidones

La línea de bidones no es más que un stand de peso al granel, donde el operario cuenta con una llave de dosificación directa de aceite (operación netamente manual) que depende de la lectura del peso de una báscula individual, el tapado es manual. De igual forma cuenta con una banda transportadora que dirige el producto terminado hacia el paletizado directo.

3.2.1.4. Enfundadora “PrePac”

De origen pakistaní, y desarrollada por PrePac Engineering Industries (Pvt), es la encargada producir uno de los productos estelares más reconocidos a nivel nacional, se trata del aceite envasado en funda, que gracias a su versatilidad y economía es uno de los productos con más salida a nivel nacional. El área de envases cuenta con 6 ejemplares.

Cada máquina enfundadora consta de una serie de prensas automáticas que sellan los bordes de un plástico de polipropileno, mientras dosifica una cantidad de aceite programada por el usuario. En su base cuenta con una cuchilla que corta justo en el borde de cada cojín, separándolo del inmediato anterior. El producto es transportado por bandas hasta la etapa de encartonado.

3.1.4. PROCESOS MACRO DE LA COMPAÑÍA

Se utilizó para el levantamiento de la información la diagramación y esquematización de procesos, esta técnica permite entender de manera general, las principales actividades que se desarrollan en el área de producción.

3.1.4.1. Procesos de refinería y tratamiento de materias primas

El área de refinería es donde se realizan los principales procesos de manufactura de aceites y grasas, es aquí donde se refina la materia prima para obtener un aceite fino y listo para el consumidor. Las etapas de refinación

comienzan con la recepción del aceite crudo proveniente de las extractoras de las plantaciones nacionales, estos se almacenan en tanques según la calidad, pureza y acidez del aceite, parámetros clave para el resto procesos. Seguidamente se procede a refinar el aceite, acción que se lleva a cabo para lograr que el aceite se purifique o se vuelva más fino, dejando de lado los residuos y separando ciertas partículas indeseables propias del aceite crudo.

A continuación se procede a blanquear el aceite; proceso que busca la extracción de impurezas de un aceite vegetal crudo. El proceso de refinación culmina con la desodorización, proceso que consiste en remover el olor y sabor del aceite mediante un sistema de destilación, así como de recolectar la porción de material indeseable del aceite como los ácidos grasos libres. De esta manera, se prepara el aceite para su empaque; globalmente expresado en la figura 5.

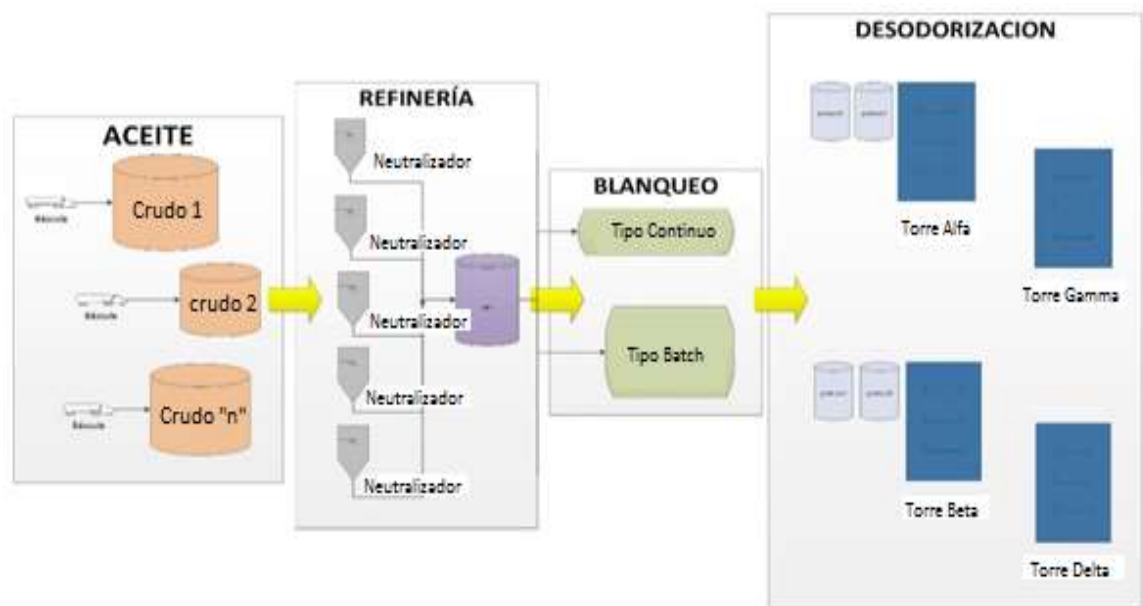


Figura 5. Proceso de transformación de M.P.

3.1.4.2. Proceso de envase de producto terminado.

El siguiente paso es el tratamiento de aceite para su envase y empaque, lo cual se realiza a través de las líneas de aceites, margarina y jabones como se presenta en la figura 6, en donde se puede apreciar que la materia prima es direccionada según sus características a formar parte de los diversos

tratamientos que se le da en las líneas de producción ya mencionadas, o en su defecto, pasan directamente a contenedores que serán vendidos a clientes industriales al granel.

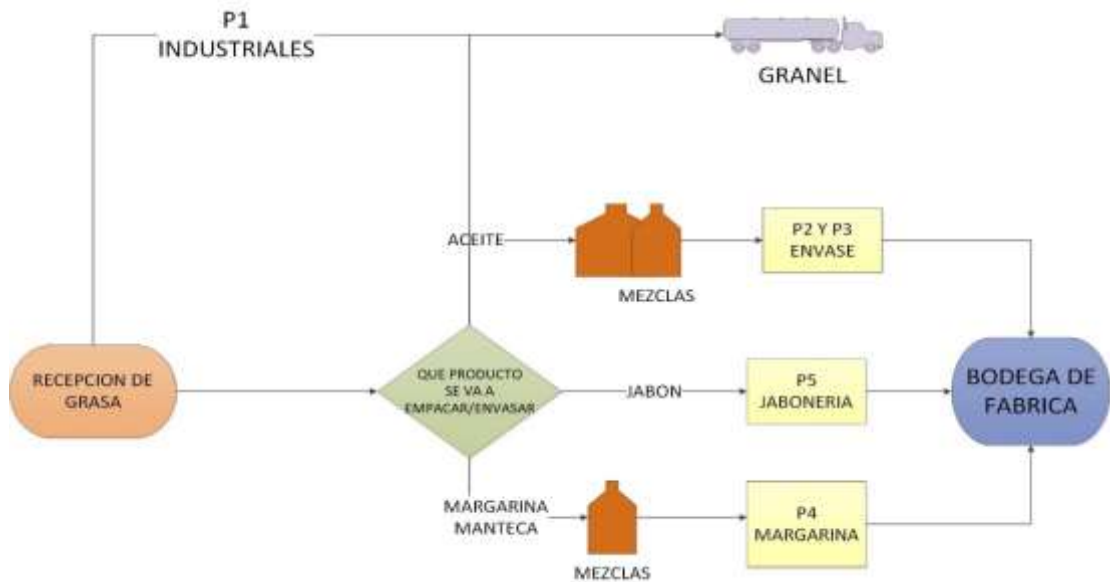


Figura 6. Proceso de tratamiento de P.T.

Esta es la última etapa del proceso de manufactura. Posteriormente todo el producto terminado y paletizado en las diferentes secciones, pasa hacia la bodega de fábrica en donde se contabilizan las cargas que directamente son transportadas hacia el almacén central; sitio en el cual se clasifica y se gestiona el inventario para la distribución a clientes finales.

3.1.4.2.1. Levantamiento del proceso de la línea de envase y empaque de aceites

En envase de aceites, se realizan tres subprocesos principales: mezcla de aceites, envasado y empaque del mismo (figura 7). En esta etapa se busca realizar las diferentes formulaciones de aceites para obtener el amplio rango de productos según las propiedades físicas que ofrece cada variedad de aceite, en beneficio de las necesidades del cliente.

- 1) Los aceites refinados, blanqueados y desodorizados ingresan a los tanques de mezcla, en donde se añaden químicos anticristalizantes y antioxidantes (dependiendo del producto) los cuales son mezclados y disueltos en su totalidad.
- 2) Una vez aprobada la fórmula por laboratorio, se carga el aceite en los alimentadores de cada equipo llenador.

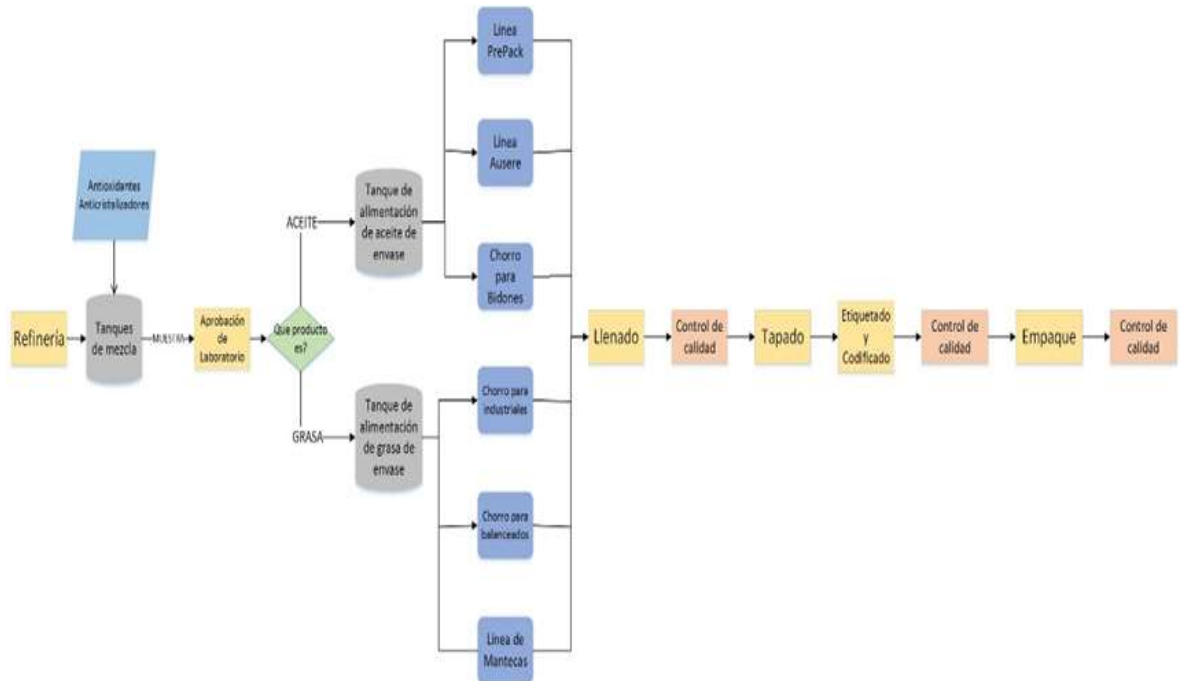


Figura 7. Procesos de la línea de Envases y Empaques

Las diferentes presentaciones se clasifican según el equipo llenador, sean estos:

- Fundas a través de máquinas Pre Pack.
- Botellas a través de máquinas Ausere y Karat.
- Bidones a través del conjunto de chorros.
- Tanqueros y toneladas directamente por líneas de llenado externas.

Los estándares de producción definidos para las máquinas envasadoras de aceite se detallan a continuación. Cabe recalcar que en esta área se trabaja en 2 turnos de 12 horas al día.

- Se realizan de 15 a 20 mezclas al día, lo que significa entre 1 500 y 2 000 toneladas diarias de aceite.

- Para botellas pequeñas, el estándar de producción es:
 - ✓ 720 cajas de 12 unidades de 1 000cc por turno = 7 948.8 Kg/turno.
 - ✓ 450 cajas de 24 unidades de 750cc por turno = 7 452 Kg/turno.
 - ✓ 600 cajas de 24 unidades de 500cc por turno = 6 624 Kg/turno.
 - ✓ 600 cajas de 24 unidades de 400cc por turno = 5 299.2 Kg/turno.

- Para botellas grandes, el estándar de producción es:
 - ✓ 540 cajas de 12 unidades; cada una de 2 000cc por turno, haciendo un total de 11 923.2 Kg/turno.
 - ✓ 576 cajas de 12 unidades; cada una de 1 800cc por turno, haciendo un total de 11 446.2 Kg/turno.

- Para fundas en Pre Pack, el estándar es:
 - ✓ 1 800 cajas de 15 unidades de 1 000cc = 24 840 Kg/turno.
 - ✓ 1 000 cajas de 24 unidades de 750cc = 16 560 Kg/turno.
 - ✓ 4 000 cajas de 24 unidades de 500cc = 44 160 Kg/turno.
 - ✓ 4 500 cajas de 24 unidades de 400cc = 39 744 Kg/turno.
 - ✓ 4 500 cajas de 24 unidades de 400cc = 39 744 Kg/turno.
 - ✓ 4 500 cajas de 24 unidades de 250cc = 24 840 Kg/turno.

- El estándar de producción al granel es:
 - ✓ 437 unidades de 200 kg = 87 400 Kg/turno.
 - ✓ 550 unidades de 100 kg = 55 000 Kg/turno.
 - ✓ 600 unidades de 50 kg = 30 000 Kg/turno.
 - ✓ 620 unidades de 20 kg = 12 400 Kg/turno.

3.1.4.2.2. Levantamiento del proceso de la línea de margarinas y plastificación.

El área de margarina se encarga de procesar el aceite en estado de manteca (semi sólido) para la obtención de margarinas de consumo, margarinas industriales y mantecas industriales para el abastecimiento de empresas que usan el producto como materia prima, desarrollando e innovando nuevas formulaciones para la satisfacción del cliente tal como se muestra en la figura 8.

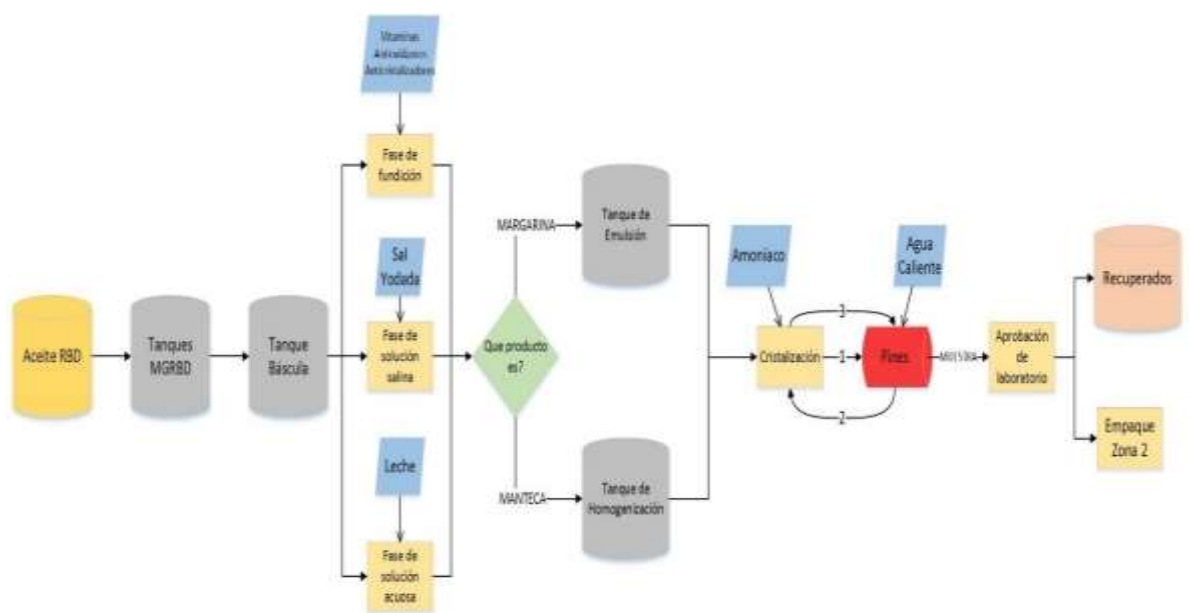


Figura 8. Procesos de la línea de Margarinas y Plastificación

3.1.4.2.3. Levantamiento del proceso de la línea de jabonería, desinfectantes y cosméticos.

El área de Jabonería procesa grasas y aceites de cualquier tipo, junto con productos reusados o residuos de los procesos de toda la planta; como el

ácido graso para convertirlos en jabón mediante el proceso de saponificación según la figura 9.

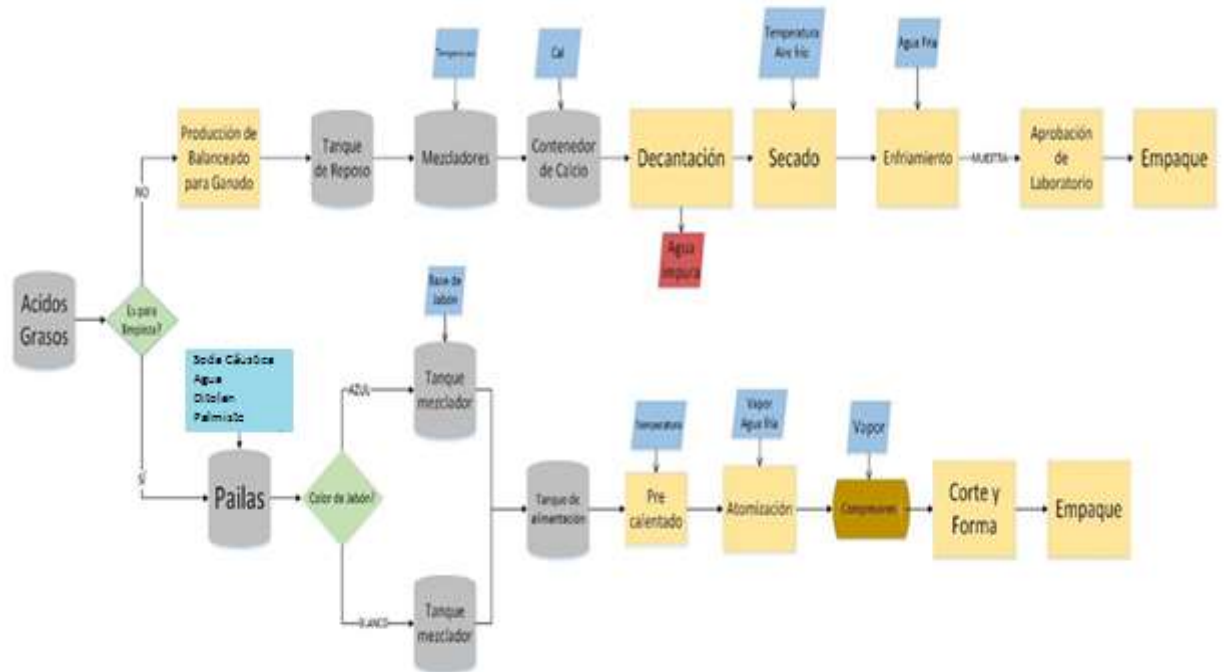


Figura 9. Procesos de la línea de Jabonería, Desinfectantes y Cosméticos.

3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE EXPANSIÓN

La figura 10, indica que es necesario basarse en la información de demanda en el mercado, para utilizarla como una herramienta que ayude a focalizar y determinar la capacidad óptima necesaria para la producción de todas las líneas de la empresa.

Bajo este enfoque es como se determinó inicialmente la adquisición de la maquinaria actual; sabiendo que conforme la demanda crezca en el mercado, esta formará brechas que eventualmente deberán ser abatidas con la optimización y/o renovación de la misma

El presente estudio está enfocado justamente para prever el momento preciso en el que se necesite extender la capacidad actual de la línea de envase, en el caso de que se presente una brecha importante.

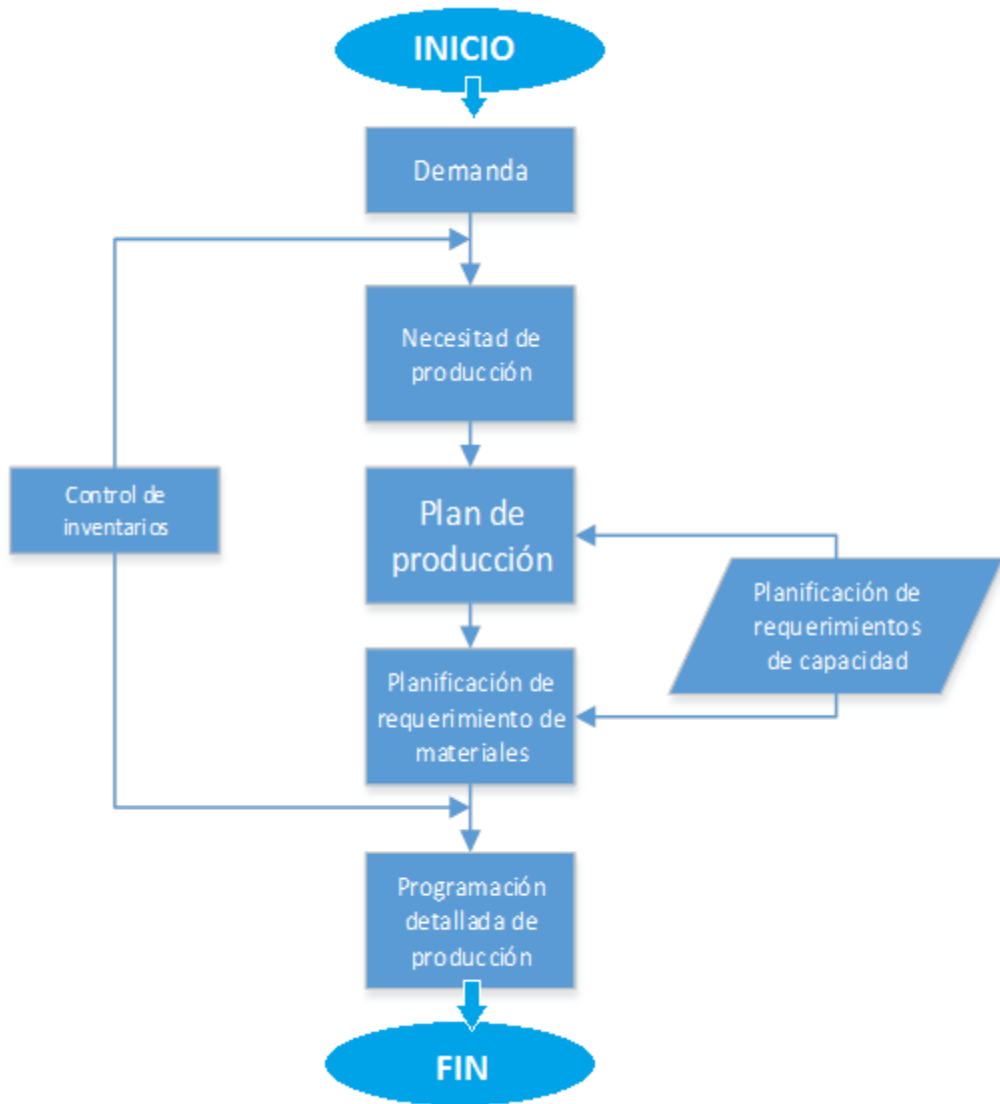


Figura 10. Proceso de Planeación, Programación y Control de la Producción en DANEC S.A.

Durante el levantamiento de información, se identificó que el departamento de producción recibe las solicitudes de trabajo a través de un sistema automatizado de priorización de referencias. Esta información a su vez, se encuentra concatenada con el siguiente eslabón de la cadena que es el departamento de Distribución, el cual recibe los pedidos ingresados a cada

una de las agencias ubicadas en las principales provincias del país, para gestionar las ordenes de producción

Esto permite un aprovechamiento del almacenamiento y optimización en la producción. Una exigente demanda debe ser combatida con una correcta planificación basada en priorización de necesidades para que finalmente, resulte en un aprovechamiento exitoso de los recursos tanto materiales como de personal.

Para el cumplimiento del mismo, es necesario contar con la cantidad adecuada de inventario y recursos, que si bien no deben ser excesivos, jamás deben faltar.

Eventualmente los índices de eficiencia y eficacia de la producción darán a conocer si al finalizar el periodo se ejerció una correcta planificación, o si en el caso que fuere; ocurrió algún tipo de desperfecto en las condiciones normales de un día estándar de producción que se pueda combatir para prevenir su futura ocurrencia.

Otro factor importante que se debe tomar en cuenta es que la política de calidad de la empresa DANEC S.A. busca 3 objetivos fundamentales en los procesos productivos:

1. Obtener un producto de calidad.
2. Reducción de desperdicios y producción al mínimo coste posible.
3. Tiempo mínimo de entrega, reducción del lead time. (DAT: Danec A Tiempo)

3.2.1. ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES DE CAPACIDAD

Para la estimación de las necesidades de capacidad, se realizaron pronósticos a largo plazo en este caso; para los 5 años futuros.

Se utilizó el método de medición de recursos, para definir cuántas maquinas deben comprarse ya que por efectos de variedad de productos que se producen en la línea de envase y empaque de aceites; se requiere de este análisis en cada tipo de máquina, lo cual ayudará a tomar la decisión más acertada de incremento de capacidad para que la extensión de la línea de envase permita alcanzar los objetivos de productividad y eficiencia adecuados.

3.2.2. IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS DE CAPACIDAD

Se utilizó el cálculo de brecha de capacidad para lograr dimensionar el déficit de capacidad que actualmente se tiene; éste se verá amplificado por cada periodo de demanda futura pronosticada. De esta manera se hace palpable la necesidad de expansión de la capacidad.

3.3. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

Una vez determinada la brecha de capacidad, se procedió a construir algunas alternativas con opciones de oportunidad útiles con las cuales se espera satisfacer el déficit de capacidad en los años venideros. La alternativa que se propone es principalmente de tendencia expansionista enfocada a expandir físicamente las instalaciones actuales hacia un lugar diferente. Esta será comparada con la alternativa de no hacer nada, la cual siempre quedará a elección de la directiva del proyecto.

3.3.1. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En este segmento del proyecto se evaluarán los intereses principales de la empresa en términos cuantitativos basándose en los flujos de efectivo alineándose a la misión y visión de la misma. Esta evaluación se presentará en los posibles escenarios de casos optimista y pesimista para una mejor comparación.

3.4. DISEÑO DE UN CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Para el cronograma de implementación se utilizó la herramienta de planificación de proyectos denominada diagrama de Gantt, la cual detalla las actividades necesarias que se deben cumplir dentro de los plazos establecidos para evitar retrasos y culminar exitosamente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. LEVANTAMIENTO DEL PROCESO DE ENVASADO DE ACEITES

Para el levantamiento de información se realizaron visitas a la planta de envases en Industrial Danec S.A. para visualizar de manera presencial, el desarrollo de las actividades que se realizan para llevar a cabo el envase de aceites como producto terminado. Para los fines consiguientes, se elaboró el diagrama de procesos que se detalla a continuación:

Nombre del Macro proceso: PRODUCCIÓN

Nombre del Proceso: ENVASADO DE PRODUCTO TERMINADO

Nombre del Sub Proceso: ENVASE DE ACEITES

Nombre del tipo de proceso: PRODUCTIVO

El proceso inicia según detalla la figura 11, el plan de producción es preparado por el supervisor, en donde se encuentra el detalle de las referencias necesarias que se deben manufacturar para cumplir con las ordenes de trabajo asignadas a esa jornada.

Según este programa se procederá a destinar la cantidad suficiente de materia prima e insumos necesarios para empacar. Si no existe la cantidad suficiente de materias primas se procederá a pasar una orden de trabajo al área de refinamiento y tratamiento de materias primas.

Seguido de esto el personal de mezclas, realiza las diferentes combinaciones en base a las fórmulas establecidas en el manual de procedimientos.

El resultado de esta debe ser aprobado por laboratorio antes de pasar a bombearse hacia los receptores de cada máquina llenadora.

Inmediatamente después, el operador de la máquina comienza a realizar el llenado del aceite en los contenedores definidos por la presentación del

producto, el cual es transportado por bandas hacia el proceso de encartonamiento y paletizado. Las cajas de producto finalmente son dispuestas sobre un palé el cual después de embalar es retirado por el personal de almacén central.

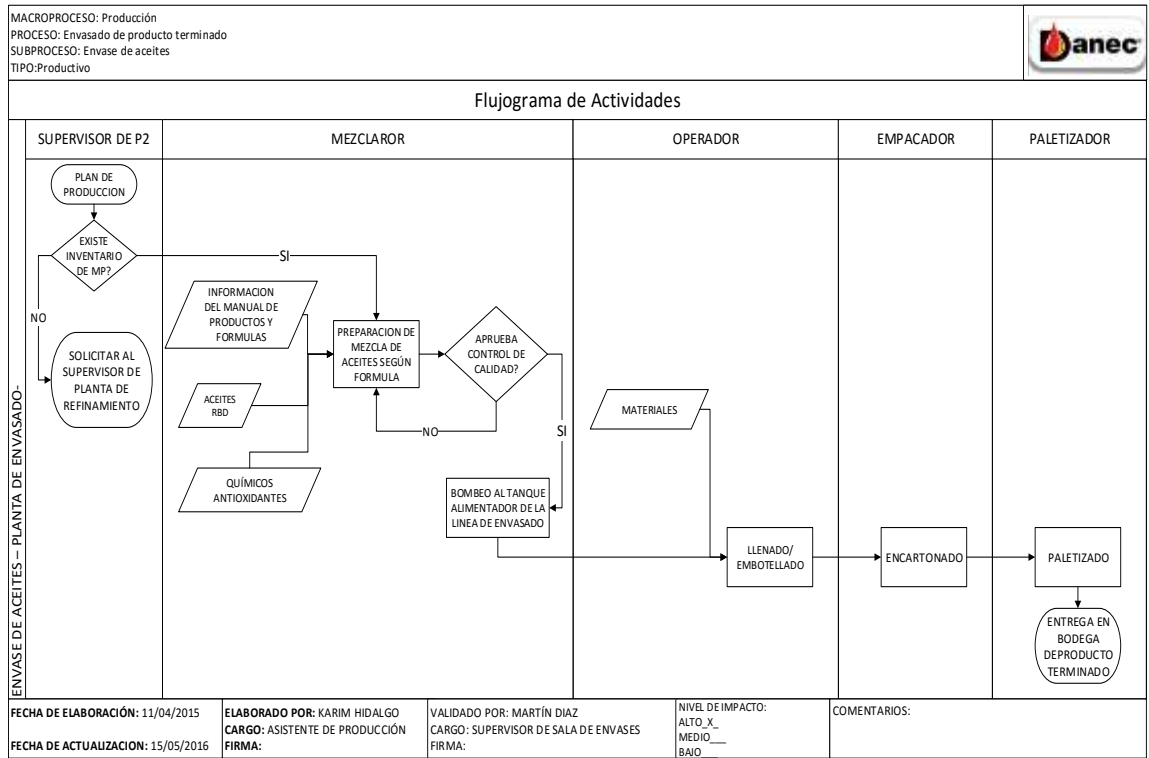


Figura 11. Flujograma proceso envase.

Fuente: (DANEC, 2014)

Según la figura 12, se determinó un total de 3 operaciones de transporte, lo cual puede dar la falsa idea de ser mínimo para ser una sala de envasado, sin embargo, las operaciones de transporte resultan ser de alta importancia por causa de los volúmenes que se manejan, esto sin contar con que la materia prima se traslada a través de tuberías.

OPERACIÓN	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO	TRANSPORTE	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES
○	□	▽	⇒	RECEPCION DE MATRIAS PRIMAS EN TANQUES PARA MEZCLA
○	■	▽	⇒	INSPECCION DE CUMPLIMIENTO DE PARAMETROS
●	□	▽	⇒	PREPARACION DE LA MEZCLA SEGÚN MANUAL
○	□	▽	⇒	BOMBEO DE LA MEZCLA AL ALIMENTADOR DE LINEA
●	■	▽	⇒	LLENADO AUTOMATICO DE BOTELLAS CON CONTROL DE CALIDAD
●	□	▽	⇒	TAPADO Y ETIQUETADO DE LA BOTELLA
○	■	▽	⇒	CONTROL DE CALIDAD Y LIMPIEZA DE LA BOTELLA
●	□	▽	⇒	ENCARTONADO
●	□	▽	⇒	PALETIZADO
○	□	▽	⇒	TRASLADO A BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO
●	□	▽	⇒	CONTEO DE CAJAS
○	□	▽	⇒	TRASLADO A ALMACEN CENTRAL
6	3	1	3	TOTALES

Figura 12. Diagrama de operaciones de envasado
Fuente: (DANEC, 2014)

Es un hecho que las operaciones que se desarrollan en la sala de envase se relacionan principalmente con la manipulación y transporte de los productos. Es importante recalcar que la calidad cumple un papel fundamental durante el proceso, ya que la conformidad del cliente al recibir su producto, es directamente proporcional al trato que el mismo recibe durante la etapa de almacenamiento y transporte, e inclusive; depende también del almacén en donde permanece hasta ser trasladado al siguiente eslabón de la cadena.

El flujo de las operaciones (Figura 13) no difiere del resto de secciones de la fábrica. Se recibe la materia prima desde la refinería, se aprueba por control de calidad, se procede a colocar el producto dentro de un contenedor para proceder a paletizar. El almacenamiento es la etapa final como manufactura y el inicio del proceso de distribución.

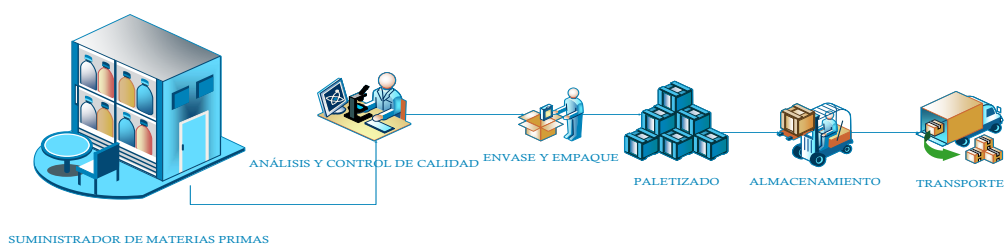


Figura 13. Flujograma de operaciones línea de envase

Uno de los principales puntos críticos de control que el ingeniero a cargo del proyecto de extensión de la línea de envase debe considerar, es la distancia a la cual se dispongan los tanques de recepción de materias primas desde la planta de refinería; esto por el costo de la instalación y el montaje de las líneas, principalmente de acero inoxidable que servirán básicamente para el transporte del aceite.

4.1.1. DIAGNÓSTICO DE LA LÍNEA DE ENVASE

Según el informe histórico de ventas de la compañía, se presentan las siguientes cantidades, expresadas en kilogramos procesados al año por cada uno de los equipos durante el periodo 2015 en la tabla 1.

Tabla 1. Histórico de ventas en Kg/año

Máquina	Kg/Año 2015
PREPAC	74 318 155.58
AUSERE	3 110 992.56
KARAT	4 661 530.04
CHORROS	34 239 708.91
Total	116 330 387.10

Se sabe que estas cantidades de procesamiento están alcanzando la capacidad nominal de cada equipo según la relación del histórico de producción vendida en el año 2015 (Tabla 1) con los estándares de capacidad nominal presentados por el departamento de producción, por lo que se realizó un pronóstico con un promedio móvil simple, para evaluar cuantitativamente si durante los próximos 5 años, la línea de envase presentará brechas

considerables que justifiquen la compra de más maquinaria, conforme vaya aumentando la demanda del mercado.

Para cada una de las máquinas PrePac, se realizó este análisis por cada una de las 6 que existen actualmente. En la tabla 2 se expresa la demanda de cada año pronosticado, en cajas por presentación de las distintas máquinas existentes; ya que cada una ofrece una presentación fija y diferente.

Tabla 2. Pronóstico de demanda de cajas por presentación al año.

cajas	PREPAC#1	PREPAC#2	PREPAC#3	PREPAC#4	PREPAC#5	PREPAC#6
PRESENTACIÓN EN cc	1 000	750	500	400	400	250
año -1	704 482	391 378	1 565 515	1 761 205	1 761 205	1 761 205
año 0	733 835	407 686	1 630 745	1 834 588	1 834 588	1 834 588
año 1	764 411	424 673	1 698 693	1 911 029	1 911 029	1 911 029
año 2	796 262	442 368	1 769 472	1 990 656	1 990 656	1 990 656
año 3	829 440	460 800	1 843 200	2 073 600	2 073 600	2 073 600
año 4	864 000	480 000	1 920 000	2 160 000	2 160 000	2 160 000
año 5	889 920	494 400	1 977 600	2 224 800	2 224 800	2 224 800

La suma de todas ellas se globaliza en la tabla 3; misma que expone la cantidad total en cajas por cada año y su correspondiente cantidad en kilogramos procesados/año del total de las 6 máquinas PrePac que existen en la actualidad.

Tabla 3. Pronóstico de la demanda total en cajas/año de las máquinas PrePac

Pronóstico		
Año	Caja/Año	Kg/Año
2 015	7 944 992	74 318 155.58
2 016	8 276 033	77 414 745.40
2 017	8 620 868	80 640 359.79
2 018	8 980 070	84 000 374.78
2 019	9 354 240	87 500 390.40
2 020	9 744 000	91 146 240.00
2 021	10 036 320	93 880 627.20

Para el resto de equipos; al tener la capacidad de producir varias presentaciones a diferencia de las máquinas PrePac, se ha considerado para

el análisis, a la presentación de mayor volumen; con el objetivo de maximizar la utilización de la maquinaria.

Para la llenadora de botellas Ausere, se muestran los datos del pronóstico de producción de la presentación botella litro, en cajas al año (tabla 4), para los 5 años provenientes; junto con su respectiva correspondencia en kilogramos.

Tabla 4. Pronóstico de la demanda total en botella de 1 000cc en la llenadora Ausere.

Pronóstico		
Año	Caja/Año	Kg/Año
2 015	281 793	3 110 992.56
2 016	293 534	3 240 617.25
2 017	305 765	3 375 645.97
2 018	318 505	3 516 294.76
2 019	331 776	3 662 807.04
2 020	345 600	3 915 424.00
2 021	355 968	3 968 040.96

De igual manera se realizó el pronóstico de producción para la llenadora Karat en su presentación máxima de 2 000 cc como se puede apreciar a continuación en la tabla 5.

Tabla 5. Pronóstico de la demanda total en botella de 2 000cc en la llenadora Karat.

Pronóstico		
Año	Caja/Año	Kg/Año
2 015	211 120	4 661 530.04
2 016	222 232	4 906 873.73
2 017	233 928	5 165 130.24
2 018	246 240	5 436 979.20
2 019	259 200	5 723 136.00
2 020	266 976	5 894 830.08
2 021	274 985	6 071 674.98

Así mismo, continuando con el análisis del resto de equipos; para el caso de la línea de chorros de llenado al granel cuya máxima presentación es 200 kg se muestran los cálculos en la tabla 6.

Tabla 6. Pronóstico de la demanda total en tambor de 200 kg de la línea al granel.

Pronóstico		
Año	Caja/Año	Kg/Año
2 015	171 199	34 239 709
2 016	187 332	35 666 363
2 017	185 762	37 152 462
2 018	193 502	38 700 481
2 019	201 565	10 313 001
2 020	209 964	41 992 710
2 021	216 262	43 252 491

Según el estándar de producción de la mayor presentación de cada maquinaria medido en Kg/año y el historial de producción vendida en el año 2015 (año -1) que se muestra en la tabla 1. Se puede afirmar que todavía existe una brecha considerable entre la capacidad utilizada versus la capacidad nominal, es decir la capacidad máxima de cada máquina para ese periodo. De igual manera se puede evidenciar según los pronósticos de cada maquinaria, que para el año 2016 (año 0) también existe una brecha de capacidad que indica no ser considerable, una expansión para ese periodo; es decir que la capacidad con la que se cuenta, deberá satisfacer la demanda de ese periodo.

Sin embargo se realizó el análisis para los 5 años futuros, y debido la demanda creciente del mercado, se demuestra que en los próximos años, las líneas de envasado se verán seriamente afectadas y con restricción de flujos en el proceso, aun cuando se quiera continuar produciendo, el desabastecimiento es inminente.

El diseño de las instalaciones debe contemplar, un espacio óptimo para toda la producción que se tiene pensado realizar en promedio por cada periodo con el plan que se haya descrito, teniendo un colchón que permita buena holgura frente a posibles retrasos del producto. Para este análisis se ha considerado prudente un colchón de capacidad del 15 % del total.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE EXPANSIÓN

Gracias a la información prestada en las tablas 3, 4, 5 y 6 se ha identificado la necesidad de extender la línea de envase y empaque, a través del cálculo de número de máquinas necesarias para satisfacer la demanda que se aprecia en el pronóstico de cada periodo; de tal manera que para el año 2021 se logre cumplir con una capacidad de procesamiento mínima de 147 172 834.1 kilogramos al año.

La propuesta debe estar encaminada al aprovechamiento total del espacio físico en donde se puedan ubicar con holgura, nuevas maquinarias para extender la capacidad del llenado.

Realizando el cálculo del número de máquinas necesarias para satisfacer la demanda futura se obtuvo lo siguiente:

En la tabla 7 se puede observar el número de máquinas necesarias para la producción según los pronósticos previamente detallados. Como es de esperar, durante el presente año es decir el año cero; una máquina PrePac para cada presentación es suficiente; sabiendo que la producción no llega a alcanzar la capacidad nominal de los equipos.

Tabla 7. Cálculo del número de máquinas PrePac estimadas

	PREPAC#1	PREPAC#2	PREPAC#3	PREPAC#4	PREPAC#5	PREPAC#6
PRESENTACIÓN EN cc	1 000	750	500	400	400	250
número de máquinas necesarias año 0	1	1	1	1	1	1
número de máquinas necesarias año 1	2	2	2	1	1	1
número de máquinas necesarias año 2	2	2	2	1	1	1
número de máquinas necesarias año 3	2	2	2	1	1	1
número de máquinas necesarias año 4	2	2	2	1	1	1
número de máquinas necesarias año 5	2	2	2	2	1	1

Sin embargo, se puede prever que para el año 2017 y según la estimación de la producción, se visualiza la necesidad de un aumento de una unidad para cada presentación 500, 750 y 1 000 cm³. Para una de las dos máquinas que realizan la presentación de 400cc se requiere el aumento de una máquina

más durante el año 2021, mientras que para la presentación de 250 cm³ se considera innecesario acrecentar la capacidad de producción.

El mismo análisis se lo puede encontrar para la llenadora Ausere en la tabla 8. Se puede notar que se ha realizado el cálculo, únicamente para la mayor presentación es decir 1 000 cm³ puesto que es la presentación con más consumo de aceite en relación al resto de referencias que puede producir esta máquina.

Tabla 8. Cálculo del número de máquinas Ausere estimadas.

	AUSERE
PRESENTACIÓN EN cc	1 000
número de máquinas necesarias año 0	1
número de máquinas necesarias año 1	2
número de máquinas necesarias año 2	2
número de máquinas necesarias año 3	2
número de máquinas necesarias año 4	2
número de máquinas necesarias año 5	2

Tal como se aprecia en el año 1 (2017) hará falta una unidad más para satisfacer la demanda desde ese periodo en adelante.

En la tabla 9 se puede encontrar el cálculo del número de máquinas necesarias para la llenadora Karat.

El análisis demuestra que para el año 4 (2020), será necesario contar con la capacidad de una máquina extra del tipo Karat si se desea suplir la demanda de ese año y del resto de años hasta el 5to según el análisis planteado.

Tabla 9. Cálculo del número de máquinas Karat estimadas.

	Karat
PRESENTACIÓN EN cc	2000
número de máquinas necesarias año 0	1
número de máquinas necesarias año 1	1
número de máquinas necesarias año 2	1
número de máquinas necesarias año 3	1
número de máquinas necesarias año 4	2
número de máquinas necesarias año 5	2

En la tabla 10 podremos encontrar el cálculo del número de máquinas necesarias para la línea de chorros de llenado al granel, donde se muestra necesario adquirir un sistema de chorros al granel a partir del año 4.

Tabla 10. Cálculo de número de sistemas llenadores al granel estimados.

	Chorros al granel
PRESENTACIÓN EN Kg	200
número de máquinas necesarias año 0	1
número de máquinas necesarias año 1	1
número de máquinas necesarias año 2	1
número de máquinas necesarias año 3	1
número de máquinas necesarias año 4	2
número de máquinas necesarias año 5	2

4.3. ESTABLECIMIENTO DE ALTERNATIVAS

El siguiente paso es trazar planes alternativos para enfrentar el déficit de capacidad que se divisa con la proyección de pronósticos presentada para los 5 años provenientes futuros y la evidente necesidad del aumento del número de máquinas que puede observar en las tablas 7, 8, 9 y 10.

4.3.1. CASO BASE

La primera alternativa que se sugiere es la más conservadora y se denomina “caso base”. Esta consiste en permanecer con la capacidad actual al mismo ritmo de producción y simplemente perder los pedidos adicionales que se vayan generando y rebasen la capacidad actual; de cualquier forma el caso base es una alternativa que nos permitirá comparar la recesión versus cualquier otra alternativa diferente.

4.3.2. CASO EXPANSIÓN

La segunda alternativa que se presenta, mantiene una tendencia expansionista. Se trata de realizar la inversión necesaria para adquirir nueva maquinaria y con esta, destinar un área adecuada para su instalación.

En este caso, las operaciones se podrían trasladar del espacio físico actual, hacia uno nuevo y con nueva maquinaria; más todos los gastos que la extensión implica.

4.4. ANÁLISIS DE LA MEJOR PROPUESTA

Para deliberar cual es la mejor propuesta se practicó un análisis tomando consideraciones cuantitativas que evaluarán los datos presentados.

Para ello se estimarán los flujos de efectivo en el horizonte de tiempo pronosticado. El análisis se lo practicó para cada una de las máquinas existentes, ya que en cada una de ellas, varía el año en que se detecta la necesidad de capacidad y se sugiere realizar una inversión para acrecentarla; así mismo, la utilidad que cada presentación arroja varía por los costos de los suministros necesarios para su realización.

Es así como se presenta en la tabla 11 la información necesaria para efectuar el cálculo.

Tabla 11. Información para el cálculo de flujos de efectivo.

Nombre del equipo	PREPAC 1
presentación	1 000 cc
costo del equipo	\$ 180 000.00
precio promedio del producto	\$ 1.10
costos fijos	50 %
costos variables	40 %
Utilidad (%) antes de impuestos	10 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.11

Para la máquina PrePac #1 cuya presentación es de 1 000 centímetros cúbicos se sabe que tiene un costo aproximado de \$ 180 000.00 según la información presentada por el jefe de planta.

La información del precio por unidad se obtuvo del departamento de ventas, sin embargo es un aproximado que depende de la temporada.

Adicionalmente se detalla el margen de utilidad antes de impuestos. Esta cifra se obtuvo al determinar; que del precio de cada unidad; el 40% cubre los costos variables y el 50% los costos fijos.

La tabla 12 presenta el flujo del efectivo como tal, previsto para los cinco años futuros, comparándolos con el caso base.

Tabla 12. Flujos de efectivo PrePac#1

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Flujo de efectivo	# de máquinas adicionales
AÑO 0	11 007 531	0	11 007 531	\$ 1 210 828.46	0
AÑO 1	11 466 179	11 007 531	458 647	\$ 50 451.19	1
AÑO 2	11 943 936	11 007 531	936 405	\$ 103 004.50	1
AÑO 3	12 441 600	11 007 531	1 434 069	\$ 157 747.54	1
AÑO 4	12 960 000	11 007 531	1 952 469	\$ 214 771.54	1
AÑO 5	13 348 800	11 007 531	2 341 269	\$ 257 539.54	1

Para la realización de esta tabla se utilizó el pronóstico de unidades producidas desde el año cero hasta el año 5 (pronóstico de cajas/año multiplicado por el número de unidades por caja).

La columna del caso base comienza a actuar desde el año 1, en relación a la columna de número de máquinas adicionales calculadas, donde indica que el año 1 es el año en el que el pronóstico de la demanda supera la capacidad nominal del equipo actual y se sugiere realizar la compra de una máquina adicional si se desea afrontar la demanda creciente.

Por supuesto, si se trata de un caso base, no se realizará la compra de la máquina nueva como se sugiere; por lo tanto, no se acrecentará la capacidad y la producción deberá mantener el ritmo de la capacidad máxima actual disponible.

La columna diferencia indica la resta entre producir con la capacidad actual, es decir caso base y la producción que se podría realizar para satisfacer la demanda creciente que se pronostica en la segunda columna.

El flujo de efectivo se visualiza en la columna 5. La primera fila es el resultado de no hacer nada durante el año cero; año en el cual la capacidad estándar o nominal todavía puede satisfacer la demanda pronosticada, por lo cual no se requiere ninguna máquina adicional, este valor es igual a la cantidad pronosticada multiplicada por la utilidad antes de impuestos lo cual se traduce en ganancia.

Para los años 1, 2, 3, 4 y 5 se calculó el producto entre la diferencia y el valor de utilidad antes de impuestos, lo cual viene a ser el total de dinero que se deja de ganar con la alternativa del caso base.

La misma información requerida para realizar el cálculo de flujos de efectivo de la PrePac#2 se presenta en la tabla 13.

Tabla 13. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac#2

Nombre del equipo	PREPAC 2
presentación	750 cc
costo del equipo	\$ 90 600.00
precio promedio del producto	\$ 0.90
costos fijos	50 %
costos variables	40 %
Utilidad (%) antes de impuestos	10 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.09

El costo del equipo PrePac#2 es de aproximadamente \$ 90 600.00 según la información prestada por la empresa, el valor de la presentación de 750 centímetros cúbicos es de \$ 0.90 centavos de dólar, por lo que se tiene un valor de utilidad antes de impuestos de \$ 0.09 centavos de dólar

La tabla 14 presenta el mismo análisis que la tabla 12, pero para la máquina PrePac#2.

El flujo de efectivo es similar ya que se estima la necesidad de una nueva máquina desde el año 1 en adelante hasta el 5to año de este análisis.

Tabla 14. Flujos de efectivo PrePac#2

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Flujo de efectivo	# de máquinas adicionales
AÑO 0	9 784 472	0	9 784 472	\$ 880 602.51	0
AÑO 1	10 192 159	9 784 472	407 686	\$ 36 691.77	1
AÑO 2	10 616 832	9 784 472	832 360	\$ 74 912.37	1
AÑO 3	11 059 200	9 784 472	1 274 728	\$ 11 725.49	1
AÑO 4	11 520 000	9 784 472	1 735 528	\$ 156 197.49	1
AÑO 5	11 865 600	9 784 472	2 081 128	\$ 187 301.49	1

La Tabla 15 presenta la información para el caso de la maquina PrePac#3, cuyo costo aproximado es de \$60 800.00 dólares americanos.

La presentación que ofrece esta máquina es de 500 centímetros cúbicos.

Tabla 15. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac#3

Nombre del equipo	PREPAC 3
presentación	500 cc
costo del equipo	\$ 60 800.00
precio promedio del producto	\$ 0.65
costos fijos	50 %
costos variables	40 %
Utilidad (%) antes de impuestos	10 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.07

La Tabla 16 presenta el análisis del flujo de efectivo para la máquina PrePac número 3, en la que se estima una máquina adicional desde el año 1, al igual que las 2 anteriores.

Tabla 16. Flujos de efectivo PrePac#3

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Flujo de efectivo	# de máquinas adicionales
AÑO 0	39 137 889	0	39 137 889	\$2 543 962.82	0
AÑO 1	40 768 635	39 137 889	1 630 745	\$ 105 998.45	1
AÑO 2	42 467 328	39 137 889	3 329 439	\$ 216 413.50	1
AÑO 3	44 236 800	39 137 889	5 098 911	\$ 331 429.18	1
AÑO 4	46 080 000	39 137 889	6 942 111	\$ 451 237.18	1
AÑO 5	47 462 400	39 137 889	8 324 511	\$ 541 093.18	1

En la tabla 17 se encuentran los datos para el cálculo de flujos de efectivo para la máquina PrePac #4, cuyo costo es de \$ 55 000.00 dólares americanos. La presentación que ofrece la máquina PrePac#4 es de 400 centímetros cúbicos.

Tabla 17. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac#4

Nombre del equipo	PREPAC 4
presentación	400 cc
costo del equipo	\$ 55 000.00
precio promedio del producto	\$ 0.50
costos fijos	50 %
costos variables	40 %
Utilidad (%) antes de impuestos	10 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.05

Se puede apreciar un resultado diferente según la tabla 18, esta expresa que no se necesita ninguna máquina adicional, sino hasta el año 5; en donde se calcula de igual manera el flujo de efectivo.

Tabla 18. Flujos de efectivo PrePac #4

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Flujo de efectivo	# de máquinas adicionales
AÑO 0	44 030 126	0	44 030 126	\$ 2 201 506.28	0
AÑO 1	45 864 714	0	45 864 714	\$ 2 293 235.71	0
AÑO 2	47 775 744	0	47 775 744	\$ 2 388 787.20	0
AÑO 3	49 766 400	0	49 766 400	\$ 2 488 320.00	0
AÑO 4	51 840 000	0	51 840 000	\$ 2 592 000.00	0
AÑO 5	53 395 200	44 030 126	9 365 074	\$ 468 253.72	1

La tabla 19 muestra los datos para calcular el flujo de efectivo en la máquina PrePac #5 cuyo costo es de \$ 55 000.00 dólares americanos aproximadamente según la información prestada por la empresa.

La cantidad en centímetros cúbicos que este sistema ofrece en cada una de las presentaciones que produce es de 400 cc al igual que la PrePac#4 por lo que su costo es igual.

Tabla 19. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac #5.

Nombre del equipo	PREPAC 5
presentación	400 cc
costo del equipo	\$ 55 000.00
precio promedio del producto	\$ 0.50
costos fijos	50 %
costos variables	40 %
Utilidad (%) antes de impuestos	10 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.05

En el análisis que se ha realizado, se presenta un caso similar para la PrePac# 5, en la cual; la tabla 20 detalla que en ningún año se necesitará realizar la compra de máquinas adicionales, lo que significa que con la capacidad actual se puede abastecer el mercado sin problema.

En estos resultados anuales, la ganancia será igual en las 2 alternativas propuestas ya que al no haber alteración de la capacidad actual, el flujo de efectivo obedece al pronóstico anual.

Tabla 20. Flujos de efectivo PrePac #5.

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Flujo de efectivo	# de máquinas adicionales
AÑO 0	44 030 126	0	44 030 126	\$ 2 201 506.28	0
AÑO 1	45 864 714	0	45 864 714	\$ 2 293 235.71	0
AÑO 2	47 775 744	0	47 775 744	\$ 2 388 787.20	0
AÑO 3	49 766 400	0	49 766 400	\$ 2 488 320.00	0
AÑO 4	51 840 000	0	51 840 000	\$ 2 592 000.00	0
AÑO 5	53 395 200	0	53 395 200	\$ 2 669 760.00	0

La tabla 21 ofrece la información necesaria para el cálculo de los flujos de efectivo de la maquina PrePac#6 cuyo costo es de \$ 49 500.00 dólares americanos, según la información proporcionada por el departamento de producción.

La presentación que ofrece esta última máquina del proveedor PrePac, es de 250 centímetros cúbicos. La cual arroja una utilidad antes de impuestos de \$0.04 centavos de dólar con la venta de cada unidad.

Tabla 21. Información para el cálculo de flujos de efectivo PrePac #6.

Nombre del equipo	PREPAC 6
presentación	250 cc
costo del equipo	\$ 49 500.00
precio promedio del producto	\$ 0.40
costos fijos	50 %
costos variables	40 %
Utilidad (%) antes de impuestos	10 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.04

Ciertamente la Tabla 22 indica que en ninguno de los años se ha de necesitar la adquisición de otra máquina adicional a la actual.

Tabla 22. Flujos de efectivo PrePac #6.

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Flujo de efectivo	# de máquinas adicionales
AÑO 0	44 030 126	0	44 030 126	\$ 1 761 205.03	0
AÑO1	45 864 714	0	45 864 714	\$ 1 834 588.57	0
AÑO 2	47 775 744	0	47 775 744	\$ 1 911 029.76	0
AÑO 3	49 766 400	0	49 766 400	\$ 1 990 656.00	0
AÑO 4	51 840 000	0	51 840 000	\$ 2 073 600.00	0
AÑO 5	53 395 200	0	53 395 200	\$ 2 135 808.00	0

En la tabla 23, se muestra el detalle de la información de costo de la maquina llenadora de botellas del proveedor Ausere.

Adicionalmente se realiza el análisis de utilidad antes de impuestos para la presentación de 1 000 centímetros cúbicos.

Tabla 23. Información para el cálculo de flujo de efectivo llenadora Ausere.

Nombre del equipo	AUSERE
presentación	1 000 cc
costo del equipo	\$ 118 700.00
precio promedio del producto	\$ 1.30
costos fijos	35 %
costos variables	60 %
Utilidad (%) antes de impuestos	5 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.07

La Tabla 24 indica el flujo de efectivo de la máquina Ausere. De la misma manera, se expresa en la última de las columnas que para el año 1 se requerirá de la capacidad de una máquina Ausere adicional.

Tabla 24. Flujos de efectivo llenadora Ausere.

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Ganancias	# de máquinas adicionales
AÑO 0	3 522 410	0	3 522 410	\$ 228 956.65	0
AÑO 1	3 669 177	3 522 410	146 767	\$ 9 539.86	1
AÑO 2	3 822 060	3 522 410	299 649	\$ 19 477.22	1
AÑO 3	3 981 312	3 522 410	458 902	\$ 29 828.63	1
AÑO 4	4 147 200	3 522 410	624 790	\$ 40 611.35	1
AÑO 5	4 271 616	3 522 410	749 206	\$ 48 698.39	1

En la tabla 25 se muestra el costo de la máquina Karat el cual es de \$ 70 800.00 según la información prestada por la fábrica, adicionalmente se

presenta la utilidad antes de impuestos de la referencia de 2 000 centímetros cúbicos, la cual es de \$ 0.13 centavos de dólar.

Tabla 25. Información para el cálculo del flujo de efectivo llenadora Karat.

Nombre del equipo	KARAT
presentación	2 000 cc
costo del equipo	\$ 70 800.00
precio promedio del producto	\$ 1.90
costos fijos	28 %
costos variables	65 %
Utilidad (%) antes de impuestos	7 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 0.13

Para cada uno de los años pronosticados se muestra el flujo de efectivo de la máquina Karat, si se contara con la capacidad de producción de una máquina adicional (Tabla 26).

Tabla 26. Flujos de efectivo llenadora Karat.

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Ganancias	# de máquinas adicionales
AÑO 0	2 666 779	0	2 666 779	\$ 354 681.63	0
AÑO 1	2 807 136	0	2 807 136	\$ 373 349.09	0
AÑO 2	2 954 880	0	2 954 880	\$ 392 999.04	0
AÑO 3	3 110 400	0	3 110 400	\$ 413 683.20	0
AÑO 4	3 203 712	2 666 779	536 933	\$ 71 412.06	1
AÑO 5	3 299 823	2 666 779	633 044	\$ 84 194.87	1

Finalmente para la Tabla 27 se utilizó la información prestada por el departamento de producción, el cual manifestó que el precio aproximado del sistema de llenado al granel en chorros puede ser de \$ 30 000.00 dólares americanos. La presentación máxima de este sistema es de 200 kg.

Tabla 27. Información para el cálculo del flujo de efectivo línea de granel.

Nombre del equipo	CHORROS
presentación	200 kg
costo del equipo	\$ 30 000.00
precio promedio del producto	\$ 220.00
costos fijos	70 %
costos variables	20 %
Utilidad (%) antes de impuestos	10 %
Utilidad antes de impuestos	\$ 22.00

La Tabla 28, detalla el flujo de efectivo de la línea al granel cuando se incrementa la capacidad con un nuevo sistema adicional a partir del 4to año

Tabla 28. Flujos de efectivo línea de granel.

	Pronóstico (un)	caso base	Diferencia	Ganancias	# de máquinas adicionales
AÑO 0	165 600	0	165 600	\$ 3 643 200.00	0
AÑO 1	185 762	0	185 762	\$ 4 086 770.81	0
AÑO 2	193 502	0	193 502	\$ 4 257 052.93	0
AÑO 3	201 565	0	201 565	\$ 4 434 430.13	0
AÑO 4	209 964	165 600	44 364	\$ 975 998.06	1
AÑO 5	216 262	165 600	50 662	\$ 1 114 574.00	1

Si bien es cierto que en el caso base se puede reaccionar sin necesidad de hacer ninguna inversión; conforme se presenten los pedidos de trabajo que llegasen a superar la capacidad nominal de producción de cada maquinaria, se podrá compensar el déficit de dicha capacidad de alguna otra manera, por ejemplo: minimizando los cambios de formato para reducir tiempos de preparación, o reduciendo el tiempo destinado para el mantenimiento de la maquinaria; con el riesgo de presentarse daños que incurran en mayor tiempo perdido para un mantenimiento correctivo e inclusive es posible maquilar los pedidos que no se alcancen a cubrir. De cualquier forma, la alternativa expansionista se muestra como la más rentable en la mayoría de los análisis.

4.4.1. PROPUESTA DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Para el presente estudio se ha considerado contrastar las dos alternativas propuestas; y de esta forma, poder tomar la decisión mayormente favorable.

Se entiende en la tabla 29 que durante cada año si no se aumenta la capacidad como en el caso base, lo máximo que puede alcanzar la producción es igual al valor de utilidad antes de impuestos, multiplicado por la capacidad nominal del equipo actual, dejando de ganar lo que se ha pronosticado que se tendrá como demanda en cada año.

Tabla 29. Punto de decisión PrePac #1

	PREPAC 1			
	caso base		caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 1 210 828.46	\$ 0	\$ 1 030 828.46	\$ 180.000,00
AÑO 1	\$ 1 210 828.46	\$ 50 451.19	\$ 1 261 279.64	\$
AÑO 2	\$ 1 210 828.46	\$ 103 004.50	\$ 1 313 832.96	\$
AÑO 3	\$ 1 210.828.46	\$ 157 747.54	\$ 1 368 576.00	\$
AÑO 4	\$ 1 210 828.46	\$ 214 771.54	\$ 1 425 600.00	\$
AÑO 5	\$ 1 210 828.46	\$ 257 539.54	\$ 1 468 368.00	\$
	\$ 7 264 970.74	\$ 783 514.32	\$ 7.868.485.06	\$ 180 000.00

Por el contrario, para el caso de expansión se obtendrá como ganancia al producto entre el valor de utilidad antes de impuestos de cada referencia y el pronóstico de unidades demandadas en cada año respectivamente, lo que se deja de ganar únicamente es la inversión de la maquinaria durante el año 0, misma que se paga durante el primer año.

En la primera casilla de la segunda columna del caso expansión, se refleja el valor neto obtenido después de descontar el total de inversión.

En la Tabla 30 se totalizan los resultados para el caso base y expansión; de esta manera se puede sintetizar el análisis facilitando la toma de decisiones.

Tabla 30. Punto de decisión PrePac #2.

	PREPAC 2			
	caso base		caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 880 602.51	-	\$ 790 002.51	\$ 90 600.00
AÑO 1	\$ 880 602.51	\$ 36 691.77	\$ 917 294.28	-
AÑO 2	\$ 880 602.51	\$ 74 912.37	\$ 955 514.88	-
AÑO 3	\$ 880 602.51	\$ 114 725.49	\$ 995 328.00	-
AÑO 4	\$ 880 602.51	\$ 156 197.49	\$ 1 036 800.00	-
AÑO 5	\$ 880 602.51	\$ 187 301.49	\$ 1 067 904.00	-
	\$ 5 283 615.08	\$ 569 828.60	\$ 5.762.843.68	\$ 90 600.00

La Tabla 31, dispone el resumen de los totales para el caso base y expansión respectivamente, en donde con claridad se puede apreciar que la mejor alternativa a escoger se detalla en el caso expansión, en el cual pronostica una ganancia de 16 millones de dólares durante los 5 años provenientes.

En contraste para el caso base, únicamente se pronostica ganar 15 millones de dólares sin hacer ninguna inversión y utilizando solo la capacidad actual.

Para el caso expansión se debe invertir únicamente en la compra de la maquinaria.

Para el caso base de no hacer nada, simplemente se deja de ganar \$ 1 646 171.50 dólares.

Por lo que se concluye que la alternativa del caso expansión le lleva mayor ventaja a la alternativa conservadora de no hacer ninguna inversión

Tabla 31. Punto de decisión PrePac #3.

PREPAC 3				
caso base			caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 2 543 962.82	\$ -	\$ 2 483 162.82	\$ 60 800.00
AÑO 1	\$ 2 543 962.82	\$ 105 998.45	\$ 2 649 961.27	\$
AÑO 2	\$ 2 543 962.82	\$ 216 413.50	\$ 2 760 376.32	\$
AÑO 3	\$ 2 543 962.82	\$ 331 429.18	\$ 2 875 392.00	\$
AÑO 4	\$ 2 543 962.82	\$ 451 237.18	\$ 2 995 200.00	\$
AÑO 5	\$ 2 543 962.82	\$ 541 093.18	\$ 3 085 056.00	\$
	\$ 15 263 776.90	\$ 1 646 171.50	\$ 16 849 148.40	\$ 60 800.00

La Tabla 32, dispone el resumen de los totales para el caso base y expansión respectivamente, en donde con claridad se puede apreciar que tanto la alternativa de expansión, como la conservadora son similares en cuanto a ganancia obtenida, aproximadamente 14 millones de dólares durante los 5 años. La gran diferencia radica en la cantidad de dinero que se deja de ganar en las 2 alternativas.

Tabla 32. Punto de decisión PrePac #4.

PREPAC 4				
caso base			caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 2 201 506.28	\$ -	\$ 2 201 506.28	\$ -
AÑO 1	\$ 2 293 235.71	\$ -	\$ 2 293 235.71	\$ -
AÑO 2	\$ 2 388 787.20	\$ -	\$ 2 388 787.20	\$ -
AÑO 3	\$ 2 488 320.00	\$ -	\$ 2 488 320.00	\$ -
AÑO 4	\$ 2 592 000.00	\$ -	\$ 2 537 000.00	\$ 55 000.00
AÑO 5	\$ 2 592 000.00	\$ 468 253.72	\$ 2 669 760.00	\$ -
	\$ 14 555 849.20	\$ 468 253.72	\$ 14 578 609.20	\$ 55 000.00

Se concluye que la alternativa del caso expansión le lleva mayor ventaja a la alternativa conservadora de no hacer ninguna inversión

La Tabla 33, dispone el resumen de los totales para el caso base y expansión respectivamente, en donde con claridad se puede apreciar que tanto la alternativa de expansión, como la conservadora son iguales en términos de ganancia obtenida, aproximadamente 14 millones de dólares durante los 5 años. La cantidad de dinero que se deja de ganar en las 2 alternativas es nula.

Tabla 33. Punto de decisión PrePac #5.

PREPAC 5				
caso base		caso expansión		
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 2 201 506.28	\$ -	\$ 2 201 506.28	\$ -
AÑO 1	\$ 2 293 235.71	\$ -	\$ 2 293 235.71	\$ -
AÑO 2	\$ 2 388 787.20	\$ -	\$ 2 388 787.20	\$ -
AÑO 3	\$ 2 488 320.00	\$ -	\$ 2 488 320.00	\$ -
AÑO 4	\$ 2 592 000.00	\$ -	\$ 2 592 000.00	\$ -
AÑO 5	\$ 2 669 760.00	\$ -	\$ 2 669 760.00	\$ -
	\$ 14 633 609.20	\$ -	\$ 14 633 609.20	\$ -

La Tabla 34, dispone el resumen de los totales para el caso base y expansión respectivamente.

Con claridad se puede apreciar que tanto la alternativa de expansión, como la conservadora son iguales en términos de ganancia obtenida, aproximadamente 11 millones de dólares durante los 5 años.

La cantidad de dinero que se deja de ganar en las 2 alternativas es nula. Esto se debe a que en ninguno de los 5 años pronosticados se ve necesario adquirir otra maquinaria adicional, de este modo ambas alternativas son exactamente iguales

Tabla 34. Punto de decisión PrePac #6.

PREPAC 6				
	caso base		caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 1 761 205.03	\$ -	\$ 1 761 205.03	\$ -
AÑO 1	\$ 1 834 588.57	\$ -	\$ 1 834 588.57	\$ -
AÑO 2	\$ 1 911 029.76	\$ -	\$ 1 911 029.76	\$ -
AÑO 3	\$ 1 990 656.00	\$ -	\$ 1 990 656.00	\$ -
AÑO 4	\$ 2 073 600.00	\$ -	\$ 2 073 600.00	\$ -
AÑO 5	\$ 2 135 808.00	\$ -	\$ 2 135 808.00	\$ -
	\$ 11 706 887.36	\$ -	\$ 11 706 887.36	\$ -

La Tabla 35, dispone el resumen de los totales para el caso base y expansión respectivamente de la máquina Ausere. Con claridad se puede apreciar que la alternativa de expansión resulta ser más conveniente que la alternativa conservadora.

La cantidad de dinero que se deja de ganar en las 2 alternativas sigue siendo mayor para el caso base, considerando que la única inversión que se necesita para el caso expansión es la compra de la maquinaria.

Tabla 35. Punto de decisión llenadora Ausere.

AUSERE				
	caso base		caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 228 956.65	\$ -	\$ 110 256.65	\$ 118 700.00
AÑO 1	\$ 228 956.65	\$ 9 539.86	\$ 238 496.51	\$ -
AÑO 2	\$ 228 956.65	\$ 19 477.22	\$ 248 433.87	\$ -
AÑO 3	\$ 228 956.65	\$ 29 828.63	\$ 258 785.28	\$ -
AÑO 4	\$ 228 956.65	\$ 40 611.35	\$ 269 568.00	\$ -
AÑO 5	\$ 228 956.65	\$ 48 698.39	\$ 277 655.04	\$ -
	\$ 1 373 739.92	\$ 148 155.44	\$ 1 403 195.36	\$ 118.700,00

La Tabla 36, dispone el resumen de los totales para el caso base y expansión respectivamente de la máquina llenadora Karat.

Con claridad se puede apreciar que la alternativa de expansión resulta ser más conveniente que la alternativa conservadora.

La cantidad de dinero que se deja de ganar en las 2 alternativas es mucho mayor para la alternativa del caso base, considerando que la única inversión que se necesita para el caso expansión es la compra de la maquinaria.

Tabla 36. Punto de decisión llenadora Karat.

	KARAT			
	caso base		caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$354 681.63	\$-	\$354 681.63	\$-
AÑO 1	\$373 349.09	\$-	\$373 349.09	\$-
AÑO 2	\$392 999.04	\$-	\$392 999.04	\$-
AÑO 3	\$413 683.20	\$-	\$342 883.20	\$70 800.00
AÑO 4	\$413 683.20	\$71 412.06	\$426 093.70	\$-
AÑO 5	\$413 683.20	\$84 194.87	\$438 876.51	\$-
	\$2 362 079.36	\$155 606.94	\$2 328 883.16	\$70 800.00

La Tabla 37, dispone del resumen de los totales para el caso base y expansión respectivamente de la línea llenadora de chorros al granel.

Con claridad se puede apreciar que la alternativa de expansión y la alternativa conservadora resultan ser similares en cuanto a la cantidad de dinero que se puede ganar, sin embargo; resulta ser más conveniente la alternativa de expansión que la conservadora, ya que la cantidad de dinero que se deja de ganar es bastante mayor en la alternativa conservadora que en la otra alternativa.

Por lo que se concluye una vez más, que la alternativa del caso expansión le lleva mayor ventaja a la alternativa conservadora de no hacer ninguna inversión.

Tabla 37. Punto de decisión línea de granel.

CHORROS				
caso base			caso expansión	
	Se gana	Se deja de ganar	Se gana	Se deja de ganar
AÑO 0	\$ 3 643 200.00	\$ -	\$ 3 643 200.00	\$ -
AÑO 1	\$ 4 086 770.81	\$ -	\$ 4 086 770.81	\$ -
AÑO 2	\$ 4 257 052.93	\$ -	\$ 4 257 052.93	\$ -
AÑO 3	\$ 4 434 430.13	\$ -	\$ 4 404 430.13	\$ 30 000.00
AÑO 4	\$ 4 434 430.13	\$ 975 998.06	\$ 4 619 198.06	\$ -
AÑO 5	\$ 4 434 430.13	\$ 1 114 574.00	\$ 4 757 774.00	\$ -
	\$ 25 290 314.14	\$ 2 090 572.05	\$25 768 425.93	\$ 30 000.00

Se propone entonces, en base a los resultados obtenidos; que para extender la línea de envase y acortar las brechas de capacidad, se realice la compra de 4 máquinas del tipo PrePac durante el año 0, puesto que la ganancia resultante es mayor en relación a lo obtenido en el caso base.

Por otro lado y según el mismo análisis, lo más conveniente es incluir en la inversión, una llenadora del tipo Ausere durante el año 0, una del tipo Karat durante el año 3 al igual que para la línea llenadora de chorros para granel.

4.4.2. PUNTO DE DECISIÓN

El presente estudio está enfocado en la alternativa del caso extensión de la línea de envase. Esta alternativa dicta que se debe invertir en nueva maquinaria, misma que para el correcto desarrollo de las actividades se ha de establecer en un espacio físico libre y disponible, dentro de las instalaciones de la empresa.

Evaluando el plano de la fábrica que se presenta en la figura 14 y en vista de que las condiciones del lugar impiden acrecentar el perímetro de las instalaciones actuales, se ha encontrado un espacio idóneo para el desenvolvimiento de las actividades de envase y empaque.



Figura 14. Ubicación de la línea de envase actual dentro de la fábrica

Como se puede apreciar en la figura 15, se propone que el área resaltada en la circunferencia roja, sea destinada para constituir la nueva sala de envase. La ganancia resultante, se verá reflejada en la cercanía física de la salida del producto terminado respecto del área de recepción en el almacén central puesto que en la actualidad el área propuesta y el almacén central se encuentran colindando.



Figura 15. Ubicación propuesta de la nueva línea de envase dentro de la fábrica.

Otro beneficio de construir una nueva sala de envase es la posibilidad de introducir un mayor número de máquinas de llenado; y adicionalmente, se espera contar con un aumento productivo de libertad de movimiento para realizar las operaciones de llenado y envasado de productos con mayor seguridad. El objetivo de esto es emplear toda la capacidad disponible, aprovechando cada metro cuadrado y evitando tener capacidad ociosa; lo que se traduce en un ahorro significativo de los costos.

La figura 16 revela un acercamiento a la vista superior del espacio delimitado propuesto, para edificar la nueva sección de empaque y envase, la figura ayuda a visualizar la distribución de los equipos necesarios para la producción.

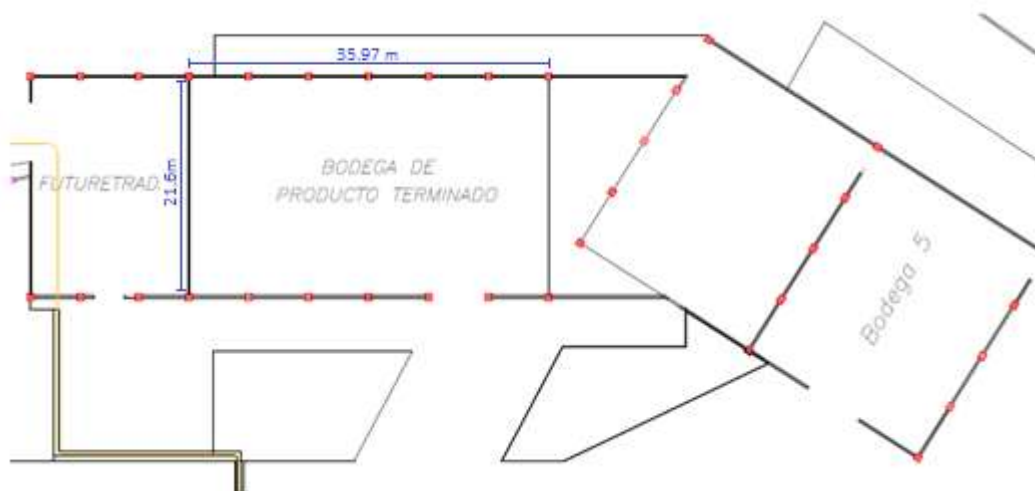


Figura 16. Acercamiento a la vista superior del espacio propuesto

Para comenzar con el diseño del layout, es menester realizar la medición del área recomendada, con el fin de determinar el espacio con el que se cuenta, encontrándose que para efectos de instalación de equipos y posibles futuras ampliaciones se disponen de 776.95 m²; (35.97 m x 21.6 m) el cual es un espacio muy similar al de las instalaciones actuales que es de 601.59 m²; (15.89 m x 37.86 m) incluyendo a zona 1 y zona 2.

La propuesta del layout toma forma en la figura 17 en donde, basándose en el plano actual se demuestra la distribución más adecuada de la maquinaria en la nueva sala.

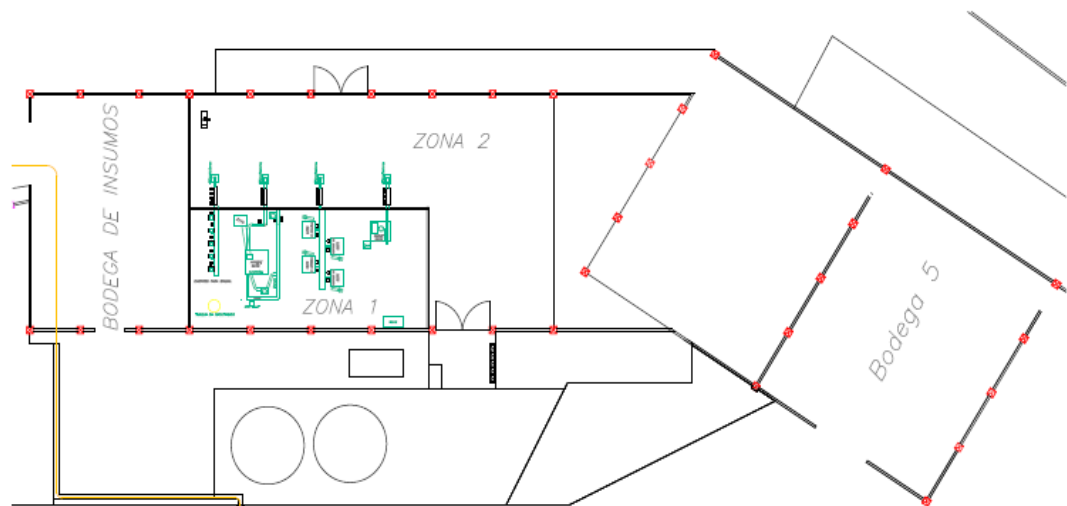


Figura 17. Layout propuesto.

El argumento principal que justifica ubicar a zona 1 en esa posición, está dado por la necesidad de reducir la longitud de las tuberías que alimentan a cada equipo desde el exterior de la sala.

Otra de las ventajas que se obtiene con este layout, es la cercanía que hay entre la zona de paletizado de producto terminado y el almacén central. De esta manera el paso de la producción desde la manufactura a la distribución se acorta.

En el layout propuesto se determina un espacio adyacente, destinado para la ubicación de insumos para la producción. Estos insumos como botellas, etiquetas, tapas; podrán ser fácilmente suministrados hacia zona 1 y zona 2.

En el exterior de la sala se propone ubicar los tanques de mezcla que alimentarán a cada una de las máquinas de llenado.

Finalmente se presenta la figura 18 con la distribución de la nueva maquinaria, dentro del layout propuesto.

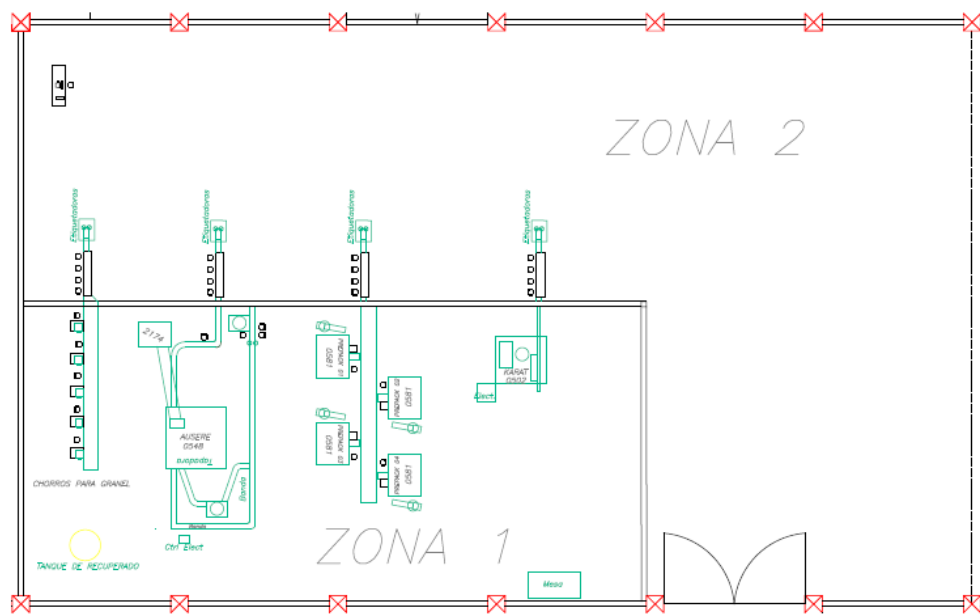


Figura 18. Distribución de la maquinaria en el layout propuesto.

En primera instancia se ubicó a la línea de llenado al granel comenzando por la izquierda, cabe recalcar que por su simplicidad, esta línea de llenado tiene la flexibilidad de ampliarse fácilmente si se lo requiere. Seguida de ésta, se encuentra de la llenadora Ausere, la cual cuenta con su propio circuito de transporte de botellas lo cual requiere de un poco más de espacio físico que el resto de maquinaria.

Las máquinas PrePac de llenado en funda, se ubican a continuación de la llenadora Ausere, se sugiere ubicarlas frente con frente para consumir menos espacio físico a lo ancho de la sala, lo cual resta holgura de movimiento dentro de la sala y también aprovecha el servicio que proporciona la banda transportadora. La llenadora Karat se ubica en la esquina superior derecha por su tamaño reducido; esto con el objeto de no obstruir el paso a la posibilidad de introducir algún otro equipo a la sala en el futuro. Se puede observar que todas las máquinas cuentan con un final de línea desde el exterior de zona 1. Estas estaciones son utilizadas para encartonar, codificar y sellar la producción, seguido de esto el flujo del producto termina en el paletizado y embalaje de las cajas para su almacenamiento.

4.5. MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN

Para la ejecución del proyecto de extensión, se debe tomar en cuenta que cada paso del manual, está relacionado con costos. El éxito del proyecto está dado por el cumplimiento de los objetivos para el cual se ha de ejecutar, sin obviar la importancia de realizar dicha ejecución de manera eficiente, es decir reduciendo u optimizando el costo del proyecto al mínimo posible.

Para esto, se ha cotizado el valor aproximado en el mercado de ciertos materiales, que se consideraron importantes para el desarrollo de la extensión de la línea de envase y empaque. Estos materiales son clave para el correcto funcionamiento de la nueva sala.

- Tuberías = de \$ 50 a \$ 80 por cada metro de tubería, a esto se le debe adicionar la mano de obra en el montaje; aproximadamente el 80% del total.
- Techada de tanques exteriores = \$ 70 el metro cuadrado, incluido estructura y mano de obra.
- Construcción de mezanine = Aproximadamente \$ 200.00 el metro cuadrado de construcción y adicionalmente \$ 2 000.00 por cada bajante.
- Alquiler de montacargas con capacidad para 3 toneladas= \$ 600.00 por cada hora.
- Alquiler de montacargas con capacidad para 8 toneladas=\$1 200.00 por cada hora.
- Se aconseja aumentar para el presupuesto un buffer del 20 % del total.

La tabla 38 indica el resumen de las macro-actividades que han de realizarse para efectuar el proyecto de extensión

Se utilizó para el cronograma de actividades, un esquema de cadena crítica, y como se puede apreciar, existen 5 macro actividades que engloban el total de tareas que se deben realizar dentro del límite de tiempo establecido,

muchas de estas actividades requieren del cumplimiento de una actividad antecesora, y otras empiezan indistintamente de las demás.

Tabla 38. Macro-actividades del proyecto.

ID	Extensión de la línea de Envase y Empaque.	Cost	Owner	Days	Start	End
1.0		\$ 755.704,00	Unknown	149	19-Sep	15-Feb
1.1	DEFINICIONES INICIALES DE LA NUEVA SALA DE ENVASE Y EMPAQUE	\$ 21 004.00	Unknown	41	19-Sep	30-Oct
1.2	IDENTIFICACIÓN DE NECESIDAD DE SUMINISTROS	\$ 54 600.00	Unknown	36	30-Oct	5-Dec
1.3	MONTAJE E INSTALACIÓN EN LÍNEA	\$ 615 100.00	Unknown	84	19-Sep	12-Dec
1.4	DEFINICIÓN DE ESPACIOS AUXILIARES	\$ 33 000.00	Unknown	35	12-Dec	16-Jan
1.5	CONSTRUCCIÓN DE FINALES DE LÍNEA	\$ 32 000.00	Unknown	30	16-Jan	15-Feb

El objetivo del cronograma de actividades que se presenta, es cumplir con la cadena crítica, la cual se define como la cadena de actividades antecesoras más larga. Esta cadena es la más importante, puesto que es la base del proyecto y nunca debe retrasarse, ya que el tiempo de ejecución del proyecto se alargará más de lo planificado.

Las macro actividades se clasifican en:

- Definiciones iniciales.- Es el grupo de actividades relacionadas con el diseño y la organización de la maquinaria. Incluye también la construcción de la nueva sala de envase y empaque.
- Identificación de las necesidades de suministro.- En esta sección se determinan los suministros que el fabricante especifica para el correcto funcionamiento de la maquinaria, incluye la compra de los materiales necesarios para contar con todos los requerimientos en la nueva sala de envase.
- Montaje e instalaciones en línea.- Este grupo de actividades, se refiere a la recepción de la maquinaria en fábrica y el traslado de la misma

según el arreglo definido. También contempla a la energización y arranque de cada una.

- Definición de espacios auxiliares.- Estas etapas están enfocadas en la compra de materiales y construcción de espacios auxiliares a la sala de envase, como: La construcción del mezanine, el cual es la bodega de materiales que alimenta a cada línea, adicionalmente incluye la compra de materiales y construcción de los racks de almacenamiento para el producto terminado y paletizado.
- Construcción de finales de línea. Son las actividades alineadas a la construcción de las estaciones diseñadas para encartonar el producto terminado y sellarlo en cajas.

El cronograma de actividades se presenta en la tabla 39, empezando desde el día 19 de septiembre del 2015, el proyecto está calculado para durar 149 días finalizando el 15 de febrero del 2016.

El detalle de cada actividad se presenta en las siguientes tablas:

La tabla 40 expresa los responsables o áreas involucradas en cada actividad del grupo de definiciones iniciales. Así como también incluye al costo de algunas de las más destacadas.

La 5ta columna indica los días programados para cada una de las actividades, los cuales se definen en la 6ta y 7ma columna a través del dato exacto de la fecha.

Tabla 40. Detalle macro actividad 1.1

1.1	DEFINICIONES INICIALES DE LA NUEVA SALA DE ENVASE Y EMPAQUE	\$ 21 004,00	Unknown	41	19-Sep	30-Oct
1.1.2	DEFINIR EL AREA Y FORMA DEL NUEVO ESPACIO DESTINADO PARA EL TRASLADO	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	1	19-Sep	20-Sep
1.1.3	REALIZAR UN DISEÑO DE DISTRIBUCION ADECUADA DE LA MAQUINARIA, OPTIMIZANDO LA CAPACIDAD DE TANQUES Y LINEAS PARA MAXIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	5	20-Sep	25-Sep
1.1.4	REALIZAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES DE LA NUEVA SALA	\$ 1 000,00	INGENIERO DE PLANTA	5	25-Sep	30-Sep
1.1.5	DEFINIR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN NECESARIOS	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	1	30-Sep	1-Oct
1.1.6	COMPRA DE LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA SALA, COMO PANELES, PINTURA EPOXICA, VENTANAS ETC.	\$ 15 000,00	ADQUISICIONES	7	1-Oct	8-Oct
1.1.7	CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL, COLOCACIÓN DE PANELES, PUERTAS, VENTANAS Y PINTURA DEL PISO	\$ 5 000,00	MANTENIMIENTO/MONTAJE	20	8-Oct	28-Oct
1.1.8	TRAZAR INSITU LA UBICACIÓN DEFINIDA DE TODA LA NUEVA MAQUINARIA	\$ 2,00	INGENIERO DE PLANTA	2	28-Oct	30-Oct
1.1.9	DEFINICIÓN DE LA UBICACIÓN Y TRAZADO INSITU DE LA CANTIDAD DE TANQUES DE ALIMENTACIÓN NECESARIOS.	\$ 2,00	INGENIERO DE PLANTA	2	28-Oct	30-Oct
1.1.10	DEFINIR UBICACIÓN DE BODEGA DE ALMACENAMIENTO	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	5	20-Sep	25-Sep
1.1.11	DEFINIR UBICACIÓN DEL BODEGA DE INSUMOS	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	5	20-Sep	25-Sep

La tabla 41 detalla las actividades relacionadas al grupo enfocado a determinar las necesidades de suministro de toda la sala de envase en general. La 5ta columna indica los días programados para cada una de las actividades, los cuales se definen en la 6ta y 7ma columna a través del dato exacto de la fecha.

Tabla 41. Detalle macro actividad 1.2

1.2	IDENTIFICACIÓN DE NECESIDAD DE SUMINISTROS	\$ 54 600.00	Unknown	36	30-Oct	5-Dec
1.2.1	DEFINIR LAS NECESIDADES DE ENERGIA ELECTRICA PARA ALIMENTAR TODO EL NUEVO ENVASE	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	5	30-Oct	4-Nov
1.2.2	COMPRAR MATERIAL PARA ENERGIZAR TODO EL NUEVO ENVASE	\$ 10 000.00	ADQUISICIONES	7	4-Nov	11-Nov
1.2.3	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	\$ 700.00	MANTENIMIENTO/MONTAJE	2	11-Nov	13-Nov
1.2.4	INSTALAR TABLEROS Y REALIZAR TODAS LAS CONEXIONES ELECTRICAS PARA TODO EL NUEVO ENVASE	\$ 1 800.00	MANTENIMIENTO/ELÉCTRICO	5	13-Nov	18-Nov
1.2.5	DEFINICION DE NECESIDADES DE CONEXIONES DE AGUA PARA ENFRIADOR	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	7	30-Oct	6-Nov
1.2.6	COMPRAR MATERIAL PARA LA RED HÍDRICA DE TODO EL NUEVO ENVASE	\$ 7 000.00	ADQUISICIONES	7	6-Nov	13-Nov
1.2.7	INSTALAR ACOMETIDAS, TUBERÍAS, VÁLVULAS, SIFONES Y DESAGUES PARA TODO EL NUEVO ENVASE	\$ 1 800.00	MANTENIMIENTO/MONTAJE	5	13-Nov	18-Nov
1.2.8	DEFINIR LA NECESIDAD DE AIRE COMPRIMIDO	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	7	30-Oct	6-Nov
1.2.9	COMPRA DE COMPRESOR Y/ O MATERIALES PARA EMPATE DE LINEAS	\$ 6 000.00	ADQUISICIONES	7	6-Nov	13-Nov
1.2.10	UBICACIÓN DEL COMPRESOR E INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS, MANGUERAS Y VÁLVULAS DE LA RED NEUMÁTICA	\$ -	MANTENIMIENTO/MONTAJE	1	13-Nov	14-Nov
1.2.11	DEFINIR LA NECESIDAD DE AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA LA MAQUINARIA DE TODO EL NUEVO ENVASE	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	7	30-Oct	6-Nov
1.2.12	COMPRA DE CHILLER, TANQUE ALIMENTADOR Y MATERIALES DE INSTALCIÓN DEL AGUA HELADA	\$ 3 000.00	ADQUISICIONES	7	6-Nov	13-Nov
1.2.13	REALIZAR LA INSTALACION DEL CHILLER Y EL EMPATE CON LAS LÍNEAS DE AGUA HELADA PARA ENFRIAMIENTO DE LA MAQUINARIA	\$ 720.00	MANTENIMIENTO/MONTAJE	2	13-Nov	15-Nov
1.2.14	DEFINIR UN LAYOUT DE LA UBICACIÓN DE TANQUES DE MEZCLA PARA ALIMENTACIÓN DE LA MAQUINARIA	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	1	15-Nov	16-Nov
1.2.15	COMPRA DE LOS NUEVOS TANQUES ALIMENTADORES DE MEZCLA	\$ 20 000.00	ADQUISICIONES	14	16-Nov	30-Nov
1.2.16	COMPRA DE MATERIALES DE TECHADO Y PARA CUBRIR LOS TANQUES EXTERIORES DE LA NUEVA SALA	\$ 2 500.00	ADQUISICIONES	2	30-Nov	2-Dec
1.2.17	CONSTRUCCIÓN DEL TECHADO PARA LOS TANQUES EXTERNOS DE MEZCLA Y ALIMENTACIÓN	\$ 1 080.00	MANTENIMIENTO/MONTAJE	3	2-Dec	5-Dec

La tabla 42 define el detalle de las actividades necesarias para el macro grupo de montaje e instalación en línea, junto con cada uno de las áreas responsables, adicionándoles el cálculo del costo y tiempo que se ha programado.

Tabla 42. Detalle macro actividad 1.3

1.3	MONTAJE E INSTALACIÓN EN LÍNEA	\$ 615 100,00	Unknown	84	19-Sep	12-Dec
1.3.1	COMPRA E INSTALACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA PARA LLENADORAS PREPAC	\$ 2 500,00	ADQUISICIONES/MANTENIMIENTO/MONTAJE	7	19-Sep	26-Sep
1.3.2	COMPRA DE LA NUEVA LLENADORA PREPAC#7	\$ 180 000,00	ADQUISICIONES	60	19-Sep	18-Nov
1.3.3	CONTRATAR MONTACARGAS PARA DESCARGAR, TRASLADAR Y UBICAR EN EL SITIO ESPECIFICADO DENTRO DE ZONA 1	\$ 600,00	INGENIERO DE PLANTA	1	18-Nov	19-Nov
1.3.4	REALIZAR EL MONTAJE, LA CONECCIÓN DE SUMINISTROS Y ENERGIZACIÓN	\$ -	MANTENIMIENTO/ELECTRICO	5	19-Nov	24-Nov
1.3.5	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA LLENADORA PREPAC#7	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	7	24-Nov	1-Dec
1.3.6	COMPRA DE LA NUEVA LLENADORA PREPAC#8	\$ 90 600,00	ADQUISICIONES	60	19-Sep	18-Nov
1.3.7	CONTRATAR MONTACARGAS PARA DESCARGAR, TRASLADAR Y UBICAR EN EL SITIO ESPECIFICADO DENTRO DE ZONA 1	\$ 600,00	INGENIERO DE PLANTA	1	18-Nov	19-Nov
1.3.8	REALIZAR EL MONTAJE, LA CONECCIÓN DE SUMINISTROS Y ENERGIZACIÓN	\$ -	MANTENIMIENTO/ELECTRICO	5	19-Nov	24-Nov
1.3.9	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA LLENADORA PREPAC#8	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	7	24-Nov	1-Dec
1.3.10	COMPRA DE LA NUEVA LLENADORA PREPAC#9	\$ 60 800,00	ADQUISICIONES	60	19-Sep	18-Nov
1.3.11	CONTRATAR MONTACARGAS PARA DESCARGAR, TRASLADAR Y UBICAR EN EL SITIO ESPECIFICADO DENTRO DE ZONA 1	\$ 600,00	INGENIERO DE PLANTA	1	18-Nov	19-Nov
1.3.12	REALIZAR EL MONTAJE, LA CONECCIÓN DE SUMINISTROS Y ENERGIZACIÓN	\$ -	MANTENIMIENTO/ELECTRICO	5	19-Nov	24-Nov
1.3.13	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA LLENADORA PREPAC#9	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	7	24-Nov	1-Dec
1.3.14	COMPRA DE LA NUEVA LLENADORA PREPAC#10	\$ 55 000,00	ADQUISICIONES	60	19-Sep	18-Nov
1.3.15	CONTRATAR MONTACARGAS PARA DESCARGAR, TRASLADAR Y UBICAR EN EL SITIO ESPECIFICADO DENTRO DE ZONA 1	\$ 600,00	INGENIERO DE PLANTA	1	18-Nov	19-Nov
1.3.16	REALIZAR EL MONTAJE, LA CONECCIÓN DE SUMINISTROS Y ENERGIZACIÓN	\$ -	MANTENIMIENTO/ELECTRICO	5	19-Nov	24-Nov
1.3.17	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA LLENADORA PREPAC#10	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	7	24-Nov	1-Dec
1.3.18	COMPRA DE LA NUEVA LLENADORA AUSERE	\$ 118 700,00	ADQUISICIONES	60	19-Sep	18-Nov
1.3.19	CONTRATAR MONTACARGAS PARA DESCARGAR, TRASLADAR Y UBICAR EN EL SITIO ESPECIFICADO DENTRO DE ZONA 1	\$ 1 200,00	INGENIERO DE PLANTA	1	18-Nov	19-Nov
1.3.20	REALIZAR EL ENSAMBLE Y ARMADO DE PIEZAS DE LA LLENADORA AUSERE	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	7	19-Nov	26-Nov
1.3.21	REALIZAR LA CONECCIÓN DE SUMINISTROS Y ENERGIZACIÓN	\$ -	MANTENIMIENTO/ELECTRICO	5	24-Nov	29-Nov
1.3.22	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA LLENADORA AUSERE	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	7	29-Nov	6-Dec
1.3.23	COMPRA DE LA NUEVA LLENADORA KARAT	\$ 70 800,00	ADQUISICIONES	60	19-Sep	18-Nov
1.3.24	CONTRATAR MONTACARGAS PARA DESCARGAR, TRASLADAR Y UBICAR EN EL SITIO ESPECIFICADO DENTRO DE ZONA 1	\$ 600,00	INGENIERO DE PLANTA	1	18-Nov	19-Nov
1.3.25	REALIZAR EL ENSAMBLE Y ARMADO DE PIEZAS DE LA LLENADORA KARAT	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	5	19-Nov	24-Nov
1.3.26	REALIZAR LA CONECCIÓN DE SUMINISTROS Y ENERGIZACIÓN	\$ -	MANTENIMIENTO/ELECTRICO	2	24-Nov	26-Nov
1.3.27	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA LLENADORA KARAT	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	1	26-Nov	27-Nov
1.3.28	COMPRA DE BANDA TRANSPORTADORA PARA LLENADORA AL GRANEL	\$ 2 500,00	ADQUISICIONES	5	27-Nov	2-Dec
1.3.29	INSTALACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA PARA LLENADORA AL GRANEL	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	1	2-Dec	3-Dec
1.3.30	COMPRAR MATERIAL PARA EL ENSAMBLE DE LINEAS Y VÁLVULAS PARA EL LLENADO AL GRANEL	\$ 30 000,00	ADQUISICIONES	3	3-Dec	6-Dec
1.3.31	MONTAJE Y COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS AUXILIARES	\$ -	MANTENIMIENTO/MONTAJE/ELECTRICO	1	6-Dec	7-Dec
1.3.32	REALIZAR LA CONEXIÓN DE SUMINISTROS Y ENERGIZACIÓN DE LAS BALANZAS PARA LLENAR AL GRANEL	\$ -	MANTENIMIENTO/ELECTRICO	4	7-Dec	11-Dec
1.3.33	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y ARRANQUE DE LA LINEA DE LLENADO AL GRANEL	\$ -	MANTENIMIENTO/PRODUCCIÓN	1	11-Dec	12-Dec

La tabla 43 define el detalle de las actividades necesarias para el macro grupo encargado de definir los espacios auxiliares, junto con cada una de las áreas responsables, se muestra también el cálculo del costo y tiempo que se ha programado para cumplir con este grupo de actividades.

Tabla 43. Detalle macro actividad 1.4

1.4	DEFINICIÓN DE ESPACIOS AUXILIARES	\$ 33 000.00	Unknown	35	12-Dec	16-Jan
1.4.1	COMPRA DE MATERIALES PARA CONSTRUIR EL MEZANINE	\$ 20 000.00	ADQUISICIONES	7	12-Dec	19-Dec
1.4.2	CONSTRUCCION DEL MEZANINE	\$ -	MANTENIMIENTO/MONTAJE	5	19-Dec	24-Dec
1.4.3	DEFINIR BAJANTES NECESARIAS	\$ -	INGENIERO DE PLANTA	2	24-Dec	26-Dec
1.4.4	COMPRAR MATERIAL E INSTALACIÓN DE BAJANTES	\$ 8 000.00	ADQUISICIONES	4	26-Dec	30-Dec
1.4.5	COMPRA DE MATERIALES PARA RACKS DE ALMACENAMIENTO	\$ 5 000.00	ADQUISICIONES	7	30-Dec	6-Jan
1.4.6	CONSTRUCCION DE RACKS DE ALMACENAMIENTO DE BODEGA DE RECEPCION	\$ -	MANTENIMIENTO/MONTAJE	10	6-Jan	16-Jan

La tabla 44 define el detalle de las actividades necesarias para el macro grupo encargado de realizar la fabricación de los finales de línea, junto con cada una de las áreas responsables. Se muestra también el cálculo del costo y tiempo que se ha programado.

Tabla 44. Detalle macro actividad 1.5

1.5	CONSTRUCCIÓN DE FINALES DE LÍNEA	\$ 32 000.00	Unknown	30	16-Jan	15-Feb
1.5.1	CONSTRUIR FINALES DE LÍNEA PARA CADA MÁQUINA	\$ 16 000.00	MANTENIMIENTO/MONTAJE	20	16-Jan	5-Feb
1.5.2	COMPRAR SILLAS Y MESAS PARA CADA ESTACIÓN	\$ 1 000.00	ADQUISICIONES	3	5-Feb	8-Feb
1.5.3	COMPRAR RODACHINES PARA MOVILIZAR LAS CAJAS PARA EL PALETIZADO	\$ 15 000.00	ADQUISICIONES	7	8-Feb	15-Feb

El esquema está basado en datos cotizados e incluye información otorgada por el personal del área de producción. En cuanto al tiempo, los datos son meras aproximaciones que dependerán precisamente del tiempo de entrega de cada compra.

Cabe recalcar que Danec S.A. cuenta con un departamento robusto de mantenimiento, el cual se ramifica en especialidades técnicas de Electrónica, mecánica y montaje de estructuras. El esquema está diseñado para ser flexible y actualizable según el criterio del ejecutor del proyecto de extensión, si se considera necesario es posible añadir más actividades; sin embargo se

ha tratado de establecer las más básicas para un adecuado diseño y organización de la maquinaria en la nueva sala de envase.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Del estudio realizado se llegó a las siguientes conclusiones:

- Gracias al levantamiento de esta información se encontraron fuentes de mejoramiento de métodos y procesos así como la posibilidad de mejorar el proceso de almacenamiento y gestión de inventarios del producto terminado hacia el siguiente eslabón interno que es el de distribución.
- El enfoque del presente trabajo está orientado hacia acrecentar o extender la capacidad de producción en la línea de envasado, las modificaciones propuestas para la Distribución Física, fueron realizadas considerando las necesidades que La Empresa pueda tener en un futuro o al momento de presentarse en el mercado, un aumento de la demanda de los productos que ella brinda, y de esta manera pueda responder satisfactoriamente a las exigencias de productividad y competitividad.
- Se concluye que el cálculo de número de máquinas es una herramienta realmente útil, al momento de determinar las necesidades de expansión de capacidad de producción, y es un sólido justificativo muy válido al momento de presentar el presupuesto de un proyecto para su aprobación en gerencia.
- Con la elección de la alternativa expansión, se garantiza la supervivencia de la compañía por los próximos 5 años, esto aumentará el flujo de efectivo de la misma ya que el monto de inversión es mínimo en relación a las ganancias que presenta.
- Toda esta serie de análisis e investigación alineada al cumplimiento de los objetivos fundamentales planteados, ayudarán a determinar de manera visual, la imperante necesidad de llevar a cabo con importancia las actividades de diseño que curará la necesidad de capacidad de

llenado y empaquetado de aceites y grasas comestibles del proyecto, y de esta forma efectivizar el cumplimiento de acciones ligadas al combate de la inercia en innovación.

- La principal función de esta instalación será la de permitir una distribución eficiente; al aprovechar el hecho de ser un espacio nuevo, se deberán incluir todas las reubicaciones así como de eliminar todos aquellos aspectos estructurales que inicialmente restringían el óptimo funcionamiento de las actividades, el diseño del inmueble debe facilitar el crecimiento y la expansión como parte de su característica versátil y evolutiva.
- Finalmente se entenderá que la optimización del proyecto, estará dada por los lineamientos y toma de decisiones que el ejecutor del proyecto tome respecto de las alternativas presentadas en el estudio que se detalla en los siguientes capítulos. De esta manera el proyecto presentará un índice de satisfacción a razón de un mayor beneficio con el mínimo del coste.

5.2 RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones que se obtuvieron en el presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Se debe considerar en todo momento un colchón que amortigüe los desfases de cada cálculo. La desviación de los mismos, son fruto de la inexactitud que pueda existir en los pronósticos, ya que a mayor proyección de tiempo, los pronósticos tienden a maximizar su porcentaje de error. Es por esto que para efectuar el cálculo del número de máquinas se consideró un buffer del 15 %; sin embargo esto puede quedar a criterio del planificador. Para lo cual se deberá recalcular el número de máquinas necesarias, reemplazando el valor de colchón que se encuentra en el denominador de la fórmula.
- Se recomienda realizar más cotizaciones de la maquinaria, aprovechando el impresionante auge del desarrollo en tecnología que

gozamos actualmente, lo cual puede resultar beneficioso si se desean disminuir las brechas de capacidad con maquinarias más eficientes, que a la larga resulten más convenientes que las actuales. El objetivo es tratar de ubicar modernas máquinas que puedan mejorar y superar el trabajo de 2 o más de las máquinas actuales, esto significaría una ganancia a largo plazo en cuanto a disminución de espacio consumido y quizás obtener una reducción del consumo de suministros; indistintamente del costo que pudiera llegar a tener esta tecnología.

- De igual manera, se recomienda tomar los mismos lineamientos que se han considerado en este estudio para desarrollar o acrecentar la refinería, puesto que al crecer en el resto de áreas, aumenta la posibilidad de que la capacidad de producción en la refinería se vea insatisfactoria. Por esto, en un futuro se puede considerar mudar la sala de envase actual, a un sitio cercano a la ubicación de la sala que se está proponiendo con este estudio, y dejar el espacio disponible para la ubicación de los equipos relacionados con el proceso de refinería.
- Es importante incentivar constantemente la realización de este tipo de análisis de capacidad, con el afán de involucrar a las áreas, dentro de un proceso de mejoramiento continuo. Esta evolución constante logra que el grupo empresarial perdure a lo largo del tiempo como un sistema sólido y adaptativo.
- Para alinear el proyecto a las metas de la compañía se propone lo siguiente:
 - Minimizar costos unitarios y del producto.
 - Optimizar calidad.
 - Dar flexibilidad al plan
 - Controlar los costos del proyecto
- El otro lado del proyecto debe contemplar por supuesto que cualquier modificación o diseño en la nueva instalación del proyecto, debe enfocarse en precautelar la seguridad del personal que vaya a desempeñar las funciones correspondientes en ese lugar, siendo esta

una responsabilidad importante para el diseñador a cargo del proyecto. Para esto será necesario referirse a los estatutos normativos de seguridad en la construcción de instalaciones de manufactura.

- El aprovechamiento de la mayor cantidad de espacio en la instalación debe ser promovido en todo momento durante el diseño de los planos estructurales de la nueva sala, en donde los espacios verticales que muchas veces pasan desapercibidos, pueden maximizar la capacidad de almacenamiento si se los ocupa de la manera correcta.
- Los objetivos de la distribución y diseño del área determinada, deberán estar relacionados o establecerse con el fin de reducir los riesgos de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, así como también deben enfocarse en mejorar la satisfacción y el desempeño del trabajador con el fin de buscar un incremento en la productividad como optimo global de los resultados, disminuir la aparición de MUDAS (desperdicios) optimización de espacios y áreas etc.
- Aun utilizando los procesos existentes para la realización de nuevos productos que se puedan desarrollar, la instalación concebida debe contemplar que definitivamente existirá una variación en los métodos tanto de manejo de la maquinaria como para el manejo de materiales y esto es parte de los retos que deberá cumplir la nueva instalación, así como también se necesitara explotar el espacio disponible para futuras nuevas implementaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, L. F. (2012). *Evolución de la Gestión por Procesos*. Medellín: INCOTEC.
- Aquilano, N. J. (1991). *Fundamentals of Operations Management*. s/d: Irwin.
- Camarinha-Matos, L. M. (25 de septiembre de 2012). *Scientific Research Methodologies and Techniques*. Obtenido de Unit 2: Scientific Method: <http://www.uninova.pt/cam/teaching/SRMT/SRMTunit2.pdf>
- Criollo, R. G. (2005). *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- DANEC. (2014). Política de Calidad.
- Gobernación de Magdalena. (11 de 05 de 2016). *Manual de Procesos y procedimientos*. Obtenido de http://www.magdalena.gov.co/apc-aa-files/61306630636336616166653232336536/manual_de_procesos_y_procedimientos.pdf
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones, Procesos y cadenas de valor*. México D.F.: Pearson.
- López, B. S. (10 de 10 de 2015). *Ingeniería Industrial On Line*. Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial; Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D. F.: Mc Graw HILL.
- Ross, S. M., & Morrison, G. R. (25 de noviembre de 2008). *Experimental Research Methods*. Obtenido de <http://www.aect.org/edtech/ed1/38.pdf>
- Sánchez, A. M. (1996). *Sistemas de Planificación y Control de la Producción*. *ESIC Market*, 85.
- Stephens, F. E., & Meyers, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación.
- Tompkins, J. A. (2006). *Planeacion de Instalaciones* (3ra ed.). s/n.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. (2011). *Planeación de Instalaciones* (4ta Ed. ed.). México.

Universidad Simón Bolívar. (25 de 04 de 2004). *Palnificación de Capacidad*.

Univeridad Simón Bolívar , Gestión de la Producción. Obtenido de
<http://prof.usb.ve/nbaquero/Capacidad.pdf>

Varios. (10 de 10 de 2015). *Ingeniería Industrial On Line*. Obtenido de
<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>