



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**“DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE**  
**PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE MANUFACTURA EN LA EMPRESA TENERÍA**  
**“INCA” S.A DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**

---

Trabajo de graduación. Modalidad: TEMI (Trabajo Estructurado de Manera Independiente) presentado previa a la obtención del título de Ingeniera Industrial en Procesos de Automatización.

**AUTOR: Patricia Alejandra Aguaysa Carrillo**

**TUTOR: Ing. Christian J. Mariño R., Mg.**

Ambato - Ecuador

Septiembre – 2013

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “Distribución de Planta y su Influencia en el Proceso de Producción del Área de Manufactura en la Empresa tenería “Inca” S.A de la ciudad de Ambato”, de Patricia Alejandra Aguaysa Carrillo, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato 20 de Septiembre, 2013

EL TUTOR

-----  
Ing. Christian J. MariñoR., Mg.

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación titulado: “Distribución de Planta y su Influencia en el Proceso de Producción del Área de Manufactura en la Empresa Tenería “Inca” S.A de la ciudad de Ambato”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato 20 de Septiembre, 2013

---

Patricia Alejandra Aguaysa Carrillo  
CC: 180427619-2

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes , revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “Distribución de Planta y su Influencia en el Proceso de Producción del Área de Manufactura en la Empresa tenería “Inca” S.A de la ciudad de Ambato”, presentado por la Srta. Patricia Alejandra Aguaysa Carrillo de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Edison H. Álvarez M., Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. John Reyes Vásquez, Mg  
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Cesar Rosero Mantilla  
DOCENTE CALIFICADOR

## DEDICATORIA

A:

*Mi hija Damaris Alejandra por ser el motor de mi vida la que con su presencia cambia mis momentos de angustia por felicidad y fortaleza.*

*Mis Padres Martha y Mesias quienes con sus sabios consejos y sus infaltables palabras de aliento me apoyan día a día.*

*Mis hermanos Christian y Karen por ser unos hermanos maravillosos.*

*Mi novio Daniel por darme su apoyo y comprensión en el cumplimiento de mis objetivos.*

*Mi abuela Enma por ser quien me enseñó el significado de amor, gratitud y perseverancia.*

***Patricia Alejandra Aguaysa Carrillo.***

### **AGRADECIMIENTO:**

*A Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*A mis padres y hermanos por darme su cariño, comprensión y ayuda en todo este tiempo.*

*A mi tío Roberto por ser quien me brindó todo su apoyo para iniciar éste mi sueño, ahora hecho realidad.*

*Al Ing. Mg. Christian Mariño por su constante apoyo y paciencia en la elaboración de este proyecto.*

*A la Universidad Técnica de Ambato y su Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial; por darme la oportunidad de seguir adelante en mi vida profesional.*

*A la empresa INCA S.A por abrirme sus puertas y permitirme realizar mi trabajo de graduación.*

*A todos aquellos familiares, amigos y compañeros quienes de una u otra manera me apoyaron directa e indirectamente en la elaboración de esta tesis.*

**Patricia Alejandra Aguaysa Carrillo.**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### PÁGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	i
AUTORÍA .....	ii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO: .....	v
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
INTRODUCCIÓN .....	2

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

TEMA.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
<i>Contextualización</i> .....	4
Análisis Crítico .....	7
Prognosis .....	7
Formulación del Problema.....	8
Preguntas Directrices.....	8
Delimitación del Problema .....	9
Justificación .....	9
Objetivos .....	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos .....	11

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigativos.....	12
Fundamentación Legal.....	13
Categorías Fundamentales .....	14
Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	15
Constelación de Ideas de la Variable Dependiente .....	16
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	17
Industria.....	17
Ingeniería Industrial.....	17
Sistemas de Manufactura .....	21
Ingeniería de Manufactura .....	21
Simulación de Sistemas de Manufactura .....	23
Importancia de la Simulación en la Ingeniería .....	23
Distribución de Planta Asistida por Computadora .....	25
Estudio de una Distribución en Planta .....	40
Gestión de la Calidad.....	42
Gestión por Procesos.....	42
Mejoramiento Continuo .....	43
Mejoramiento de la Producción.....	43
Proceso .....	43
Proceso de Producción del Cuero al Cromo .....	48
Proceso de Producción de Cuero en la Empresa Tenería INCA S.A .....	52
Hipótesis.....	66
Señalamiento de Variables.....	66

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

Enfoque .....	67
Modalidad Básica de la Investigación.....	67
Investigación Bibliográfica – Documental.....	67
Investigación de Campo .....	68
Proyecto Factible .....	68
Nivel o Tipo de Investigación.....	68
Exploratorio .....	68
Descriptivo .....	68
Explicativo .....	69
Población y Muestra.....	69
Población.....	69
Recolección de Información .....	70
Plan de Recolección de Información.....	70
Operacionalización de Variables .....	71
Procesamiento y Análisis de la Información .....	73
Plan que se Emplea para Procesar la Información Recogida.....	73
Plan de Análisis e Interpretación de Resultados.....	73

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Análisis e Interpretación de los Resultados de la Encuesta.....	74
---	----

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones.....	85
Recomendaciones.....	86

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

Datos Informativos.....	87
Antecedentes de la Propuesta.....	88
Justificación.....	88
Objetivos.....	90
Objetivo General.....	90
Objetivos Específicos.....	90
Análisis de Factibilidad.....	90
Económica – Financiera.....	90
Organizacional.....	91
Científico – Técnica.....	91
Ambiental.....	91
Fundamentación Científico – Técnica.....	92
Distribución en Planta.....	92
Principios Básicos de la Distribución en Planta.....	94
Costes en la Distribución de Planta.....	95
Naturaleza de los Problemas de Distribución de Planta.....	96
Intereses de la Distribución de Planta.....	96
Objetivos de la Distribución de Planta.....	97
Distribución de Planta por Proceso.....	98

Estudio de una Distribución de Planta .....	101
Planeación Sistemática de la Distribución de Muther.....	102
Distribución Asistida por Computador.....	108
Modelo Operativo.....	113
Análisis del Proceso de Producción.....	113
Preliminares de la Distribución Actual .....	117
Desarrollo del Método Planeación Sistemática de la Distribución de Muther (PSD) o Systematic Layout Planing (SLP) para la empresa INCA S.A. ....	118
Diseño Asistido por Computadora .....	129
Conclusiones .....	146
Recomendaciones .....	146
Bibliografía .....	148
Anexos.....	150
Anexo 1: Encuesta .....	150
Anexo 2: Diagrama de Recorrido actual de la Empresa Tenería INCA S.A .....	152
Anexo 3: Planta Distribuida según el Método (SLP) .....	153
Anexo 4: Plano con Malla.....	154
Anexo 5: Iteración 1 .....	155
Anexo 6: Iteración 2 .....	156
Anexo 7: Iteración 3 .....	157
Anexo 8: Iteración 4.....	158
Anexo 9: Iteración 5 .....	159
Anexo 10: Iteración 6 .....	160
Anexo 11: Planta Redistribuida.....	161

## Índice de Gráficos

Gráfico N. 01: Relación Causa-Efecto.....	6
Gráfico N. 02: Categorías Fundamentales.....	14
Gráfico N. 03: Constelación de Ideas de la V.I.....	15
Gráfico N. 04: Constelación de Ideas de la V.D. ....	16
Gráfico N. 05: El Campo de la Ingeniería Industrial .....	20
Gráfico N. 06: Esquema del Proceso de Manufactura .....	22
Gráfico N. 07: Distribución por Proceso .....	36
Gráfico N. 08: Distribución por Producto .....	37
Gráfico N. 09: Distribución por Grupos de Tecnologías.....	38
Gráfico N. 10: Distribución por Posición Fija.....	39
Gráfico N. 11: Proceso de Producción.....	44
Gráfico N. 12: Diagrama de Flujo del Proceso de Curtido alCromo .....	51
Gráfico N. 13: Área de Clasificación de Piel. ....	52
Gráfico N. 14: Tambor para el Proceso de Pelambre.....	53
Gráfico N. 15: Proceso de Pelambre.....	53
Gráfico N. 16: Piscinas para el Proceso de Remojo.....	54
Gráfico N. 17: Tambor de Curtición.....	58
Gráfico N. 18: Proceso de Ecurrido.....	58
Gráfico N. 19: Máquina Ecurridora.....	59
Gráfico N. 20: Área de Rebajado.....	59
Gráfico N. 21: Tambores del Área de Recurtido.....	62
Gráfico N. 22: Área de Secado.....	62
Gráfico N. 23: Área de Ablandado.....	63
Gráfico N. 24: Máquina Ablandadora.....	63
Gráfico N. 25: Máquina Toogling.....	64
Gráfico N. 26: Área de Toogling.....	64

Gráfico N. 27: Área de Recorte.....	65
Gráfico N. 28: Área de Esmerilado.....	65
Gráfico N. 29: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 1.....	75
Gráfico N. 30: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 2.....	76
Gráfico N. 31: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 3.....	77
Gráfico N. 32: Gráfica estadística Porcentual de la Pregunta 4.....	78
Gráfico N. 33: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 5.....	79
Gráfico N. 34: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 6.....	80
Gráfico N. 35: Gráfica estadística Porcentual de la Pregunta 7.....	81
Gráfico N. 36: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 8.....	82
Gráfico N. 37: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 9.....	83
Gráfico N. 38: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 10.....	84
Gráfico N. 39: Distribución por Proceso.....	99
Gráfico N. 40: Clasificación de las Relaciones SLP.....	102
Gráfico N. 41: Diagrama de Relaciones.....	103
Gráfico N. 42: Diagrama Relacional de Actividades.....	104
Gráfico N. 43: Diagrama de Relación en Tamaño Relativo.....	105
Gráfico N. 44: Evluación de Arreglos Alternativos (SLP).....	107
Gráfico N. 45: Plano de Dorben Consulting.....	108
Gráfico N. 46: Íconos de la Barra de Herramienta de WinQSB.....	110
Gráfico N. 47: Pantalla Principal del Módulo Facility Location and Layout.....	111
Gráfico N. 48: Pantalla Ingreso de Datos WinQSB.....	111
Gráfico N. 49: Ingreso de Información a la Base de Datos.....	112
Gráfico N. 50: Cursograma Analítico del Proceso de Fabricación de Cuero.....	114
Gráfico N. 51: Relación de Áreas Opción #1.....	120
Gráfico N. 52: Relación de Áreas Opción #2.....	121
Gráfico N. 53: Diagrama de Relación de Actividades Opción #1.....	122
Gráfico N. 54: Diagrama de Relación de Actividades Opción#2.....	123

Gráfico N. 55: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #1 .....	124
Gráfico N. 56: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #2 .....	124
Gráfico N. 57: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #1 .....	125
Gráfico N. 58: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #2 .....	125
Gráfico N. 59: Acceso al Software WinQSB .....	138
Gráfico N. 60: Pantalla de Inicio del Módulo (Facility Location and Layout) .....	138
Gráfico N. 61: Ingreso de Datos Iniciales.....	139
Gráfico N. 62: Ingreso de Flujo, Costo y Coordenadas en la Base de Datos .....	141
Gráfico N. 63: Personalización de Opciones de Solución .....	142
Gráfico N. 64: Layout Inicial de la Empresa TENERÍA INCA S.A .....	143
Gráfico N. 65: Layout Final de la Empresa TENERÍA INCA S.A .....	143
Gráfico N. 66: Análisis del Layout Final de Tenería INCA S.A .....	144
Gráfico N. 67: Cálculos del Layout Final de Tenería INCA S.A .....	144

### **Índice de Tablas**

Tabla N. 01: Procesos de Producción Existentes .....	45
Tabla N. 01: Procesos de Producción Existentes .....	46
Tabla N. 04: Variable Independiente. Distribución de Planta.....	71
Tabla N. 05: Variable Dependiente. Proceso de Producción. ....	72
Tabla N. 06: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 1.....	75
Tabla N. 07: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 2.....	76
Tabla N. 08: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 3 .....	77
Tabla N. 09: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 4.....	78
Tabla N. 10: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 5.....	79
Tabla N. 11: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 6.....	80
Tabla N. 12: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 7.....	81
Tabla N. 13: Cuadro estadístico Porcentual de la Pregunta 8.....	82

Tabla N. 14: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 9.....	83
Tabla N. 15: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 10.....	84
Tabla N. 16: Valores de las Relaciones en una Escala de 4 a -1.....	118
Tabla N. 17: Listado de Razones para la Calificación.....	119
Tabla N. 18: Aspectos de Ponderación.....	126
Tabla N. 19: Valoración para Aspectos de Ponderación.....	127
Tabla N. 20: Resultados de Análisis de Ponderación.....	128
Tabla N. 21: Tiempos de Transporte de Materia Prima.....	131
Tabla N. 22: Costo de Mover 100 Pieles Tomado como Origen Cada Proceso.....	135
Tabla N. 23: Cuadro de Doble Entrada para Costos de Mover un Lote de 100 Pieles.....	136

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA:** “Distribución de planta y su influencia en el proceso de producción del área de manufactura en la empresa tenería INCA S.A de la ciudad de Ambato”

**AUTOR:**  
Patricia Aguaysa

**TUTOR:**  
Ing. Mg. Christian Mariño

**Septiembre, 2013**

**RESUMEN EJECUTIVO**

La distribución de equipos y áreas de trabajo es un problema ineludible para todas las plantas ya sean industriales o de otro tipo, una deficiente ordenación de planta provocan altos costos de producción al no existir la minimización de la distancia a recorrer por el flujo de materiales entre actividades.

Es por lo anterior nombrado y ante la necesidad de trasladar la empresa tenería INCA hacia un nuevo espacio que se ha considerado un nuevo diseño de planta orientado al ahorro de recursos como son espacio físico y tiempo de producción, esfuerzos y otras demandas, se ha realizado el diseño mediante el método de Muther Planeación Sistemática de la Distribución (PSD) o Systematic Layout Planing (SLP) el cual permite analizar las relaciones existentes entre áreas y actividades en el proceso de producción de cuero para mejorar el flujo de materia prima de las distancias a recorrer entre las diferentes áreas, además de esto se ha utilizado el software WinQSB para realizar el estudio cuantitativo de la mejor distribución, tomando como referente el tiempo y precio de moverse entre áreas y así disminuir los costos de producción en un 49,4%, estableciendo así un sistema productivo capaz de lograr los objetivos fijados.

**Descriptor:** Distribución, planta, distancia, producción, procesos, costos, áreas.

## INTRODUCCIÓN

La empresa Tenería Inca S.A es una fábrica que tiene como fin la transformación del cuero, laborando con los mejores procesos de producción, trabajadores con experiencia y capacitados, utilizando los mejores insumos, apoyado con políticas de investigación y desarrollo para la satisfacción plena de sus clientes logrando de esa manera las metas de crecimiento, productividad y rentabilidad deseadas.

El presente proyecto titulado: “DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE MANUFACTURA EN LA EMPRESA TENERÍA “INCA” S.A DE LA CIUDAD DE AMBATO”, trata de un tema que en la actualidad ofrece varios beneficios, viéndose reflejado en el recurso que toda empresa busca como es la disminución de costos.

Este proyecto enmarca todo lo referente al diseño de una nueva distribución de planta con un criterio técnico y sustento tecnológico, como una nueva opción moderna, innovadora y totalmente factible, con la que podrá contar la empresa, con miras al desarrollo económico de la misma.

El contenido de la investigación esta detallada en 6 capítulos descritos a continuación:

En el Capítulo I se detalla todo lo referente a la problemática que presenta la empresa, y se enmarcan los objetivos que se piensa alcanzar con la investigación.

Para el Capítulo II se investiga y recopila toda la información necesaria y relevante con la cual podamos adquirir conocimientos fundamentales de los sistemas automáticos y de la optimización de procesos.

En el Capítulo III se detalla la manera y metodología que se va a utilizar para la recopilación de información necesaria de la empresa y de los procesos, con el fin de desarrollar el proyecto.

En el Capítulo IV es en donde se interpreta y analiza la información obtenida de la empresa y de los procesos, en base a las encuestas y observaciones realizadas.

Para el Capítulo V se detallan las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante todo el proceso de observación y análisis de la empresa, tomando muy en cuenta datos relevantes que presentaron las encuestas.

En el Capítulo VI se desarrolla la propuesta de una nueva distribución de planta utilizando el método de Muther y el método asistido por computadora con la ayuda del software WinQSB.

Para finalizar tenemos la bibliografía y los anexos en los que se sustenta la información

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **TEMA**

“DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE MANUFACTURA EN LA EMPRESA TENERÍA “INCA” S.A DE LA CIUDAD DE AMBATO.”

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### *Contextualización*

A nivel mundial la distribución de equipos y áreas de trabajo es un problema inevitable para todas las plantas ya sean industriales o de otro tipo, el solo hecho de colocar un equipo en el interior de un edificio ya es un problema de ordenación, los mismos que provocan altos costos de producción al no existir la minimización de la distancia a recorrer por el flujo de materiales entre actividades, tomando en cuenta que si el espacio es insuficiente, se reduce la productividad de la empresa, privando a los empleados de un lugar propio e incluso se generan riesgos para la salud y seguridad. Sin embargo, si el espacio es excesivo se provoca un aislamiento innecesario entre operarios, por lo que es importante reconocer que la disposición de planta determina la mejor ubicación de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los lugares de almacenamiento dentro de una unidad productiva, orientando al ahorro

de recursos, esfuerzos y otras demandas constituyendo así un sistema productivo capaz de lograr los objetivos fijados.

En el Ecuador la distribución de planta es un tema poco estudiado no existen publicaciones que permitan conocer la existencia o no de la realización de estudios de ordenamientos de planta, esto impide el mejor funcionamiento del proceso productivo en el país, incrementando los costos de producción por tiempos de espera y tiempos improductivos en los procesos de elaboración, disminuyendo la productividad de las empresas y por ende su rentabilidad.

En la provincia de Tungurahua las curtiembres carecen de un plan de mejora para la optimización de tiempos en los cuales es de suma importancia la distribución con las que cuentan sus plantas de producción.

Siendo Tenería Inca una empresa que en tiempo presente planea trasladarse a una nueva ubicación, demanda mejorar la distribución que posee la planta en la actualidad, en la que se puede apreciar claramente que las maquinarias se encuentran en distintos lugares sin poseer un tipo de flujo determinado existiendo así pérdidas de tiempos debido al gran manejo de materiales y al incremento de congestión de los mismos además los elementos de trabajo se encuentran en posiciones que no ayudan al funcionamiento eficaz de la empresa.

Tenería Inca al no poseer un ordenamiento de planta justificado se encuentra limitando el crecimiento y desarrollo de su producción por lo tanto limitando su productividad.

## Árbol del Problema

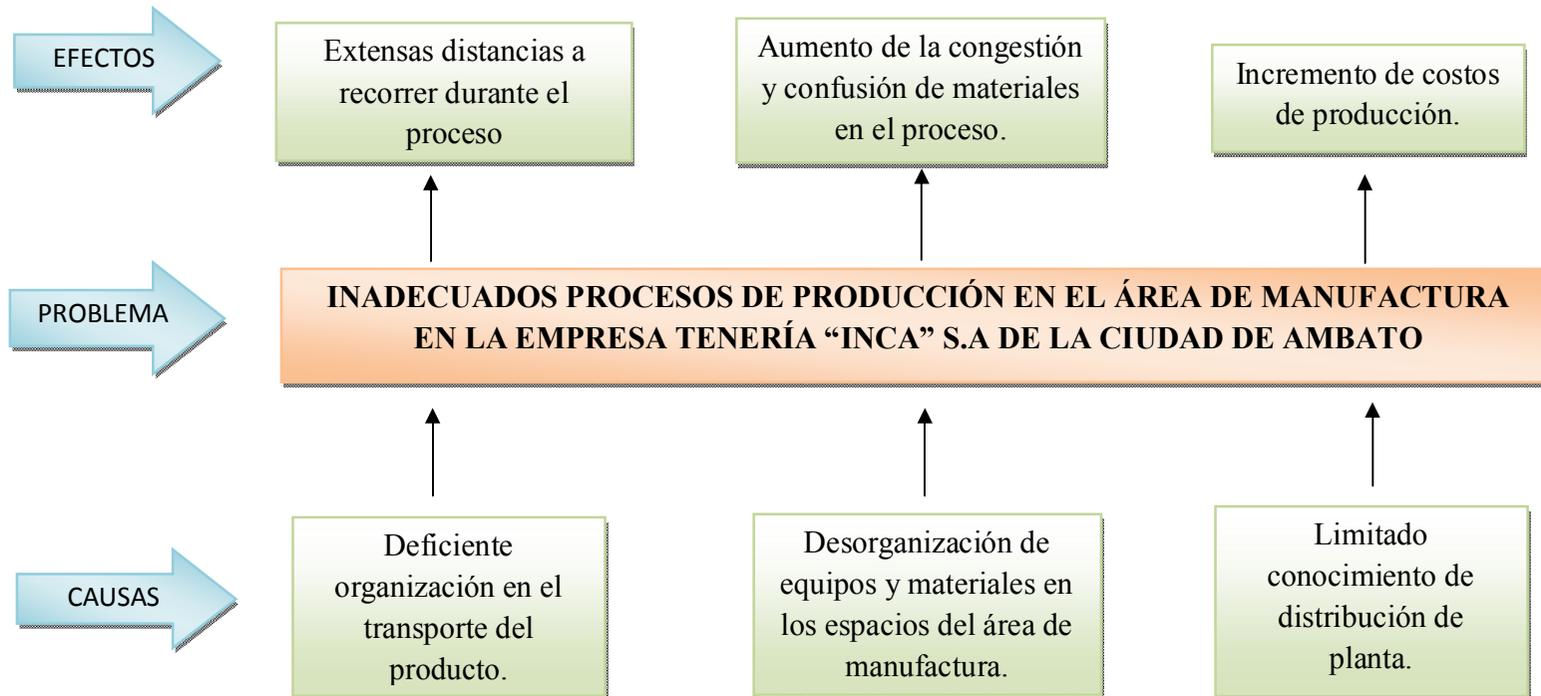


Gráfico N. 01: Relación Causa-Efecto  
Elaborado por: Investigadora

## **Análisis Crítico**

La deficiente organización en el transporte de los productos en la manufactura del cuero de la empresa Tenería Inca han originado desperdicios de recursos tanto humanos como económicos y materiales en el proceso, puesto que los obreros no poseen un trabajo delimitado en tiempo y labor, así mismo existe extensas distancias a recorrer durante el proceso influyendo así en la cantidad y calidad de producción que es capaz de lograr durante un periodo específico, dejando a un lado las decisiones sobre los objetivos, coherentes con la misión del negocio, a través de los cuales la empresa compete y trata de obtener cierta ventaja sobre la competencia.

La desorganización de equipos y materiales en los espacios del área de manufactura del cuero han ocasionado congestión y confusión de los mismos, causando así extensos recorridos de la materia prima en el proceso y por ende elevando los tiempos de producción, además el esfuerzo en el trabajo de los operarios aumenta ya que el manejo de los materiales entre actividades es mayor.

El limitado conocimiento de diseño de distribución de planta ha conllevado al incremento de costos de producción por la disminución del flujo del proceso en la elaboración del cuero debido a la inadecuada ubicación de maquinaria como también de materiales, originando costos irre recuperables de movimientos de materia prima, así mismo ocasionando un mayor consumo de energía.

## **Prognosis**

De continuar con la deficiente organización en el transporte del producto la empresa Tenería Inca se vería avocada a afrontar la disminución en la capacidad de producción debido a las extensas distancias a recorrer durante el proceso.

Igualmente de no dar atención a la desorganización de equipos y materiales en los espacios del área de manufactura la empresa tenería Inca debería enfrentar el malestar de sus operarios debido a la congestión y confusión que se provoca en los recorridos de materiales.

A más de esto la empresa Tenería Inca debería afrontar grandes pérdidas económicas al existir una condicionante para la optimización de costos de producción como es la demora en el flujo del proceso de manufactura del cuero, así como también el excesivo consumo de energía que se utiliza para el funcionamiento de la maquinaria lo que conllevaría a convertirse en una empresa no competitiva a nivel local y nacional.

### **Formulación del Problema**

¿Cómo influye la inadecuada distribución de planta en el desarrollo del proceso de producción del área de manufactura en la empresa tenería “INCA”S.A.?

### **Preguntas Directrices**

¿Cuáles son los recorridos actuales de materiales en el proceso de producción del área de manufactura de la empresa tenería “INCA”S.A. de la ciudad de Ambato?

¿Cuáles son los métodos de organización de equipos y materiales en el área de manufactura en la empresa tenería “INCA”S.A. de la ciudad de Ambato?

¿La distribución de planta mejorará los procesos de producción en el área de manufactura en la empresa tenería “INCA”S.A. de la ciudad de Ambato con una distribución de planta?

## **Delimitación del Problema**

- Campo:** Industrial y Manufactura.  
**Área:** Manufactura  
**Aspecto:** Gestión de procesos integrados de diseño y manufactura utilizando sistemas computacionales.

El proyecto investigativo se desarrolla en la empresa productora de cueros Tenería Inca la misma que está ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Izamba, dirección Avda. Indoamérica y Guadalajara a partir de la fecha de aprobación del presente proyecto con una duración de seis meses y se abarca una población de 14 personas. En relación con los contenidos se trata todo lo referente a la distribución de planta en el área de manufactura y al mejoramiento del desempeño del proceso de producción en la empresa.

## **Justificación**

Actualmente Tenería Inca siendo una empresa en crecimiento, se ha propuesto mejorar su proceso de producción, teniendo como limitante principal la distribución de planta.

Por lo que el tema a investigarse es de gran importancia ya que permite un adecuado ordenamiento de la planta productora de cueros para el mejoramiento del proceso de producción, optimizando los recorridos de las materias primas ahorrando así recursos humanos, materiales y económicos que pueden ser empleados en otras actividades, como también corroborando en su misión para la satisfacción plena de sus clientes con las que se logrará las metas de crecimiento, productividad y rentabilidad propuestas lo cual lleva a Tenería Inca ser una empresa mucho más competitiva a nivel local y nacional.

El continuo desarrollo tecnológico y el crecimiento empresarial así como las condicionantes de un mercado exigente y selectivo, lleva a pensar en una nueva ordenación de planta en el proceso de producción del cuero, para el mejoramiento significativo de la empresa y es el aporte científico y técnico que se otorga a tenería “INCA” S.A para el cambio del desempeño en el proceso de fabricación, por esta razón es de mucho interés la distribución de planta en el área de manufactura.

Además el proyecto permite poner en práctica los conocimientos teóricos, prácticos adquiridos durante toda la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización asimismo siendo beneficiarios los estudiantes de la facultad al tener un estudio sobre la distribución de planta el cual ayudará en su formación académica.

Este proyecto es factible de realizarse ya que se cuenta con el completo apoyo de todos quienes conforman Tenería Inca, debido a que una nueva distribución de planta optimizará el proceso de producción aumentando el rendimiento de la empresa; así como también ayudará al mejoramiento de la calidad del trabajo, lo cual beneficiará a todo el personal del área de producción.

Se cuenta también con personal especializado de la facultad quienes orientan el trabajo de investigación así como también de la bibliografía necesaria para poder sustentar el proyecto en la parte teórica.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Analizar la distribución de planta en el área de manufactura de la empresa Tenería “INCA” S.A y su incidencia en el desarrollo del proceso de producción.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los recorridos actuales de materiales en el proceso de producción del área de manufactura de la empresa tenería “INCA”S.A.
- Determinar las formas de organización de equipos y materiales en la empresa tenería “INCA”S.A para el área de manufactura.
- Plantear una propuesta de solución que permita mejorar el desarrollo del proceso de producción en la empresa tenería “INCA” S.A a través de una distribución de planta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes Investigativos**

Revisados los archivos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial se ha encontrado el siguiente trabajo: “Diseño para la distribución de nuevas instalaciones de la Empresa Instruequipos Cia. Ltda. en el Parque Industrial Ambato” Elaborado por el Ingeniero John Paul Reyes Vásquez.

En las conclusiones de su trabajo investigativo indica que la mejor distribución de maquinaria con sus respectivas áreas para la fabricación de estanterías metálicas modulares, productos de varilla, productos de platina y muebles produce un ahorro considerable de \$92 para el movimiento de materiales.

Así también se ha encontrado el trabajo con tema: “Distribución de planta en la empresa Incalsid para la optimización de la producción de calzado.” Elaborado por el Ingeniero Juan Carlos Pantoja Escudero.

En las conclusiones de su trabajo investigativo indican que la optimización de la producción de la empresa INCALSID se ve reflejada en la reducción del costo de mover el material, detectando cuánto invierte en transportes el operario, debido a las distancias entre procesos, la mejor distribución disminuye costos de operación y

distancias entre procesos; logrando de esta forma cumplir con las metas de este proyecto con respecto a la optimización de recursos.

Conclusiones que serán consideradas en el presente trabajo investigativo.

### **Fundamentación Legal**

Para el presente trabajo investigativo se ha tomado en cuenta los siguientes artículos: código orgánico de la producción, comercio e inversiones. Libro III. Del objetivo y ámbito de aplicación. Art. 4.t.Fomentar y apoyar la investigación industrial y científica, así como la innovación y transferencia tecnológica.

De la democratización de la transformación productiva y el acceso a los factores de producción. Art. 59.c. Apoyar el desarrollo de la productividad de las MIPYMES, grupos o unidades productivas organizadas, por medio de la innovación para el desarrollo de nuevos productos, nuevos mercados y nuevos procesos productivos.

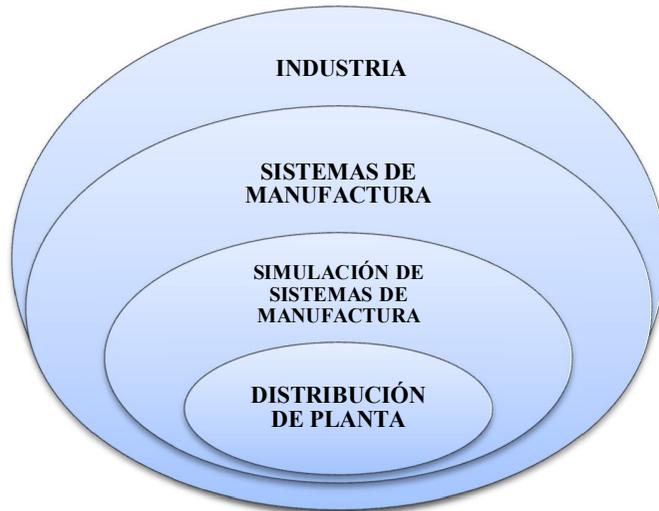
e. Apoyar el desarrollo de procesos de innovación en las empresas ecuatorianas, a través del diseño e implementación de herramientas que permitan a las empresas ser más eficientes y atractivas, tanto en el mercado nacional como en el internacional.

Codificación del código de trabajo. Capítulo IV. De las obligaciones del empleador y del trabajador. Art. 42.Son obligaciones del empleador:

Nº 8. Proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para la ejecución del trabajo, en condiciones adecuadas para que éste sea realizado.

## Categorías Fundamentales

### Variable Independiente



### Variable Dependiente



Gráfico N. 02: Categorías Fundamentales  
Elaborado por: Investigadora

### Constelación de Ideas de la Variable Independiente

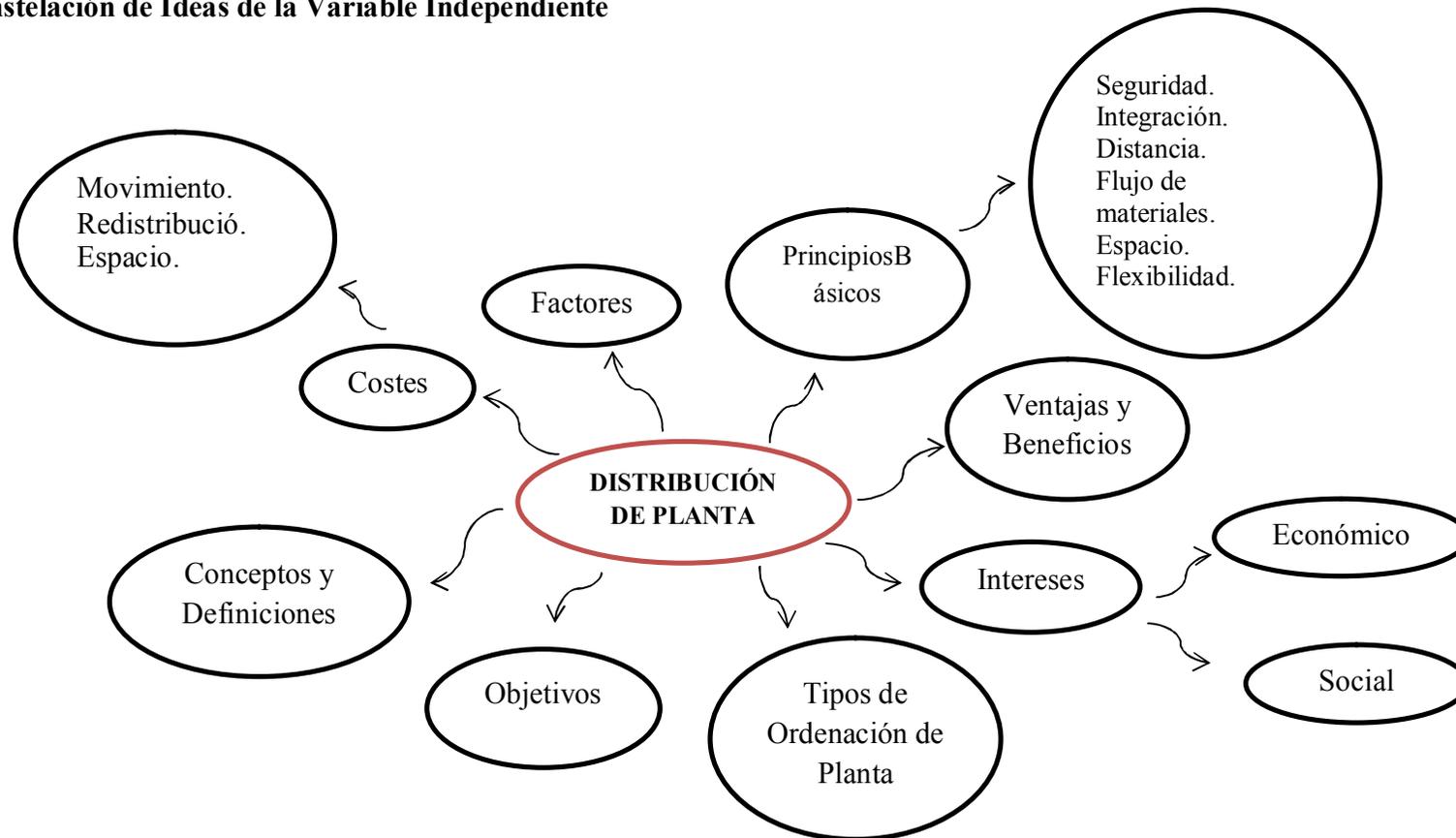


Gráfico N. 03: Constelación de Ideas de la V.I  
Elaborado por: Investigadora

### Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

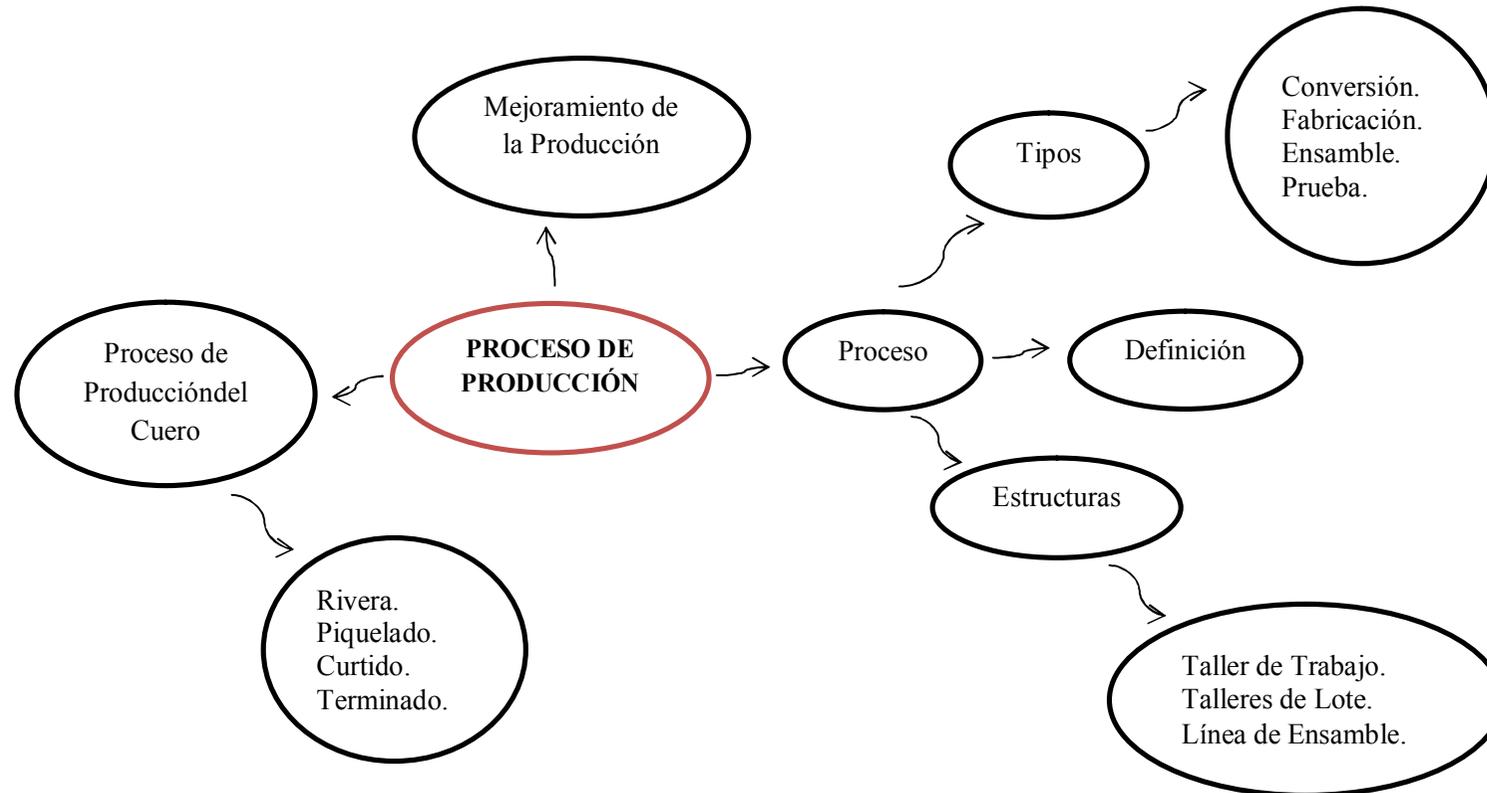


Gráfico N. 04: Constelación de Ideas de la V.D.  
Elaborado por: Investigadora

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### **Industria**

La industria es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados. Para su desarrollo, la industria necesita materias primas, maquinarias y equipos para transformarlas.

Desde el origen del hombre, este ha tenido la necesidad de transformar los elementos de la naturaleza para poder aprovecharse de ellos, en sentido estricto ya existía la industria, pero es hacia finales del siglo XVIII, y durante el siglo XIX cuando el proceso de transformación de los Recursos de la naturaleza sufre un cambio radical, que se conoce como revolución industrial.

### **Ingeniería Industrial**

Según ZANDIN, K. B. (2005):

*La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería que se ocupa del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas integrados de gente, dinero, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos. También trata con el diseño de nuevos prototipos para ahorrar dinero y hacerlos mejores.*

*La ingeniería industrial se ocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de hombres, materiales, equipos y energía. Se alimenta de conocimientos especializados y de la habilidad en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño en ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de esos sistemas.(p 1.12)*

Los bienes y servicios de que disfrutamos son, en realidad, productos acabados procedentes de varias actividades industriales. Son el resultado del trabajo de mucha gente. La producción de cada uno de ellos requirió la utilización de recurso financieros, trabajo y materias primas para obtener un resultado. Después, la

distribución de estos productos a lugares donde pudieran ser utilizados requiere también la colaboración de más gente y dinero.

La Ingeniería Industrial estudia la utilización racional de los recursos y el manejo óptimo de los sistemas de transformación de bienes y servicios, buscando emplear de manera adecuada en dichos sistemas los recursos humanos, técnicos, materiales y de información con la finalidad de obtener productos útiles a la sociedad o servicios de excelencia, protegiendo el medio ambiente. El desarrollo de la Ingeniería Industrial se ubica en la aplicación de técnicas, métodos y procedimientos en todos los factores que intervienen en dirección, procesos, distribución y aplicación a la Producción y de servicios a ella y en toda la empresa u organización donde se actúa.

### **Funciones de la Ingeniería Industrial**

Las funciones que cumple un ingeniero industrial son:

- Desarrollan métodos de manufactura, estándares de utilización del trabajo y sistemas de análisis de costos para promover la eficiencia en el personal y la utilización de la instalación.
- Recomiendan métodos para mejorar la utilización del personal, materiales y equipos.
- Planifican y establecen la secuencia de operaciones para fabricar y ensamblar partes o productos y promover la utilización eficiente.
- Aplican métodos estadísticos y realizar cálculos matemáticos para determinar los procesos de manufactura, requerimientos de personal, y los estándares de producción.
- Coordinan los objetivos de control de calidad y las actividades para resolver problemas de producción, maximizar la confiabilidad de los productos y minimizar los costos.

- Hacen acuerdos con los vendedores y el personal de administración acerca de las compras, procedimientos, especificaciones del producto, capacidades de manufactura y estado de los proyectos.
- Proyectan y diseñan la distribución de equipos, materiales y lugares de trabajo para ilustrar la eficiencia máxima utilizando herramientas de diseño y la computadora.
- Revisan las programaciones de la producción, especificaciones de ingeniería, órdenes, y la información relacionada para obtener conocimientos de los métodos de manufactura, procedimientos y actividades.
- Se comunican con la administración y el personal utilizado para desarrollar estándares de diseño y producción.
- Estiman la producción y el efecto del cambio en el diseño del producto para que la gerencia los revise, actúe y controle.
- Formulan procedimientos de muestreo, diseños y desarrollo de formas e instrucciones para recolectar, evaluar y reportar datos de calidad y confiabilidad.
- Recolectan o revisan información recolectada para asegurar la difusión de los dibujos de ingeniería y la documentación de los problemas de producción.
- Estudian la secuencia de operaciones, flujo de materiales, informes funcionales, gráficos de la organización, y la información del proyecto para determinar las funciones y responsabilidades del trabajador.
- Comprometen al trabajador directo en la medición del producto, inspección, y actividades de prueba para asegurar el control de calidad y la confiabilidad.
- Implementan métodos y procedimientos para la disposición de materiales y partes defectuosas, y le asignan costos y responsabilidades.
- Evalúan la precisión y exactitud de producción, equipos de prueba y dibujos de ingeniería para formular planes de acción correctiva.
- Completan los reportes de producción, realizar ordenes, y materiales, herramientas, y listas de equipamiento.

Según HODSON, W. K. (2002) "La ingeniería Industrial es como una gran sombrilla que incluye una amplia variedad de tareas establecidas con el propósito de diseñar, establecer y mantener los sistemas administrativos para una eficiente operación."(p.1.3)

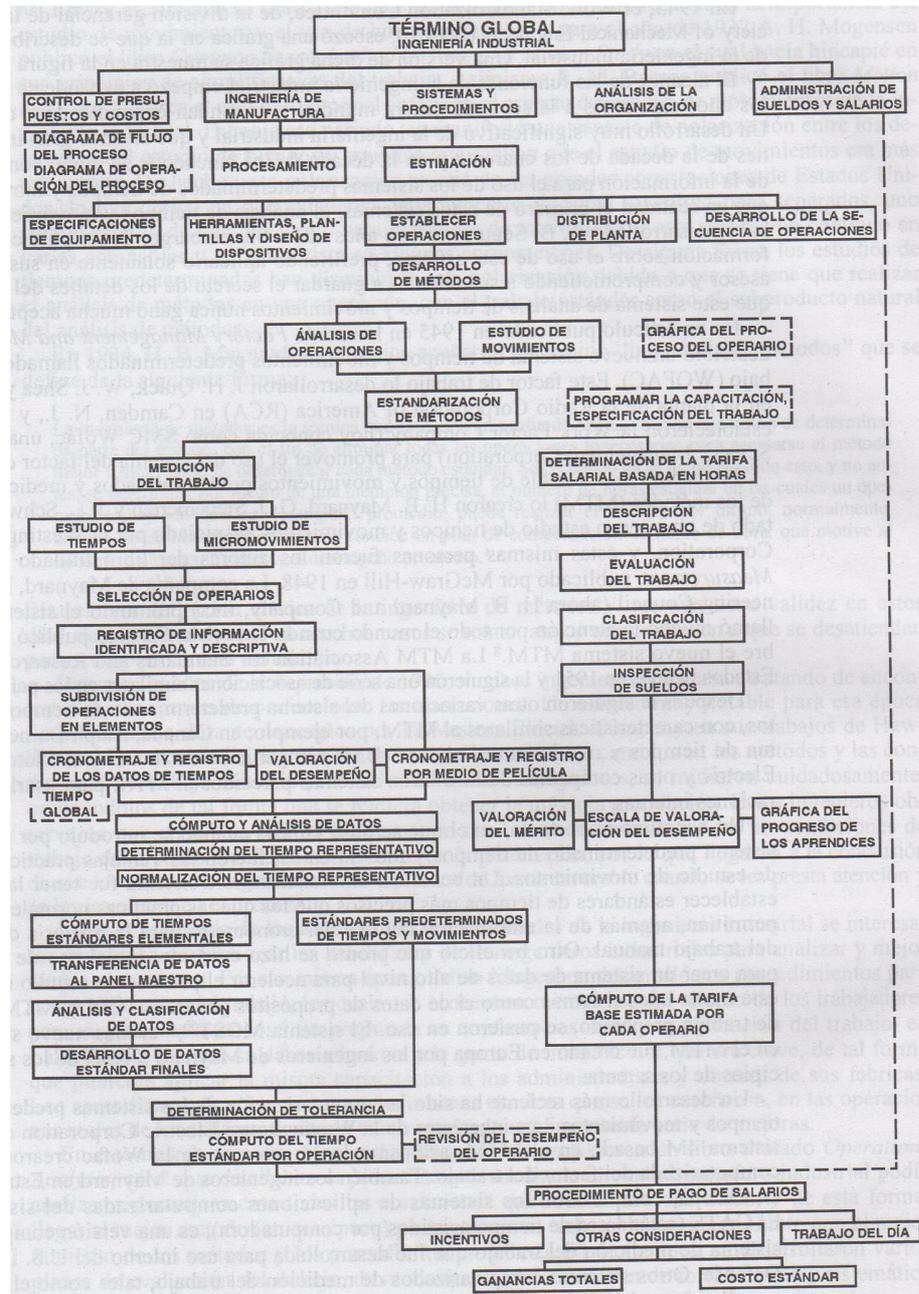


Gráfico N. 05: El Campo de la Ingeniería Industrial  
Fuente: Zandin, (2005)

## **Sistemas de Manufactura**

El sistema de manufactura implica la fabricación de productos que satisfagan a los clientes, en las fechas y términos estipulados con la calidad requerida y bajo principios de racionalización, de minimización de costos y maximización de utilidades.

En la administración de manufactura debemos prever la demanda de productos y factores de producción, ajustar la programación del trabajo, determinar los mecanismos de control, llevar a cabo el análisis y administración de las adquisiciones y del control de inventarios, determinar la localización de la planta, llevar a cabo métodos de trabajo y determinar los medios de medición, así como llevar a cabo el análisis y el control de costos.

## **Ingeniería de Manufactura**

La Ingeniería de Manufactura es una función que lleva acabo el personal técnico, y está relacionado con la planeación de los procesos de manufactura para la producción económica de productos de alta calidad. Su función principal es preparar la transición del producto desde las especificaciones de diseño hasta la manufactura de un producto físico. Su propósito general es optimizar la manufactura dentro de la empresa determinada. El ámbito de la ingeniería de manufactura incluye muchas actividades y responsabilidades que dependen del tipo de operaciones de producción que realiza la organización particular. Entre las actividades usuales están las siguientes:

- 1) Planeación de los procesos
- 2) Solución de problemas y mejoramiento continuo.
- 3) Diseño para capacidad de manufactura.

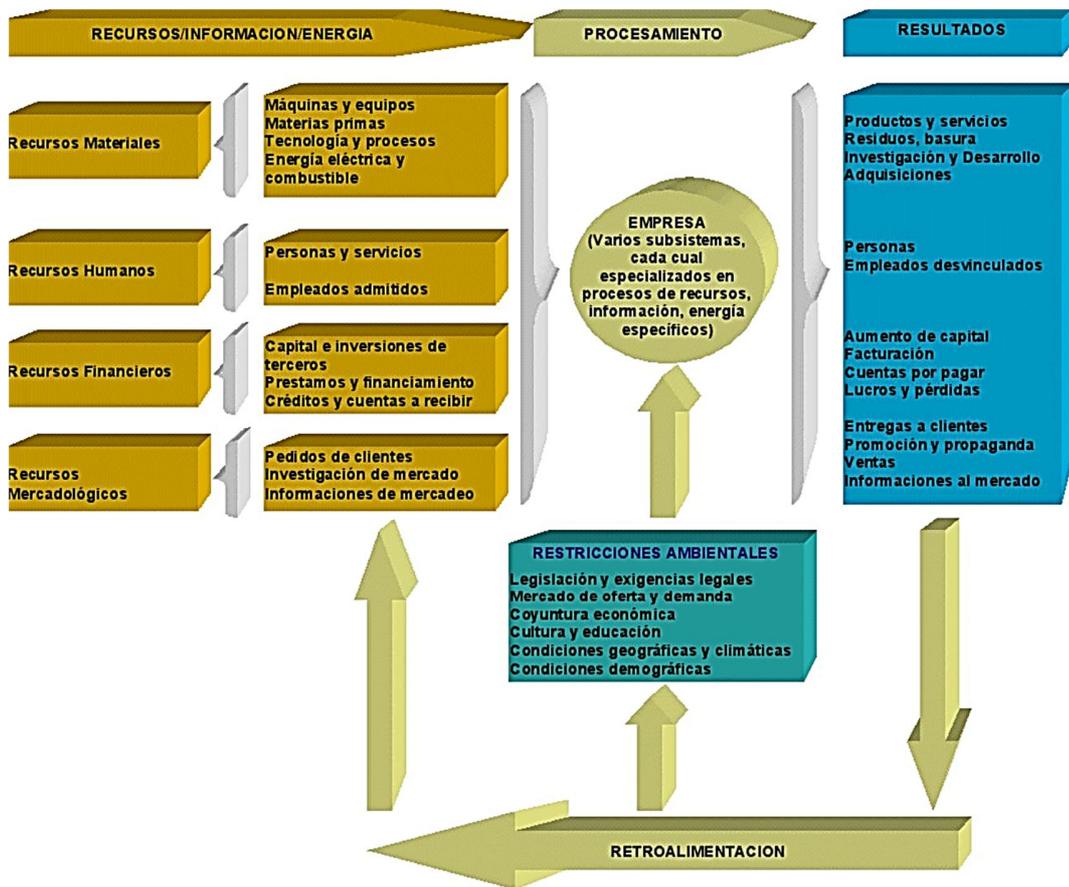


Gráfico N.06: Esquema del Proceso de Manufactura  
Fuente: Ramírez Fabiola (2008, <http://sistemas-fabiola.blogspot.com/>)

De esta forma, las áreas de responsabilidad que nos ayudan en la administración de manufactura son:

- Planeación y control de producción.
- Investigación, diseño y desarrollo del producto.
- Localización y distribución de la planta.
- Administración de adquisiciones y control de inventarios.
- Análisis de métodos de trabajo, su medición y remuneración.
- Sistemas de calidad.
- Toma de decisiones.
- Financiamiento.

- Recursos Humanos.
- Mercado y competencia.

Como se puede observar la manufactura es un subsistema de la empresa u organización, que para alcanzar su objetivo requiere de estudios, análisis y toma de decisiones acordes a racionalizar los recursos para lograr ser productivo.

### **Simulación de Sistemas de Manufactura**

Según NAYLOR, T. (1988):

*La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo.*(p.112)

De acuerdo con SHANNON, R.:

*Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema.*(p.63)

### **Importancia de la Simulación en la Ingeniería**

Recientes avances en las metodologías de simulación y la gran disponibilidad de software que actualmente existe en el mercado, han hecho que la técnica de simulación sea una de las herramientas más ampliamente usadas en el análisis de sistemas. Además de las razones antes mencionadas, Thomas H. Taylor ha sugerido que un estudio de simulación es muy importante para la ingeniería de sistemas porque presenta las siguientes ventajas en el diseño de estos:

- A través de un estudio de simulación, se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema, al hacer alteraciones en el modelo del sistema y observando los efectos de esas alteraciones en el comportamiento del sistema.
- Una observación detallada del sistema que se está simulando puede conducir a un mejor entendimiento del sistema y por consiguiente a sugerir estrategias que mejoren la operación y eficiencia del sistema.
- La simulación de sistemas complejos puede ayudar a entender mejor la operación del sistema, a detectar las variables más importantes que interactúan en el sistema y a entender mejor las interrelaciones entre estas variables.
- La técnica de simulación puede ser utilizada para experimentar con nuevas situaciones, sobre las cuales tiene poca o ninguna información. A través de esta experimentación se puede anticipar mejor a posibles resultados no previstos.
- Cuando nuevos elementos son introducidos en un sistema, la simulación puede ser usada para anticipar cuellos de botella o algún otro problema que puede surgir en el comportamiento del sistema.
- En simulación cada variable puede sostenerse constante excepto algunas cuya influencia está siendo estudiada. Como resultado el posible efecto de descontrol de las variables en el comportamiento del sistema necesitan no ser tomados en cuenta. Como frecuentemente debe ser hecho cuando el experimento está desarrollado sobre un sistema real.

La simulación se utiliza en la etapa de diseño para auxiliar en el logro o mejoramiento de un proceso o diseño o bien a un sistema ya existente para explorar algunas modificaciones.

Se recomienda la aplicación de la simulación a sistemas ya existentes cuando existe algún problema de operación o bien cuando se requiere llevar a cabo una mejora en el comportamiento. El efecto que sobre el sistema ocurre cuando se cambia alguno de sus componentes se puede examinar antes de que ocurra el cambio físico en la planta para asegurar que el problema de operación se soluciona o bien para determinar el medio más económico para lograr la mejora deseada.

## **Distribución de Planta Asistida por Computadora**

### **WinQSB**

WinQSB es una aplicación versátil que permite la solución de una gran cantidad de problemas: administrativos, de producción, de recurso humano, dirección de proyectos, etc.

WinQSB es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. El sistema está formado por distintos módulos, uno para cada tipo de modelo o problema. Entre ellos destacaremos los siguientes:

- **Análisis de muestreo de aceptación (Acceptance Sampling Analysis) (ASA):** Este programa desarrolla y analiza los planes de muestreos de tolerancias para atributos y características de calidad variable.
- **Planeación agregada (Aggregate Planning) (AP):** Soluciona los problemas de planeamiento agregado a las demandas de satisfacción del consumidor con mínimos o aceptables costos relacionados.
- **Análisis de decisiones (Decision Analysis) (DA):** El programa resuelve 4 típicos problemas de decisión: Análisis Bayesiano, análisis de tablas de rentabilidad, análisis de árbol de decisión y la teoría del juego de cero suma.

- **Linear programming (LP) and integer linear programming (ILP):** Este módulo incluye los programas necesarios para resolver el problema de programación lineal gráficamente o utilizando el algoritmo del Simplex; también permite resolver los problemas de programación lineal entera utilizando el procedimiento de Ramificación y Acotación (Branch&Bound).
- **Diseño y localización de planta (Facility Location and Layout):** Resuelve tres problemas: facilidad de localización, diseño funcional y línea de equilibrio, incluye capacidades para:
  - Resolver localizaciones simples y múltiples.
  - Usar tres medidas de distancia diferentes.
  - Mostrar la solución en un gráfico.
  - Mostrar el diseño y análisis de distancia.
  - Problemas de línea de equilibrio, muestra el detalle de tareas asignadas y muestra la solución de la línea de diseño en un gráfico.
- **Linear Goal Programming (GP) and Integer Linear Goal Programming (IGP):** Resuelve modelos de programación multiobjetivo con restricciones lineales.
- **Programación de jornadas de trabajo (Job Scheduling) (JOB):** Este programa resuelve los problemas de taller de tareas y programación del flujo de trabajo usando generación heurística y aleatoria.
- **Quadratic Programming (QP) and Integer Quadratic Programming (IQP):** Resuelve el problema de programación cuadrática, es decir, problemas con función objetivo cuadrática y restricciones lineales. Utiliza un método Simplex adaptado. Los modelos de IQP los resuelve utilizando algoritmos de ramificación y acotación.
- **Network modeling (NET):** Incluye programas específicos para resolver el problema del transbordo, el problema del transporte, el de asignación, el problema del camino más corto, flujo máximo, árbol generador, y problema del agente viajero.

- **Planeación de Requerimiento de Materiales Material Requirements Planning (MRP):** El programa efectúa la planeación de requerimiento de materiales y determina que, cuanto y cuánto cuestan los materiales y componentes que son requeridos para satisfacer un plan de producción de productos finales para un horizonte de planeación.
- **Nonlinear Programming (NLP):** Permite resolver problemas no lineales irrestringidos utilizando métodos de búsqueda lineal, y problemas no lineales con restricciones utilizando el método SUMT (función objetivo con penalizaciones sobre el incumplimiento de las restricciones).
- **PERT/CPM:** Módulo de gestión de proyectos en los que hay que realizar varias actividades con relaciones de precedencia.

A cada uno de estos módulos se accede directamente desde la entrada a WinQSB en el menú principal, seleccionando respectivamente las siguientes opciones del menú:

- Linear and Integer Programming
- Goal Programming
- Quadratic Programming
- Network Modeling
- Nonlinear Programming
- PERT\_CPM

WinQSB utiliza los mecanismos típicos de la interface de Windows, es decir, ventanas, menús desplegables, barras de herramientas, etc. Por lo tanto el manejo del programa es similar a cualquier otro que utilice el entorno Windows.

Al acceder a cualquiera de los módulos se abre una ventana en la que debemos elegir entre crear un nuevo problema (**File > New Problem**) o leer uno ya creado (**File > Load Problem**). Las extensiones de los ficheros con los modelos las pone el

programa por defecto, por lo tanto solamente debemos preocuparnos del nombre, que no deberá tener más de 8 caracteres.

Todos los módulos del programa tienen en común los siguientes menús desplegables:

- **File:** incluye las opciones típicas de este tipo de menús en Windows, es decir, permite crear y salvar ficheros con nuevos problemas, leer otros ya existentes o imprimirlos.
- **Edit:** incluye las utilidades típicas para editar problemas, copiar, pegar, cortar o deshacer cambios. También permite cambiar los nombres de los problemas, las variables, y las restricciones. Facilita la eliminación o adición de variables y/o restricciones, y permite cambiar el sentido de la optimización.
- **Format:** incluye las opciones necesarias para cambiar la apariencia de las ventanas, colores, fuentes, alineación, anchura de celdas, etc.
- **Solve and Analyze:** esta opción incluye al menos dos comandos, uno para resolver el problema y otro para resolverlo siguiendo los pasos del algoritmo.
- **Results:** incluye las opciones para ver las soluciones del problema y realizar si procede distintos análisis de la misma.
- **Utilities:** este menú permite acceder a una calculadora, a un reloj y a un editor de gráficas sencillas.
- **Window:** permite navegar por las distintas ventanas que van apareciendo al operar con el programa.
- **WinQSB:** incluye las opciones necesarias para acceder a otro módulo del programa.
- **Help:** permite acceder a la ayuda on-line sobre la utilización del programa o las técnicas utilizadas para resolver los distintos modelos. Proporciona información sobre cada una de las ventanas en la que nos encontremos.

## **\Distribución de Planta**

### **Definición**

Según CHASE, R. (2009):

*La distribución de planta es aquella donde se encuentran ordenadas todas las áreas específicas de un planta ya sea industrial o de otro giro. El objetivo es arreglar los elementos en forma tal que permitan un flujo de trabajo ininterrumpido en una fábrica por lo que es importante reconocer que la ordenación de planta orienta al ahorro de recursos, esfuerzos y otras demandas.(p.207)*

### **Las Distribuciones en el Pasado**

Las primeras distribuciones eran producto del hombre que llevaba a cabo el trabajo, o del arquitecto que proyectaba el edificio, se mostraba un área de trabajo para una misión o servicio específico pero no reflejaba la aparición de ningún principio.

Las distribuciones primitivas eran principalmente la creación de un hombre en su industria particular; había poquísimos objetivos específicos o procedimiento reconocidos, de distribución en planta.

Con el advenimiento de la revolución industrial, hace unos 170 años, se transformó en objetivo económico, para los propietarios el estudiar la ordenación de sus fábricas. Las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo. Se dieron cuenta también de que un taller limpio y ordenado era una ayuda tangible. A principios de siglo, la especialización del trabajo empezó a ser tan grande que el manejo de los materiales empezó también a recibir una mayor atención por lo que se refiere a su movimiento entre dos operaciones.

Con el tiempo, los propietarios o sus administradores empezaron a crear conjuntos de especialistas para estudiar los problemas de distribución. Con ellos llegaron los principios que se conocen hoy en día.

### **Costos en la Distribución de Planta**

La disposición ideal de una planta debe minimizar los costos totales o los costos de funcionamiento a largo plazo. Esto incluye no sólo los costos obviamente afectados por la distribución, como el movimiento de los materiales, sino también gran cantidad de costos que es muy probable que no sean tomados en cuenta. Algunos de los más importantes costos que se debe considerar son los siguientes:

#### **1. Movimiento de Materiales.**

Este es con toda seguridad el mayor coste afectado directamente por la disposición de planta. Para minimizarlo, la planta debe estar lo más mecanizada posible, evitando manipulaciones manuales, tanto como lo permita la propia planta y los productos afectados. El flujo de los materiales debe discurrir de manera regular desde la recepción y el almacenaje de las materias primas y semielaboradas hasta la entrega, pasando por las operaciones de producción.

#### **2. Redistribución y Ampliación.**

Si razonablemente puede preverse una ampliación o un cambio de la distribución en el futuro.

### **3. Utilización Económica del Espacio Disponible.**

Los ingresos que se obtengan del funcionamiento de la planta deben pagar las inversiones, la calefacción, la iluminación y el mantenimiento de cada metro cuadrado de terreno disponible. Debemos minimizar las distancias entre máquinas y partes del equipo y hacer el mejor uso de la altura del techo disponible.

#### **Naturaleza de los Problemas de Distribución de Planta**

Estos problemas pueden ser de cuatro clases:

- Proyecto de una planta completamente nueva.
- Expansión o traslado a una planta ya existente.
- Reordenamiento de una distribución ya existente.
- Ajustes menores en distribuciones ya existentes.

#### **Intereses de la Distribución de Planta**

La distribución en planta tiene dos intereses claros que son:

##### **Interés Económico**

Con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas.

##### **Interés Social**

Con el que persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

## **Objetivos de la Distribución de Planta**

- La integración de los factores pertinentes que afecten la distribución.
- La utilización eficiente de la maquinaria, de la gente y del espacio de la planta.
- Facilidad de expansión.
- Facilidad de reacomodo.
- Facilidad de adaptación a los cambios de producto, de diseño, de requisitos de venta y a las mejoras de los procesos.
- Una división clara o uniforme de las áreas, en especial, cuando están separadas por muros, pisos, pasillos principales y similares.
- La distancia práctica mínima para trasladar los materiales, los servicios de apoyo y a la gente.
- La secuencia para que el flujo de trabajo sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias, que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios.
- Comodidad para todos los empleados, tanto en las operaciones diarias como en las periódicas.
- Satisfacción y seguridad para todos los empleados.
- En general, consiste en hallar la ordenación más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.

## **Causas para una Redistribución**

Para llevar a cabo una distribución en planta se debe tener en cuenta cuáles son los objetivos estratégicos y tácticos que aquella habrá de apoyar y los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos.

La mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios internos y externos lo que hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria. Los motivos que hacen necesaria la redistribución se deben a tres tipos de cambios:

- En el volumen de la producción.
- En la tecnología y en los procesos.
- En el producto.

La frecuencia de la redistribución depende de las exigencias del propio proceso, puede ser periódicamente, continuamente o con una periodicidad no concreta.

Los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son:

- Congestión y deficiente utilización del espacio.
- Acumulación excesiva de materiales en proceso.
- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.
- Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Dificultad de control de las operaciones y del personal.

## **Principios Básicos de la Distribución en Planta**

### **Principio de la Satisfacción y de la Seguridad**

A igualdad de condiciones, es siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

### **Principio de la Integración de Conjunto**

La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

### **Principio de la Mínima Distancia Recorrida**

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

### **Principio de la Circulación o Flujo de Materiales**

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.

### **Principio del Espacio Cúbico**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.

## **Principio de la Flexibilidad**

A igualdad de condiciones es siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

## **Factores de la Distribución en Planta**

En la distribución en planta se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta. Estos factores que influyen en la distribución de planta son:

- Factor material.
- Factor maquinaria.
- Factor hombre.

## **Ventajas de Tener una Buena Distribución**

- Disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores.
- Circulación adecuada para el personal, equipos móviles, materiales y productos en elaboración, etc.
- Utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad.
- Seguridad del personal y disminución de accidentes.
- Localización de sitios para inspección, que permitan mejorar la calidad del producto.
- Disminución del tiempo de fabricación.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.

- Incremento de la productividad y disminución de los costos.

### Formatos Básicos de la Distribución para la Producción

Los formatos mediante los cuales se determinan la distribución de los departamentos en una instalación se definen por el patrón general del flujo de trabajo. Hay tres tipos básicos (distribución por procesos, distribución por productos y distribución por posición fija) y una tipo híbrido (distribución por grupo de tecnologías o por células.)

#### Distribución por Proceso

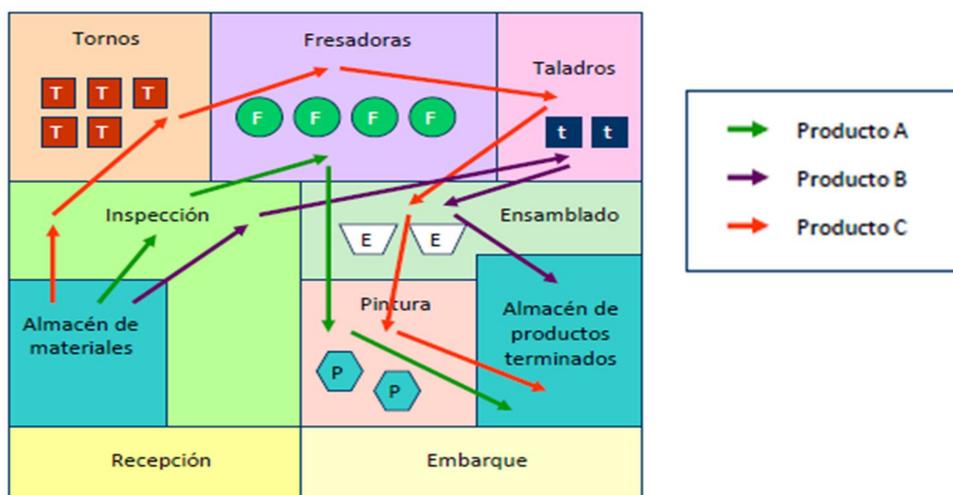


Gráfico N. 07: Distribución por Proceso  
Fuente: Cubillosa(2007, internet)

Una distribución por proceso (también llamada trabajo de taller o distribución funcional) es un formato en el que se agrupan equipos o funciones similares, por ejemplo, tornos en un área y troqueladoras en otra. Después, la parte que se está trabajando es transportada al área en donde están ubicadas las máquinas apropiadas para cada operación, conforme a la secuencia de operaciones establecidas.

## Distribución por Producto

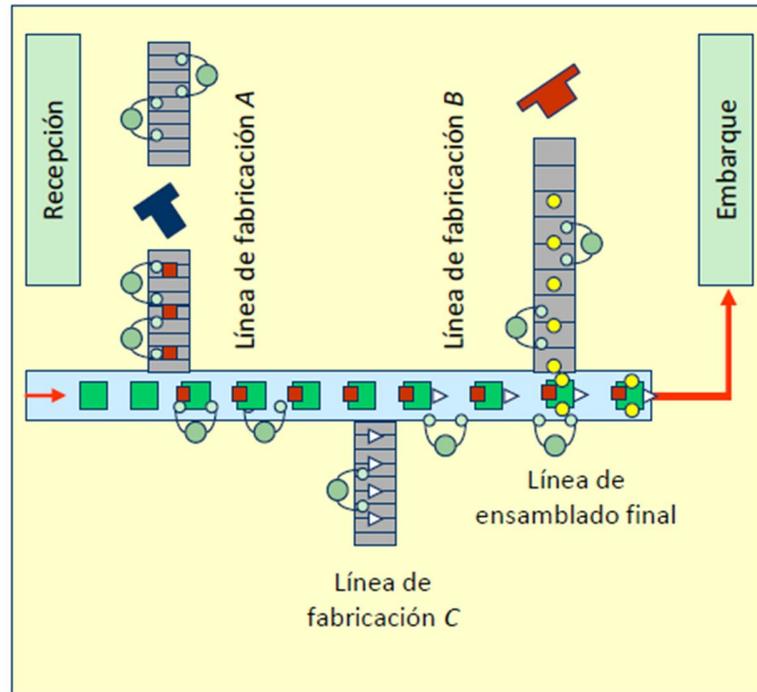


Gráfico N. 08: Distribución por Producto  
Fuente: Cubillosa (2007, internet)

Una distribución por productos (también llamada distribución de flujo de taller) es aquella en la que el equipo o los procesos de trabajo se arreglan de acuerdo con los pasos consecutivos que sigue la fabricación del producto. La trayectoria de cada parte es, en efecto, una línea recta. Las líneas de producción de calzado, las plantas de productos químicos y los lavados de automóviles son distribuciones por productos.

Toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno ó varios productos más o menos normalizados.

## Distribución por Grupos de Tecnologías

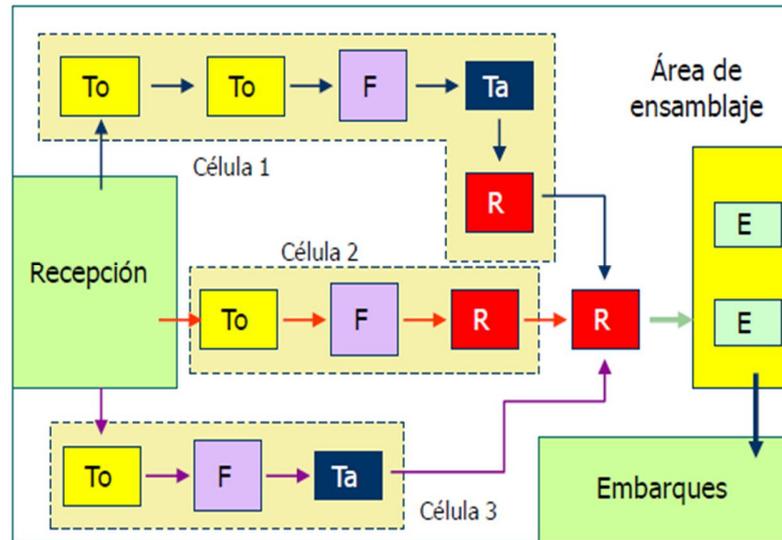


Gráfico N. 09: Distribución por Grupos de Tecnologías  
Fuente: Cubillosa (2007, internet)

Una distribución por grupos de tecnologías (o células) agrupa máquinas diferentes para formar centros de trabajo (o células) que elaboran productos con formas y requerimientos de procesamiento similares. Una distribución por grupo de tecnología (GT) es similar a la distribución por procesos porque las células están diseñadas para desempeñar una serie específica de procesos, y es similar a la distribución de productos. (Por grupo de tecnologías también nos referimos a la clasificación de partes y al sistema de codificación utilizado para especificar el tipo de máquinas que hay en una célula).

## Distribución por Posición Fija

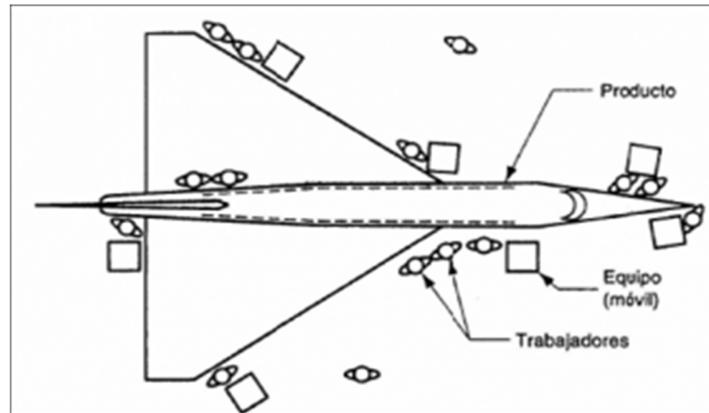


Gráfico N. 10: Distribución por Posición Fija  
Fuente: Cubillosa (2007,internet)

En una distribución por posición fija, el producto (en virtud de su volumen o peso) permanece en una sola ubicación. El equipo de manufactura es el que se mueve hasta el producto. Los sitios en construcción y los autocinemas son ejemplos de este formato.

Muchas instalaciones de manufactura presentan una combinación de dos tipos de distribución, es decir, un área para un producto determinado puede tener una distribución conforme al proceso, mientras que otra área puede tener una distribución conforme al producto. También es común encontrar plantas que operan por completo mediante la distribución por productos, por ejemplo un área de fabricación de partes seguida por un área de subensamble, y un área de ensamble final al término del proceso. Es posible utilizar diferentes tipos de distribución en cada área.

## **Estudio de una Distribución en Planta**

El estudio de una distribución en planta y su producto se realiza en la siguiente forma:

- Se recoge la información.
- Se consideran los datos obtenidos y se plantean las distribuciones parciales.
- Se plantea la distribución general.
- Se comprueba la circulación y se proyecta la distribución definitiva.

## **Información Requerida**

Los factores que influyen en el planteamiento de una distribución en planta son:

### **Productos**

Es necesario conocer los productos que se fabrican o tratan de fabricarse, así como su diseño, dimensiones, peso, cantidad, embalajes (si fuesen necesarios), etcétera.

### **Materiales**

Se deben conocer los materiales que intervienen en la fabricación, sus dimensiones, su forma de almacenamiento, si entre ellos hay piezas ya terminadas o semi-terminadas, etcétera.

### **Maquinaria**

Maquinaria que interviene, sus características de producción, dimensiones, peso, necesidades de fuerza, herramientas, etcétera.

## **Ciclo de Fabricación**

Naturalmente, el ciclo de fabricación es un factor primordial para decidir la distribución en planta. Se debe conocer el ciclo completo, operaciones, circulación, esperas, inspecciones, etcétera.

## **Operadores**

Otra información de gran importancia es la referida a los hombres y su categoría profesional que intervienen en toda la fabricación, no sólo en la parte operativa, sino también en los transportes, almacenes, etcétera.

## **Movimiento de Materiales y Productos Terminados**

Recipientes o bandejas para el traslado de materiales, medios mecánicos para estos traslados, estanterías, armarios, para los almacenamientos o esperas, etcétera.

## **Servicios**

Se incluyen en este apartado los de mantenimiento, servicios higiénicos, sanitarios, comedores, etcétera.

## **Versatilidad de la Distribución**

Se debe conocer si la planta cambia con frecuencia de fabricación, dato que debe tenerse bien presente.

## **Gestión de la Calidad**

Gestión de la Calidad se utiliza para describir un sistema que relaciona un conjunto de variables relevantes para la puesta en práctica de una serie de principios, prácticas y técnicas para la mejora de la calidad. Así pues, el contenido de Gestión de la Calidad se distingue por tres dimensiones:

- Los principios que asumen y que guían la acción organizativa.
- Las prácticas -actividades- que incorporan para llevar a la práctica estos principios.
- Las técnicas que intentan hacer efectivas estas prácticas.

## **Gestión por Procesos**

### **Definición**

Según CHASER. (2009):

*La Gestión por Procesos (Business Process Management) es una forma de organización diferente de la clásica organización funcional, y en el que prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización. Los procesos así definidos son gestionados de modo estructurado y sobre su mejora se basa la de la propia organización.(P.121)*

La gestión de procesos aporta una visión y unas herramientas con las que se puede mejorar y rediseñar el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente y adaptado a las necesidades de los clientes.

## **Mejoramiento Continuo**

NIEBEL (2006) menciona que:

*El proceso de mejora continua es un concepto que pretende mejorar los productos, servicios y procesos. Es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones.(p.45)*

## **Mejoramiento de la Producción**

CHASE (2009) dice que *“Al hablar de mejoramiento de la producción estamos hablando de las formas, métodos y actividades utilizadas para mejorar la cantidad y calidad de los productos elaborados o producidos.”(p.63)*

## **Proceso**

El Diccionario de la Real Academia Española (2006) dice que *“Un proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos (entradas), denominados factores, en ciertos elementos (salidas), denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor”*.

En el gráfico N. 11 se observa claramente el diagrama de un proceso de producción en general.

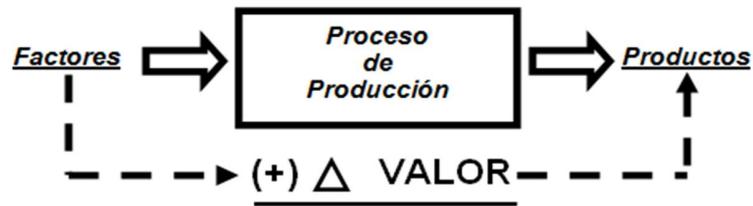


Gráfico N. 11: Proceso de Producción  
Elaborado por: Investigadora

Los elementos esenciales de todo proceso productivo son:

- Los factores o recursos: en general, toda clase de bienes o servicios económicos empleados con fines productivos.
- Las acciones: ámbito en el que se combinan los factores en el marco de determinadas pautas operativas.
- Los resultados o productos: en general, todo bien o servicio obtenido de un proceso productivo.

### **Selección del Proceso**

La selección del proceso se refiere, a la decisión estratégica que se hace al seleccionar la clase de proceso de producción que debe existir en la planta.

### **Tipos de Procesos de Producción**

Los procesos de producción se los puede clasificar como se muestra en la tabla 1, en la cual se puede observar claramente las principales características de cada uno de ellos.

Tabla N. 01: Procesos de Producción Existentes

<b>Tipos de producción.</b>	<b>Características de producción</b>	<b>Formas de producción.</b>	<b>Características del producto</b>	<b>Tipo de maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Continua</b>	Proceso automatizado y no hay etapa de montaje.	Automatizada y rutinaria.	De gran calidad y a gran escala. Con valor agregado ESTÁNDAR.	Compleja y automática.	Poca mano de obra. Poco calificada.	Proceso poco modificable, y correctamente diseñado
<b>En serie</b>	Intermitente, Flexible.	Automatizada, piezas montadas o conformadas. Piezas similares.	A gran escala, Estándar, similares.	Automática y compleja, multifunción, y maquinas manuales.	Calificada y especializada	Se realiza por montajes prediseñados.
<b>Cadena en montaje</b>	Hay una sucesión ordenada de puestos de trabajo. Hay etapa de montaje.	Automatizada Las piezas se ensamblan.	De gran calidad. A gran escala.	Automática y compleja	Calificada y especializada.	Se realiza mediante operaciones repetitivas.
<b>Producción a pedido</b>	Solo se fabrica cuando está el pedido del cliente.	Debe ser según las especificaciones del cliente.	Debe adaptarse a las necesidades del lugar y al uso que se le dará.	Depende del pedido.	Calificada y altamente especializada en diseño.	Poco modificable.
<b>Producción por proyecto.</b>	Se producen objetos para una tarea específica.	Secuencia de operaciones, obras civiles.	Son únicos y se diseñan especialmente.	Compleja automática. Interviene la mano de obra.	Mano de obra especializada.	No hay flujo de material ni fabricación de piezas en serie.
<b>Producción artesanal</b>	En el mismo lugar se agrupan el usuario, el artesano, el mercader y el transporte.	Manual, domiciliaria.	Producto de gran calidad. Producción reducida.	Casi nula.	Abundante, altamente especializada.	Fabricación manual.

Fuente: Robalino (2009, internet)

Tabla N. 01: Procesos de Producción Existentes

<b>Tipos de producción.</b>	<b>Características de producción</b>	<b>Formas de producción.</b>	<b>Características del producto</b>	<b>Tipo de maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Producción Industrial</b>	Precisa una estructura donde realizar la actividad necesaria para la producción.	Gira en torno al resultado del proceso.	De gran calidad, similares y a gran escala.	Más o menos compleja.	Cualificada.	
<b>Producción semi-artesanal.</b>	Tipo artesanal, pero responde a los requerimientos de una producción industrial.	En gran parte artesanal, requiere mucho trabajo manual.	Similares y de gran calidad.	Específica. Maquinas herramientas.	Especializada.	Producción a mediana escala.
<b>Producción semi-industrial</b>	Responde a una producción industrial. Tiene poco artesanal y muchas etapas mecanizadas.	Semiautomática no se modifica.	Similares y a mediana escala.	Se emplea una por cada operación.	Poco calificada.	Proyecto único. No se modifica hasta cambiar el producto.
<b>Experimental</b>	Referida a la construcción de modelos para la experimentación.	El diseño es informatizado. Producción automatizada con acabado artesanal.	Único y para experimentación e irreplicable.	Herramientas manuales y maquinas e alta complejidad.	Altamente especializada.	El objeto se usa para experimentación o demostración.
<b>Informatizada</b>	Se puede decir que es continua o semejante al arte.	Es comandada mediante un sistema computarizado.	Debe adaptarse a las necesidades del usuario.	Compleja y automatizada.	Calificada en CADD y CAM.	La organización de la fabricación es altamente compleja.

Fuente: Robalino (2009, internet)

## **Estructuras del Flujo del Proceso**

Una estructura del flujo del proceso se refiere a la forma en que una fábrica organiza el flujo de material utilizando una o más de las tecnologías de proceso anteriormente mencionadas.

Hayes y Wheelwright han identificado cuatro estructuras principales en el flujo del proceso:

### **Taller de Trabajo**

Es el caso de la producción de pequeños lotes de un gran número de productos diferentes, la mayoría de los cuales requieren una serie o secuencia diferente de pasos de procesamiento. Las empresas de impresión comercial, los fabricantes de aviones, los talleres de máquina y herramientas y las plantas que fabrican tablas de circuitos impresos diseñados sobre pedido son ejemplos de este tipo de estructura.

### **Taller de Lotes**

En esencia es un taller de trabajo estandarizado hasta cierto punto. Por lo general se utiliza una estructura de este tipo cuando un negocio tiene una línea de producción relativamente estable, cada uno de los cuales se producen en lotes periódicos, ya sea sobre pedido o para el inventario. La mayoría de estos productos sigue los mismos patrones de flujo a lo largo de la planta. Algunos ejemplos son el equipo pesado, los dispositivos electrónicos y los productos químicos especializados.

### **Línea de Ensamble o Cadena de Montaje**

Es el caso de la producción de partes separadas que se mueven de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado, siguiendo la secuencia para fabricar el producto.

Algunos ejemplos son el ensamblaje manual de juguetes y electrodomésticos, así como el ensamblaje automático (llamado inserción) de componentes en un tablero de circuitos impresos. Cuando se emplea otros procesos en forma de línea junto con el ensamble, comúnmente se denomina línea de producción.

### **Proceso de Producción del Cuero al Cromo**

Al iniciar el proceso los cueros son tratados con sal por el lado carne, con lo que se evita la putrefacción y se logra una razonable conservación, es decir, una conservación adecuada para los procesos y usos posteriores a que será sometido el cuero.

Una vez que los cueros son trasladados a la curtiembre, son almacenados en el saladero hasta que llega el momento de procesarlos de acuerdo a las siguientes etapas:

#### **Ribera**

En esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, en ella es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad. La sección de ribera se compone de una serie de pasos intermedios, que son:

- **Remojo:** proceso para rehidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excretas y suciedad en general.
- **Pelambre:** proceso a través del cual se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición.
- **Desencalado:** proceso donde se lava la piel para remover la cal y luego aplicar productos neutralizantes, por ejemplo: ácidos orgánicos tamponados, azúcares y melazas, y ácido sulfoftálico.

- **Descarnado:** proceso que consiste en la eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido.
- **Purga enzimática:** el efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel, pero existen una serie de efectos secundarios sobre la elastina, restos de queratina de la epidermis y grasa natural de la piel. Su acción es un complemento en la eliminación de las proteínas no estructuradas, y una acción sobre la limpieza de la flor, la que se traduce en lisura de la misma, y le confiere mayor elasticidad.

### **Piquelado**

El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido fórmico y sulfúrico principalmente, que hacen un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno.

### **Curtido**

El curtido consiste en la estabilización de la estructura de colágeno que compone al cuero, usando productos químicos naturales o sintéticos. Adicionalmente, la curtición imparte un particular "tacto" al cuero resultante. Una variedad de productos químicos son usados, siendo el cromo el más importante.

## **Procesos Mecánicos de Post-Curtición**

A continuación del curtido, se efectúan ciertas operaciones mecánicas que propenden a dar un espesor específico y homogéneo al cuero. Estas operaciones son:

- Desaguado mecánico para eliminar el exceso de humedad, además permite entregarle una adecuada mecanización al cuero para los procesos siguientes.
- Dividido o partido del cuero para separar el lado flor del lado carne de la piel.
- Raspado para dar espesor definido y homogéneo al cuero.
- Recortes, proceso por el cual se elimina las partes del cuero que no van a tener una utilización posterior.

## **Procesos Húmedos de Post-Curtición**

Esto consiste en un reprocesamiento del colágeno ya estabilizado, tendiente a modificar sus propiedades para adecuarlas a artículos determinados. Este objetivo se logra agregando otros curtientes en combinación o no con cromo.

En este grupo de procesos se involucra el neutralizado, recurtido, teñido y engrasado del cuero.

## **Secado y Terminado**

Las bandas, una vez recurtidas, son desaguadas y retenidas para eliminar el exceso de humedad, además son estiradas y preparadas para luego secarlas. El proceso final incluye el tratamiento mecánico del lado flor y el descarnado, seguido de la aplicación de las capas de terminación.

La terminación consiste en anilinas o pigmentos dispersos en un binder, típicamente caseína o polímeros acrílicos o poliuretánicos, los que son aplicados por

felpa, pistola o rodillo. Lacas nitrocelulósicas o uretánicas pueden ser aplicadas con solventes orgánicos como capas de superficie.

Los sistemas de terminación basados en el no uso de solventes, están siendo desarrollados rápidamente con el consiguiente aumento de su aplicación.

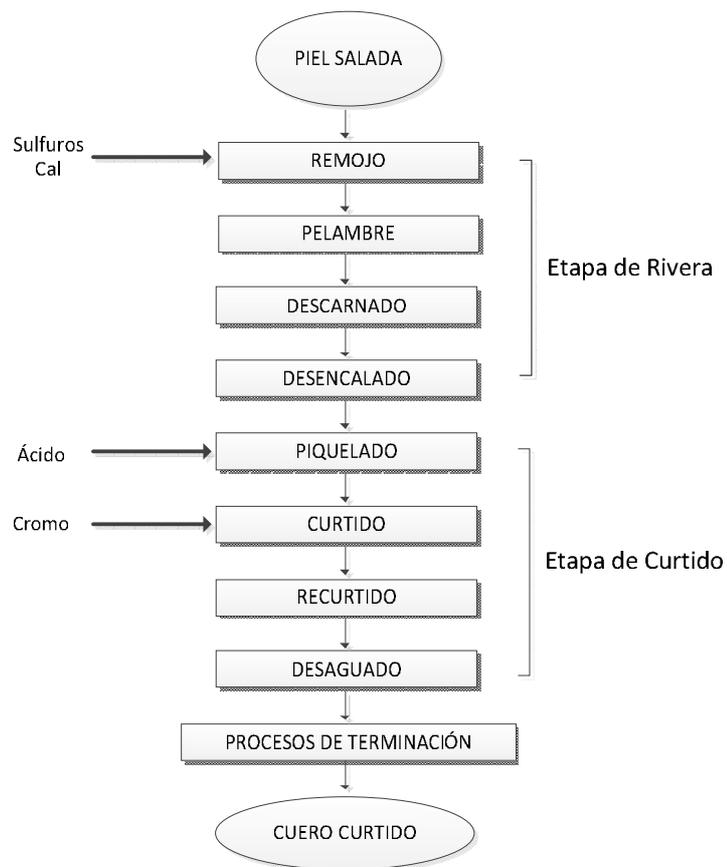


Gráfico N. 12: Diagrama de Flujo del Proceso de Curtido al Cromo  
Elaborado por: Investigadora

## **Proceso de Producción de Cuero en la Empresa Tenería INCA S.A**

### **1. Clasificación de la Piel**

Esta operación es la primera del proceso de producción, se selecciona la piel por tamaño si es costeño o serrano, por calidad A, B, C, si es grande, mediana o pequeña respectivamente, por daño o desgaste, posteriormente se pesa.



Gráfico N. 13: Área de Clasificación de Piel.  
Fuente: Investigadora

### **2. Pelambre**

Consta de 2 pasos los cuales son:

- **Remojo**

Se lava el cuero hasta llegar a 1 grado baumé, en esta operación se desprende de suciedad como: lodo, sangre, estiércol, consecutivamente se escurre el agua. Se llena nuevamente el bombo con agua, se agregan bactericidas, humectantes, encimas, producto alcalino para alcanzar 10 de PH. La finalidad de este proceso es devolver a la piel su estado de hinchamiento

natural puesto que las pieles llegan saladas o secas con un grado de deshidratación muy poco favorable a la reacción con productos curtientes.

- **Pelambre**

En este proceso se elimina de las pieles remojadas el pelo, para provocar esta reacción se añade al agua, cal, sulfuro, humectantes y auxiliares de pelambre los cuales penetran en el cuero provocando que se disuelvan las proteínas, además la piel se hincha abriendo sus fibras permitiendo el ingreso de los productos químicos anteriormente nombrado ayudando a aumentar el espesor para posteriormente poder ser descarnadas y divididas.



Gráfico N. 14: Tambor para el Proceso de Pelambre  
Fuente: Investigadora



Gráfico N. 15: Proceso de Pelambre  
Fuente: Investigadora

### 3. Dividido

En este paso se divide el cuero en dos bandas iguales.

### 4. Remojo

Se remoja la piel durante 24 horas.



Gráfico N. 16: Piscinas para el Proceso de Remojo.  
Fuente: Investigadora

### 5. Descarnado y Dividido

El descarnado es el proceso de eliminar los restos de carne, destrucción de pelo y eliminación de grasas.

El descarnado es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal) quedan, restos de carne y grasa que se eliminan para evitar el desarrollo de bacterias sobre la piel. Un descarnado correcto dará como resultado una piel-cuero de mejor aprovechamiento.

El proceso consiste en pasar la piel por medio de un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales muy filosas, la piel circula en sentido

contrario a este último cilindro, el cual está ajustado de tal forma que presiona a la piel, lo suficiente, como asegurar el corte (o eliminar definitivamente) sólo del tejido subcutáneo (grasa y/o carne) adherido a ella. Las pieles peladas, descarnadas y/o divididas, se denominan comúnmente pieles en tripa. El peso en tripa, medido en éste estado, sirve de base para el cálculo de las dosificaciones de productos químicos que se requieren para los procesos siguientes (desencalado, purga, piquelado y curtido).

## **6. Curtido**

Este paso se realiza en un tambor adecuado para realizar los siguientes pasos:

- **Lavado**

Se inicia el proceso lavando las pieles durante 10 minutos.

- **Desencalado**

El desencalado sirve para eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares, almacenada mecánicamente) contenida en el baño de pelambre y para el deshinchamiento de las pieles. La cal que se ha agregado al proceso durante la operación de pelambre, se encuentra en la piel en tres formas:

- Combinada con la misma piel.
- Disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y
- Depositada en forma de lodos sobre las fibras, o como jabones cálcicos formados por la saponificación de las grasas en la operación de pelambre.

Posteriormente se aplica productos neutralizantes, por ejemplo: ácidos orgánicos tamponados, azúcares y melazas, y ácido sulfofáltico.

- **Purga**

Es un complemento en la eliminación de las proteínas no estructuradas, y una acción sobre la limpieza de la flor, la que se traduce en lisura de la misma, y le confiere mayor elasticidad. Este proceso se efectúa con agua caliente. Posteriormente se escurre y se hace un lavado con agua fría.

- **Piquelado**

La finalidad de éste proceso es acidular hasta un determinado pH, las pieles en tripa antes de la curtición al cromo. Con ello se logra bajar los niveles de astringencia de los diversos agentes curtientes. En realidad se hace un tratamiento con sal y ácido fórmico que se regula en la piel en tripa en general a un valor  $< 3,8$  de pH, para evitar por ejemplo que en la siguiente etapa del curtido, las sales de curtientes eleven su basificación por la todavía residual alcalinidad de los procesos de purga (o rendido) y de desencalado. Si esta alcalinidad no se eliminara tendríamos una curtición en superficie, que conduciría a modificaciones de la flor (quebradiza y tacto áspero) del cuero.

- **Curtido**

La curtición es por definición la transformación de la piel en cuero, su finalidad es impedir la putrefacción del cuero, asimismo mejorar su apariencia y propiedades físicas, asegurando la estabilidad física y biológica del mismo. Este proceso se lo realiza añadiendo sales de cromo ya que las ventajas que representa este método se pueden enumerar como:

- Muy buen nivel de calidad constante y uniforme.
  - Producción racional.
  - Acabado económicamente ventajoso.
- **Basificado**

La basicidad de un complejo de cromo puede definirse como el porcentaje total de valencias primarias del átomo de cromo que están ocupadas por grupos hidróxilo (OH<sup>-</sup>). El cromo trivalente en solución tiene una fuerte atracción por los iones OH<sup>-</sup>. Las sales básicas de cromo se diferencian unas de otras por los números de grupos OH<sup>-</sup> unidos al átomo de cromo.

La basicidad puede expresarse en:

- doceavas partes, también llamados grados alemanes
- en porcentaje o grados Schorlemmer

Si el átomo cromo no tiene ningún grupo básico (ningún grupo OH<sup>-</sup> enlazado) su basicidad es 0.

Se aumenta la basicidad del curtiente de cromo mediante basificado, es decir, adición de productos de reacción alcalina, por ejemplo carbonato sódico, bicarbonato sódico. Así se obtiene un mayor poder curtiente y una fijación más completa del curtiente de cromo.

La basificación siempre ha sido un proceso complicado en la curtición al cromo, ya que errores en el basificado, como una incorrecta dosificación o una adición veloz da lugar a manchas.

Además se engrasa y se deja en el tambor durante 8 horas girando el tambor a 3rpm. Al término de este proceso se puede hablar de cuero, se conoce también como wet blue o cuero húmedo azul, en este punto se puede guardar sin riesgo a que se pudra.



Gráfico N. 17: Tambor de Curtición.  
Fuente: Investigadora

## 7. Ecurrido

Una vez terminada la curtición al cromo se procede a colocar el cuero sobre caballetes para evitar formación de manchas de cromo y se deja en reposo 24 horas para obtener una coordinación de la sal de cromo. Una vez pasada las 24 horas se traslada el cuero a la máquina escurridora.



Gráfico N. 18: Proceso de Ecurrido.  
Fuente: Investigadora



Gráfico N. 19: Máquina Ecurridora.  
Fuente: Investigadora

## 8. Rebajado

En este proceso el cuero es trasladado hasta la máquina raspadora el objetivo principal es conseguir una espesura uniforme, tanto en un cuero específico como en un lote de cueros.

La selección de la máquina de rebajar dependerá del tipo de trabajo de la curtiembre, de acuerdo al tamaño de los cueros a rebajar.

El grueso del rebajado determina el grueso final de los distintos tipos de cuero, después del rebajado ya no se hace ningún ajuste en relación al grosor.

Para cueros que se utilizan en vestimenta se ajusta el espesor a 0.7mm o 0.8mm.



Gráfico N. 20: Área de Rebajado.  
Fuente: Investigadora

## **9. Saneamiento**

Aquí se hace una revisión de las bandas liberándolas de hilachas que puedan afectar en el proceso de recurtido.

## **10. Recurtido**

Este proceso consta de los siguientes pasos:

- **Neutralizado**

En este momento del proceso se tiene un cuero curtido al cromo, escurrido y rebajado que aún está húmedo.

Antes de comenzar la recurtición hay que neutralizar el cuero para hacer posible que los recurtientes y colorantes penetren de forma regular en el cuero y evitar sobrecargar la flor y con ello las consecuencias negativas, al mismo tiempo con la neutralización se compensa las diferencias de ph entre pieles. Se realiza con agua a 40 grados centígrados se coloca neutralizantes y bicarbonato de amonio.

- **Recurtido**

Este paso se realiza con uno o más productos químicos como acrílicos y rellenanates para completar el curtido o darle características finales al cuero que no son obtenibles con la sola curtición convencional, un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura o para favorecer la igualación de tintura.

El recurtido es una de las operaciones más importantes porque influye directamente en el engrase, teñido y acabado definiendo las características finales del cuero.

- **Teñido**

El teñido consiste en conferirle al cuero una determinada coloración añadiendo anilina, la tonalidad puede ser superficial, en parte del espesor o en todo el espesor para mejorar su apariencia. El teñido de cualquier cuero requiere tomar en cuenta ciertos aspectos clave:

- Las propiedades intrínsecas del cuero que se desea teñir.
- Las propiedades que debe tener el teñido a realizar (tener mayor penetración, teñido superficial, con buena igualación, buena resistencia al sudor, buena solidez a la luz, etc).
- Las propiedades que tienen los colorantes que se van a emplear.
- Donde va a ser usado el cuero.

- **Engrasado**

El engrase es el último proceso en la fase acuosa o parte húmeda en la fabricación del cuero, en este proceso se incorpora sustancias grasas para obtener un cuero suave y flexible.

Las propiedades que se dan al cuero mediante el engrase son:

- Blandura por la descompactación de las fibras.
- Flexibilidad porque la lubricación externa permite un menor rozamiento de las células entre sí.
- Resistencia a la tracción y desgarro.
- Alargamiento.

- Humectabilidad.
- Permeabilidad al aire y vapor de agua.
- Impermeabilidad al agua.



Gráfico N. 21: Tambores del Área de Recurtido.  
Fuente: Investigadora

## 11. Secado

En este proceso se transportan las bandas al área de secado para ser extendidas al aire libre, se considera el mejor secado ya que no exige para nada a la piel, el cuero llega al equilibrio final en forma lenta, no usa energía eléctrica y mejora la elongación de la piel. La desventaja es que se necesita de gran espacio y lleva mayor tiempo en comparación con otros métodos.



Gráfico N. 22: Área de Secado.  
Fuente: Investigadora

## 12. Ablandado

Se golpea el cuero para ablandarlo durante un determinado tiempo según la utilización del mismo, esta operación se realiza en una zaranda, posteriormente se suaviza en la maquina ablandadora (rueda de ablandar). El ablandamiento es una operación que consiste en romper mecánicamente la adhesión entre las fibras confiriéndole al cuero flexibilidad y blandura. La finalidad del mismo consiste entonces en:

- Descomponer las fibras compactas durante el secado, esto hace que las fibras que sufrieron retracción vuelvan a sus posiciones originales.
- Promover una acción lubricante de los aceites de engrase instalados en la estructura fibrosa.



Gráfico N. 23: Área de Ablandado.  
Elaborado por: Investigadora



Gráfico N. 24: Máquina Ablandadora.  
Elaborado por: Investigadora

### 13. Secado en Toogling

El toggling consiste en el clavado del cuero en marcos metálicos de chapa perforada con ganchos especiales y secado controlado; en consecuencia, una unidad de toggling consiste en una cantidad de chapas perforadas colocadas en un secador de temperatura y humedad controladas. El cuero se estira y se sujeta mediante un número de abrazaderas (ganchos especiales o toggles) que se enganchan en las chapas. El toggling tiene la ventaja de permitir el secado de grandes cantidades de cuero en un espacio relativamente pequeño; además, durante el secado se estira el cuero. Tiene la desventaja de que resulta difícil mantener y controlar condiciones de temperatura y humedad



Gráfico N. 25: Máquina Toogling.  
Elaborado por: Investigadora



Gráfico N. 26: Área de Toogling.  
Elaborado por: Investigadora

## 14. Recorte

En esta operación se retira pequeñas partes totalmente inaprovechables con la ayuda de cuchillas, eliminando marcas de secaderos de pinzas, zonas de borde endurecidas, puntas o flecos sobresalientes.



Gráfico N. 27: Área de Recorte.  
Elaborado por: Investigadora

## 15. Esmerilado

Se somete a la superficie del cuero a una acción mecánica de un cilindro revestido de papel de esmerilar con esto se trata de homogenizar y mejorar el aspecto del mismo eliminando defectos.



Gráfico N. 28: Área de Esmerilado.  
Elaborado por: Investigadora

## **16. Desempolvado**

Consiste en retirar el polvo de la lija de la superficie del cuero, esta operación se la realiza en una zaranda.

## **17. Acabado**

En esta etapa se le da al cuero su apariencia final. Con la aplicación del acabado podemos conferir al cuero ciertas características tales como: coloración, tacto, solidez al color y uniformidad, brillo, duración, elegancia, así como resaltar más la naturalidad del artículo.

En su aplicación se realiza normalmente sobre la superficie de la flor del cuero, con una mezcla de sustancias de naturaleza química variada, que mediante su secado, forman una película, la cual será mate o brillante, transparente o turbia, elástica la cual nos permitirán mayor elongación del cuero ó dura según el artículo deseado.

## **Hipótesis**

La inadecuada distribución de planta en el área de manufactura influye en el desarrollo del proceso de producción de cueros en la empresa tenería “INCA”S.A

## **Señalamiento de Variables**

**Variable Independiente:** Distribución de Planta.

**Variable Dependiente:** Proceso de Producción.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Enfoque**

La presente investigación se encuentra enmarcada dentro del paradigma crítico propositivo por lo tanto tuvo un enfoque cuali-cuantitativo porque se realizará una investigación de todas las causas y factores referentes al tema del proyecto y la información proporcionada servirá de referencia para interpretarla con el sustento científico y profesional con lo que se pretendió solucionar el problema de distribución de planta en el área de manufactura en la empresa de curtiembres “Inca”S.A.

#### **Modalidad Básica de la Investigación**

##### **Investigación Bibliográfica – Documental**

Se realizará una investigación bibliográfica - documental para poder obtener información más profunda con respecto a problemas similares, de esta manera se recopilará información valiosa que servirá como sustento científico del proyecto, ampliando conceptualizaciones y criterios de diversos autores, de acuerdo a los objetivos del proyecto.

## **Investigación de Campo**

En el presente proyecto se aplicará la investigación de campo, ya que los datos que serán base de la propuesta se obtendrán directamente de las fuentes primarias de la empresa y en el lugar donde existe el problema.

## **Proyecto Factible**

Es un proyecto factible porque busca solucionar un problema existente en el contexto, respondiendo a necesidades e intereses de tipo industrial y tecnológico de la industria de curtiembres del centro del país, en este caso mejorando los tiempos de recorridos de la materia prima.

## **Nivel o Tipo de Investigación**

### **Exploratorio**

Se realiza una investigación que permite conocer las características actuales de tiempos recorridos y flujo de materiales de la empresa de curtiembres “Inca”S.A. sondeando de esta manera el problema dentro del contexto en el que se desarrolla.

### **Descriptivo**

El proceso investigativo tendrá un nivel descriptivo porque se analizará el problema, estableciendo comparaciones, se clasificará elementos y procesos según como se desarrolla el problema y las dificultades por las que se encuentra atravesando.

## **Explicativo**

Se llega a establecer la relación de una variable con la otra y la incidencia que tiene en la solución del problema, descubriendo causa y efecto llegando de esta manera a detectar factores que determinaron ciertos comportamientos que condujeron a establecer el ¿por qué? del problema.

## **Población y Muestra**

### **Población**

La población que será objeto de estudio abarca el área administrativa y personal del área de manufactura de la empresa de curtiembres “Inca” ubicado en la ciudad de Ambato, contando con el siguiente número de personas:

Tabla N. 03: Población y Muestra

<u>Personas</u>	<u>Número</u>
Administrativo	3
Obreros	11
Total	14

Elaborado por: Investigadora

Por ser un estrato pequeño la muestra con la que se trabaja, será toda la población que representa el estudio.

## **Recolección de Información**

### **Plan de Recolección de Información**

Para la recolección de la información se aplican encuestas a todo el personal de Tenería Inca S.A entre los cuales constaban el personal obrero, administrativo y de gerencia.

## Operacionalización de Variables

Tabla N. 04: Variable Independiente. Distribución de Planta.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items	Técnicas e instrumentos
La distribución de planta es la determinación del mejor ordenamiento posible de los factores disponibles, la cual orienta al ahorro de recursos, esfuerzos y otras demandas, para constituir un sistema productivo capaz de lograr los objetivos fijados.	Ordenación Física.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flujos de trabajo.</li> <li>- Tipos de distribución.</li> </ul>	<p>¿Tiene bien definidas las actividades que desarrolla en su puesto de trabajo?</p> <p>¿Cree usted que las materias primas se encuentran disponibles y con una cercanía suficiente para el desarrollo del proceso?</p> <p>¿Cree usted que la maquinaria se encuentra ubicada apropiadamente?</p>	<p>Encuesta Cuestionario Observaciones</p> <p>Encuesta Cuestionario</p> <p>Encuesta Cuestionario Observaciones</p>
	Ahorro de recursos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos.</li> </ul>	<p>¿Cuenta usted con todas las herramientas para realizar de forma adecuada su trabajo?</p> <p>¿Tiene usted un control de la producción que realiza durante su jornada laboral?</p>	<p>Encuesta Cuestionario Encuesta Cuestionario Observaciones</p>
	Sistema Productivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema.</li> <li>- Productivo.</li> </ul>	<p>¿Se implementa con frecuencia nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción del cuero?</p>	<p>Encuesta Cuestionario</p>

Elaborado por: Investigadora

Tabla N. 05: Variable Dependiente. Proceso de Producción.

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Items</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
<p>El proceso de producción es la utilización de técnicas y procedimientos que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica con el fin de transformar los elementos de entradas en elementos de salidas tras un proceso en el que se incrementa su valor con el objetivo de mejorar la calidad del producto terminado.</p>	<p>Técnica y Procedimientos.</p> <p>Transformar elementos.</p> <p>Calidad.</p>	<p>Recorridos.</p> <p>Tiempos.</p> <p>Procesos de manufactura.</p> <p>Calidad.</p>	<p>¿Considera que los recorridos que realiza el producto en proceso son muy extensos?</p> <p>¿Considera que los recorridos que usted realiza durante el proceso de manufactura del cuero son extensos?</p> <p>¿Existe un tiempo estándar para el proceso que usted realiza?</p> <p>¿Considera que es necesaria una nueva distribución de maquinaria y puestos de trabajo?</p>	<p>Encuesta Cuestionario Observaciones</p> <p>Encuesta Cuestionario Observaciones</p> <p>Encuesta Cuestionario</p> <p>Encuesta Cuestionario</p>

Elaborado por: Investigadora

## **Procesamiento y Análisis de la Información**

### **Plan que se Emplea para Procesar la Información Recogida**

Lo primero que se realiza es la organización detallada de los resultados que presentaron las encuestas, realizando el respectivo procedimiento y valoración de cada una de las respuestas de las preguntas planteadas en la encuesta. Con esto se logró tener la información correctamente ordenada para su posterior análisis e interpretación.

### **Plan de Análisis e Interpretación de Resultados**

El análisis de los resultados se realiza con el siguiente procedimiento:

Se revisa la información recogida de las encuestas previamente planteadas; analizando y obteniendo los resultados, con la respectiva tabulación y gráficos adecuados, de los que se obtuvieron las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **Análisis e Interpretación de los Resultados de la Encuesta**

Para llegar a conocer la distribución de maquinaria, puestos de trabajo y el método que se utiliza para la producción de cuero en la actualidad; se determina la necesidad de realizar una encuesta a todo el personal que labora en la empresa tenería Inca, quienes comprenden obreros, personal administrativo y gerencia.

De la encuesta anteriormente mencionada se obtuvieron los siguientes resultados:

1. ¿Cree usted que las materias primas se encuentran disponibles y con una cercanía suficiente para el desarrollo del proceso?

Tabla N. 06: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 1

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	5	36%
No	9	64%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

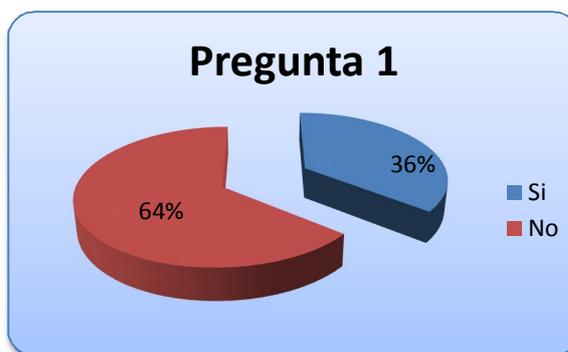


Gráfico N. 29: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 1  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 36% menciona que la materia prima si se encuentran disponibles y con la cercanía suficiente en el desarrollo de cada una de las actividades que realizan en su puesto de trabajo, mientras que el 64% restante considera que los materiales no se encuentran disponibles en ciertas etapas del proceso.

**Interpretación:** Con los resultados obtenidos se puede dar cuenta que la materia prima no se encuentra disponible y con la cercanía suficiente en ciertas etapas del proceso de producción de cuero, debido a las distancias que existen entre los lugares de almacenamiento de los materiales con los puestos de trabajo; dadas por la deficiente ordenación que existe en la empresa.

2. ¿Cree usted que la maquinaria se encuentra ubicada apropiadamente?

Tabla N. 07: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 2

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	43%
No	8	57%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

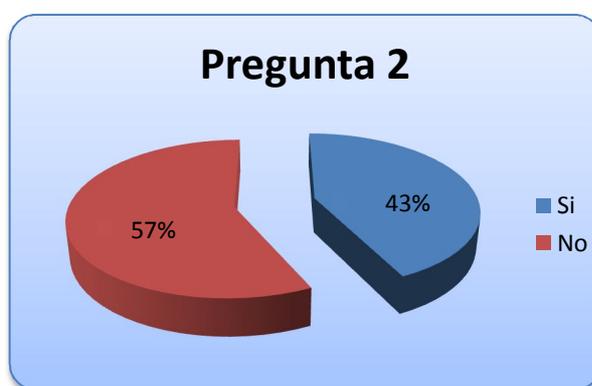


Gráfico N. 30: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 2  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 43% considera que se encuentra ubicada apropiadamente la maquinaria, mientras que el 57% restante menciona que podría existir una mejor ubicación de la misma.

**Interpretación:** Con las respuestas obtenidas se puede apreciar que la maquinaria no se encuentra ubicada apropiadamente en algunas etapas del proceso de producción de cuero, lo que provoca que los operarios adquieran un aislamiento innecesario entre su puesto de trabajo y las máquinas a operar; impidiendo así que los obreros, materiales y maquinaria trabajen conjuntamente y con efectividad.

3. ¿Existe un tiempo establecido por la empresa para el proceso que usted realiza?

Tabla N. 08: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 3

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	5	36%
No	9	64%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

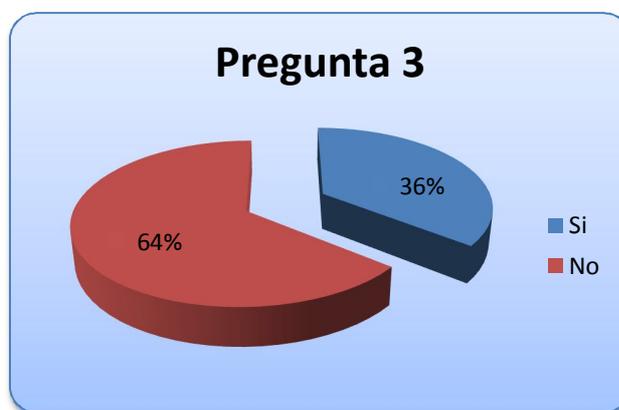


Gráfico N. 31: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 3  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 36% afirma que existe un tiempo estándar para realizar sus actividades, mientras que el 64% restante menciona que no se ha establecido por parte de la empresa un tiempo específico para ejecutar su labor.

**Interpretación:** Con las respuestas obtenidas se observa que el personal de la empresa no cuenta con un tiempo establecido para realizar sus actividades lo que conlleva al aumento del tiempo de fabricación del cuero, incrementando los costos de producción provocando la disminución de la productividad en la fábrica.

4. ¿Cuenta usted con todas las herramientas para realizar de forma adecuada su trabajo?

Tabla N. 09: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 4

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	29%
No	10	71%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

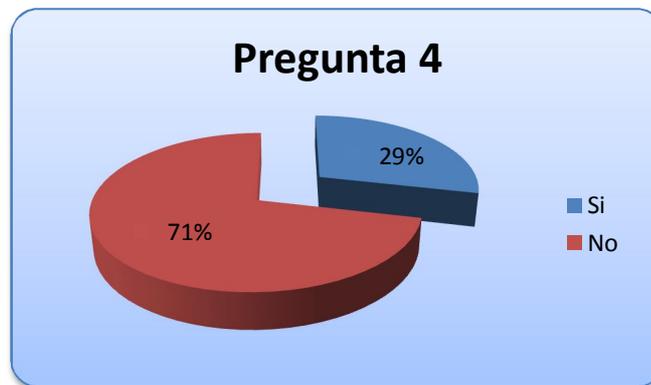


Gráfico N. 32: Gráfica estadística Porcentual de la Pregunta 4  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 71% considera que no posee las herramientas adecuadas para realizar su trabajo, mientras que el 29% restante menciona que si poseen los instrumentos necesarios para su labor diaria.

**Interpretación:** Este dato demuestra que los trabajadores no cuentan con las herramientas necesarias para realizar de forma adecuada su labor, impidiendo así que se desarrollen de manera ordenada las actividades, lo que conlleva a la disminución en la optimización de recursos.

5. ¿Tiene usted un control de la producción que realiza durante su jornada laboral?

Tabla N. 10: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 5

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	7	50%
No	7	50%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

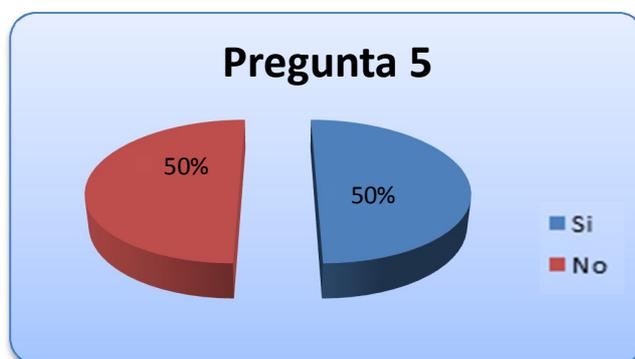


Gráfico N. 33: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 5  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 50% afirma que si posee un control de la producción que realiza en su jornada laboral, mientras que el 50% restante menciona que no cuentan con dicho registro.

**Interpretación:** Los datos muestran que la mitad de los operarios cuentan con un control de la producción que realizan en su jornada laboral ayudando así al buen funcionamiento de la empresa y contribuyendo a la eficiencia de la misma, pero hay que tomar en cuenta que la otra mitad impide el desarrollo en la fábrica al no poseer un registro de la producción que realiza durante el día.

6. ¿Tiene bien definidas las actividades que desarrolla en su puesto de trabajo?

Tabla N. 11: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 6

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	9	64%
No	5	36%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

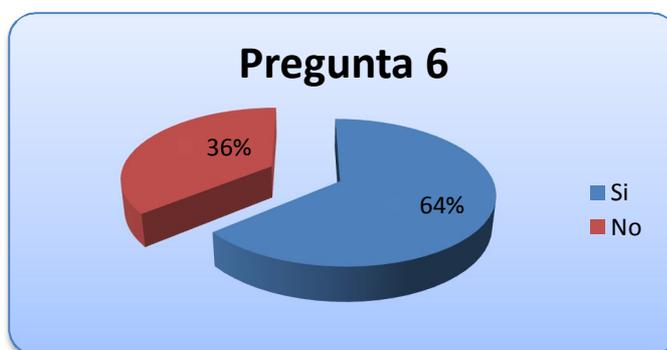


Gráfico N. 34: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 6  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 64% afirma que tienen bien definidas las actividades que realizan en sus puestos de trabajo, mientras que el 36% restante menciona que no poseen una actividad definida en la empresa.

**Interpretación:** Los indicadores demuestran que es preciso definir y complementar las actividades que se asigna a cada uno de los operarios para evitar pérdidas de tiempo y distancias innecesarias que se crean al recorrer distintos puestos de trabajo.

7. ¿Considera que los recorridos que realiza el producto en el proceso son muy extensos?

Tabla N. 12: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 7

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	10	71%
No	4	29%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

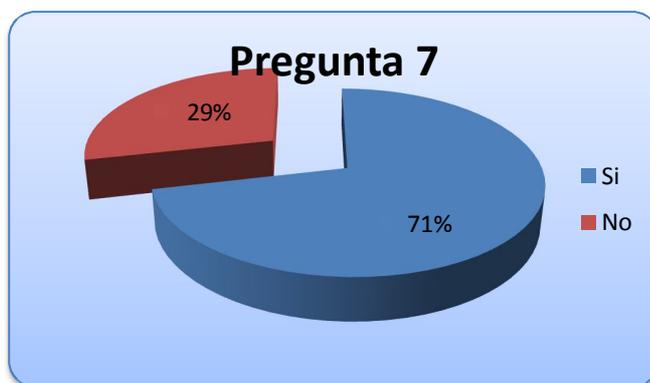


Gráfico N. 35: Gráfica estadística Porcentual de la Pregunta 7

Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 71% considera que los recorridos que realiza el producto en el proceso son extensos, mientras que el 29% restante menciona que no posee grandes recorridos el producto.

**Interpretación:** Estos resultados señalan que los recorridos del producto en el proceso son extensos, lo que conlleva al aumentando en los costos de producción al no existir la minimización de la distancia a recorrer por el flujo de materiales entre actividades.

8. ¿Considera que los recorridos que usted realiza durante el proceso de manufactura del cuero son extensos?

Tabla N. 13: Cuadro estadístico Porcentual de la Pregunta 8

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	43%
No	8	57%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

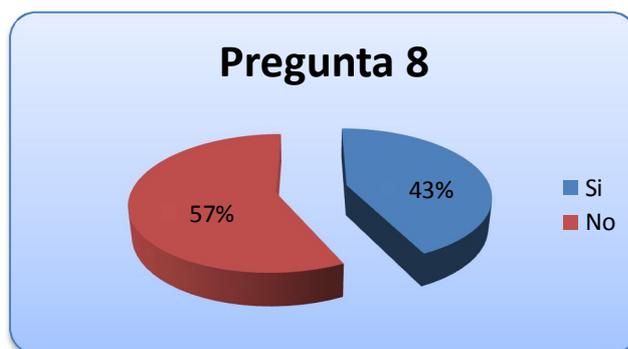


Gráfico N. 36: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 8  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 43% considera que realiza un recorrido extenso en su puesto de trabajo, mientras que el 57% restante menciona que no realiza un recorrido extenso en su lugar de trabajo.

**Interpretación:** Los datos muestran que en la mayoría de actividades que se realiza en cada uno de los puestos de trabajo no se recorre distancias considerables, pero existe un porcentaje de obreros los cuales hacen un gran recorrido durante la producción de cuero lo que conlleva a aumentar la congestión y confusión de materiales en el área de manufactura.

9. ¿Se implementa con frecuencia nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción del cuero?

Tabla N. 14: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 9

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	43%
No	8	57%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.

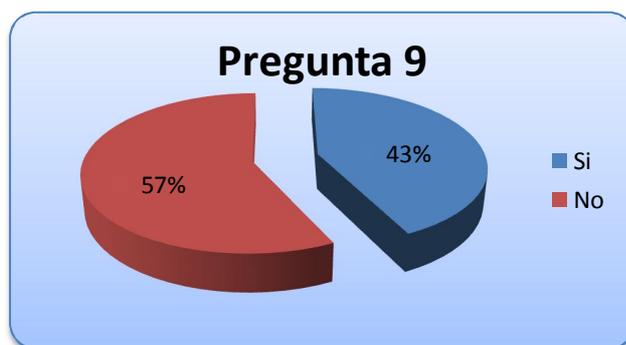


Gráfico N. 37: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 9  
Elaborado por: Investigadora

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 43% considera que si se implementan nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción, mientras que el 57% restante menciona que no se están implementando nuevas técnicas de mejora.

**Interpretación:** El resultado indica la necesidad de una mejora continua en los procesos de producción, debido a que la empresa se está quedando limitada en la utilización de técnicas y tecnologías antiguas de elaboración de cuero.

10. ¿Considera que es necesaria una nueva distribución de maquinaria y puestos de trabajo?

Tabla N. 15: Cuadro Estadístico Porcentual de la Pregunta 10

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Si	12	86%
No	2	14%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Investigadora.



Gráfico N. 38: Gráfica Estadística Porcentual de la Pregunta 10  
Elaborado por: Investigadora.

**Análisis:** Del total de la población encuestada, el 86% considera que es necesaria una nueva distribución de planta, mientras que el 14% restante menciona que no es necesaria una nueva distribución de planta.

**Interpretación:** El personal considera que si es necesaria una nueva distribución de planta en el área de manufactura pues se mejoraría el funcionamiento de las instalaciones lo que conllevaría a la minimización de costos de fabricación del cuero aumentando así la productividad en la empresa.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

Después de haber realizado una investigación detallada, se ha llegado a determinar las siguientes conclusiones:

- Los recorridos actuales en el proceso de manufactura en la empresa Tenería Inca provocan demoras al existir distancias innecesarias en el flujo de materiales, aumentando los tiempos de producción, influyendo así en la cantidad y calidad de fabricación que es capaz de lograr la organización durante un periodo específico.
- La maquinaria no se encuentra ubicada apropiadamente en ciertas etapas del proceso de manufactura del cuero, lo que provoca que los operarios adquieran un aislamiento innecesario entre su puesto de trabajo y las máquinas a operar; impidiendo la labor conjunta y efectiva entre los obreros, materiales y maquinaria, asimismo en el área de manufactura se puede observar claramente que las materias primas y las herramientas de trabajo no se encuentran con una cercanía suficiente para el desarrollo de la fabricación de cuero, lo que conlleva al aumentando en los costos de producción.

- La mayoría de quienes conforman la empresa Tenería Inca están de acuerdo en que una nueva distribución de maquinaria y puestos de trabajo en el área de manufactura favorecerá al proceso de producción del cuero, debido a que se optimizará el flujo de materiales, se aprovechará la mano de obra, se garantizará la salud y la seguridad de los trabajadores, se mejorará la calidad del producto y se disminuirá los costos de elaboración.

### **Recomendaciones**

- Al poseer la empresa Tenería Inca una línea de producción por pedido y semi-artesanal se debería tomar en cuenta la aplicación de mínimas distancias a recorrer por el flujo de materiales entre actividades lo cual ayudaría sustancialmente a la etapa de manufactura del cuero obteniendo productos en menor tiempo y de muy buena calidad sin desperdicios de recursos.
- Mejorar y actualizar la ordenación de maquinaria en base a la utilización de técnicas de recorrido y flujo de materiales en el proceso como también el uso de software, para disminuir la desorganización de equipos y materiales en los espacios del área de manufactura ayudando a la reducción de recorridos de la materia prima.
- Es importante que la empresa Tenería Inca siga desarrollándose con nuevas técnicas para el mejoramiento en el proceso de producción del cuero; para lo cual se recomienda la implementación de la distribución de planta en el área de manufactura desarrollada en la propuesta.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **Datos Informativos**

##### **Tema**

**“DISEÑO DE UNA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL ÁREA DE  
MANUFACTURA EN LA EMPRESA TENERÍA INCA S.A”**

**Institución Ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

**Beneficiarios:** Investigador, Empresa “Tenería INCA” y los estudiantes de la FISEI.

**Ubicación:** Provincia Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Izamba, Avda. Indoamérica Km 3 1/2.

**Tiempo Estimado Para la Ejecución:** 6 meses

##### **Equipo Técnico Responsable:**

- Investigadora
- Tutor
- Gerente y Jefe de planta
- Operarios

## **Antecedentes de la Propuesta**

Una vez propuesto el tema para el presente proyecto, se realiza una minuciosa investigación en las inmediaciones de la Empresa Tenería “INCA”, en donde se puede comprobar que la distribución de planta no es la más adecuada en el área de manufactura ya que existen una pérdida importante de tiempo en los recorridos entre las distintas áreas; lo cual conlleva a actividades que no le dan valor al producto, por consiguiente la organización posee un ineficiente proceso en la fabricación de cuero, limitando de esta manera el desarrollo tanto de la producción como de la empresa en sí.

Es importante mencionar que en la organización no se ha realizado ningún tipo de estudio o trabajos que sean similares al que se ha propuesto, por lo que es de vital importancia la realización del presente proyecto, con el único fin de mejorar el proceso de manufactura del cuero con lo que se ayudara al mejoramiento y crecimiento de la institución.

Cabe destacar que tanto el personal obrero, administrativo y gerencial de la empresa está consciente que se necesita una mejor distribución tanto de maquinaria como de puestos de trabajo, ya que esto permite disminuir las actividades que no agregan valor al producto, y así lograr que la empresa pueda disminuir costos de producción.

## **Justificación**

Debido a la dinámica del mundo en el que vivimos y a la continua competencia dentro de las industrias, es de suma importancia para las empresas estar en continua búsqueda de caminos hacia la reducción de sus costos y aumento de la productividad, en donde una importante herramienta para lograr esto es la distribución en planta, ya

que ésta proporciona mejoras en muchos aspectos, minimizar tiempos, espacios y costes, así como brindar un mejor funcionamiento de las instalaciones.

Con un nuevo diseño de distribución de planta se puede disminuir sustancialmente las actividades no productivas que muchas veces realizan los trabajadores en el recorrido del proceso de manufactura del cuero, logrando de esta manera posicionar al personal en otras actividades las cuales ayuden al mejoramiento de la empresa.

Uno de los principales beneficios de una nueva distribución de planta radica en la reducción de costos en la producción, debido a que se evita excesivas distancias a recorrer por la materia prima, integrando a los obreros, maquinaria, materiales y actividades auxiliares de modo que resulte el mejor compromiso entre todas las partes, lo que logra una notable optimización de espacio que asimismo ayuda a la ergonomía de los obreros, brindándoles un lugar adecuado para que organicen sus útiles de trabajo, herramientas y demás, así como la maquinaria, mesas, y cualquier tipo de inmueble necesario para las actividades a desarrollarse, lo que hace que el tema de investigación sea de gran valor para el mejoramiento de la empresa “INCA” S.A.

Además permite reducir o eliminar el material en proceso acumulado en los puestos de trabajo, esto es posible gracias a que los mismos son ubicados de tal forma que el producto en proceso fluye inmediatamente hacia la siguiente operación, lo cual permite la optimización del tiempo en la elaboración del cuero.

Cabe destacar que tanto el personal obrero, administrativo y gerencia de tenería “Inca” S.A esta consciente que se necesita una nueva distribución de planta en el área de manufactura, dado que la reducción de recorridos en el proceso permite disminuir las actividades que no agregan valor al producto ayudando a mejorar costos de producción.

Es importante señalar que la empresa cuenta con un área adecuada para realizar un correcto diseño de distribución de planta en el área de manufactura con una factibilidad muy grande de implementación del proyecto.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar la distribución de planta para el área de manufactura en la Empresa Tenería Inca S.A.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar una nueva distribución mediante el método planeación sistemática de la distribución (SLP).
- Determinación de parámetros requeridos por el software WinQSB.
- Aplicación del software para la ubicación automatizada de maquinaria.
- Determinación de la mejor distribución mediante los resultados obtenidos de las dos técnicas.
- Esquematizar la nueva distribución de planta.

## **Análisis de Factibilidad**

### **Económica – Financiera**

La propuesta planteada tiene factibilidad económica puesto que los líderes de la empresa están conscientes de las ventajas que se alcanzan con la reducción de tiempos en el proceso de manufactura del cuero razón por la cual están dispuestos a aportar con lo necesario para la futura implementación del presente proyecto.

## **Organizacional**

La factibilidad organizacional de este proyecto es muy clara debido a que quienes conforman la empresa Tenería Inca S. A., están de acuerdo y muy conscientes de las mejoras que se producirán con una nueva distribución de planta en el área de manufactura, debido a que se optimizará la organización de la maquinaria, se mejorará los tiempos de producción del cuero, se disminuirá el esfuerzo físico de cada trabajador. Es así que este proyecto beneficiará tanto a los operarios como al desarrollo de la empresa.

## **Científico – Técnica**

La propuesta sobre la distribución de planta en la empresa Tenería Inca S.A para el mejoramiento en el proceso de manufactura del cuero es factible desde el punto de vista técnico ya que los recursos que se utilizarán son de fácil acceso y comprensión, además las personas involucradas en el proceso no tendrían inconveniente en adaptarse a la nueva distribución puesto que ésta se basa en el mismo proceso que han venido realizando.

## **Ambiental**

Es factible la propuesta debido a que la empresa se desarrollará en un ambiente apto para la curtición de cueros puesto que la mayor parte de las operaciones del proceso implica el uso de agua para la preparación de baños con ciertos productos químicos, asimismo los desechos sólidos propios de la fabricación del cuero tendrán una mejor disposición en la nueva área de manufactura.

## Fundamentación Científico – Técnica

### Distribución en Planta

#### Tomado de: Distribución de planta (2011)

*La planificación de la distribución en planta incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad económica dentro de una instalación. Un centro de actividad económica es cualquier entidad que ocupe espacio: una persona o grupo de personas, la ventanilla de un cajero, una máquina, un banco de trabajo o una estación de trabajo, un departamento, una escalera o un pasillo, etc. El objetivo de la planificación de la distribución en planta consiste en permitir que los empleados y el equipo trabajen con mayor eficacia. Antes de tomar decisiones sobre la distribución en planta es conveniente responder a cuatro preguntas:*

*¿Qué centros deberán incluirse en la distribución? Los centros deberán reflejar las decisiones del proceso y maximizar la productividad. Por ejemplo, un área central de almacenamiento de herramientas es más eficaz para ciertos procesos, pero guardar las herramientas en cada una de las estaciones de trabajo resulta más sensato para otros procesos.*

*¿Cuánto espacio y capacidad necesita cada centro? Cuando el espacio es insuficiente, es posible que se reduzca la productividad, se prive a los empleados de un espacio propio e incluso se generen riesgos para la salud y seguridad. Sin embargo, el espacio excesivo es dispendioso, puede reducir la productividad y provoca un aislamiento innecesario de los empleados.*

*¿Cómo se debe configurar el espacio de cada centro? La cantidad de espacio, su forma y los elementos que integran un centro de trabajo están relacionados entre sí. Por ejemplo, la colocación de un escritorio y una silla en relación con otros muebles está determinada tanto por el tamaño y la forma de la oficina, como por las actividades que en ella se desarrollan. La meta de proveer un ambiente agradable debe considerar también como parte de las decisiones sobre la configuración de la distribución, sobre todo en establecimientos de comercio al detalle y en oficinas.*

*¿Dónde debe localizarse cada centro? La localización puede afectar notablemente la productividad. Por ejemplo, los empleados que deben interactuar con frecuencia unos con otros en forma personal, deben trabajar en una ubicación central, y no en lugares separados y distantes, pues de ese modo se reduce la pérdida de tiempo que implicaría el hecho de obligarlos a desplazarse de un lado a otro.*

*El proceso empieza manejando unidades agregadas o departamentos, y haciendo, posteriormente, la distribución interna de cada uno de ellos. A medida que se incrementa el grado de detalle se facilita la detección de inconvenientes que no fueron percibidos con anterioridad, de forma que la concepción primitiva puede variarse a través de un mecanismo de realimentación.*

*Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida; sin embargo, a medida que la organización crece y/o ha de adaptarse a los cambios internos y externos, la distribución inicial se vuelve menos adecuada, hasta llegar el momento en el que la redistribución se hace necesaria. Los motivos que justifican esta última se deben, con frecuencia, a tres tipos básicos de cambios:*

- En el volumen de producción, que puede requerir un mayor aprovechamiento del espacio.*
- En la tecnología y en los procesos, que pueden motivar un cambio en recorridos de materiales y hombres, así como en la disposición relativa a equipos e instalaciones.*
- En el producto, que puede hacer necesarias modificaciones similares a las requeridas por un cambio en la tecnología.*

(<http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>)

## **Principios Básicos de la Distribución en Planta**

### **1. Principio de la Satisfacción y de la Seguridad.**

A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

### **2. Principio de la Integración de Conjunto.**

La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

### **3. Principio de la Mínima Distancia Recorrida.**

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

### **4. Principio de la Circulación o Flujo de Materiales.**

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.

### **5. Principio del Espacio Cúbico.**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.

## **6. Principio de la Flexibilidad.**

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

### **Costos en la Distribución de Planta**

La disposición ideal de una planta debería minimizar los costes totales o los costes de funcionamiento a largo plazo. Esto incluye no sólo los costes obviamente afectados por la distribución, como el movimiento de los materiales, sino también gran cantidad de costes que es muy probable que no sean tomados en cuenta. Algunos de los más importantes costes que debemos considerar son los siguientes:

#### **Movimiento de Materiales.**

Este es con toda seguridad el mayor coste afectado directamente por la disposición de planta. Para minimizarlo, la planta debe estar lo más mecanizada posible, evitando manipulaciones manuales, tanto como lo permita la propia planta y los productos afectados. El flujo de los materiales debe discurrir de manera regular desde la recepción y el almacenaje de las materias primas y semielaboradas hasta la entrega, pasando por las operaciones de producción.

#### **Redistribución y Ampliación.**

Si razonablemente puede preverse una ampliación o un cambio de la distribución en el futuro.

### **Utilización Económica del Espacio Disponible.**

Los ingresos que se obtengan del funcionamiento de la planta deben pagar las inversiones, la calefacción, la iluminación y el mantenimiento de cada metro cuadrado de terreno disponible. Debemos minimizar las distancias entre máquinas y partes del equipo y hacer el mejor uso de la altura del techo disponible.

### **Naturaleza de los Problemas de Distribución de Planta**

Estos problemas pueden ser de cuatro clases:

- Proyecto de una planta completamente nueva.
- Expansión o traslado a una planta ya existente.
- Reordenamiento de una distribución ya existente.
- Ajustes menores en distribuciones ya existentes.

### **Intereses de la Distribución de Planta**

La distribución en planta tiene dos intereses claros que son:

#### **Interés Económico**

Con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas.

## **Interés Social**

Con el que persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

## **Objetivos de la Distribución de Planta**

- La integración de los factores pertinentes que afecten la distribución.
- La utilización eficiente de la maquinaria, de la gente y del espacio de la planta.
- Facilidad de expansión.
- Facilidad de reacomodo.
- Facilidad de adaptación a los cambios de producto, de diseño, de requisitos de venta y a las mejoras de los procesos.
- Una división clara o uniforme de las áreas, en especial, cuando están separadas por muros, pisos, pasillos principales y similares.
- La distancia práctica mínima para trasladar los materiales, los servicios de apoyo y a la gente.
- La secuencia para que el flujo de trabajo sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias, que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios.
- Comodidad para todos los empleados, tanto en las operaciones diarias como en las periódicas.
- Satisfacción y seguridad para todos los empleados.
- En general, consiste en hallar la ordenación más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.

En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

- Unidad. Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas ligada exclusivamente a la distribución en planta.
- Circulación mínima. El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
- Seguridad. La Seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- Flexibilidad. Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción.

### **Distribución de Planta por Proceso.**

Según BECERRA. (2013):

*También llamada taller de empleos o distribución funcional. Agrupa máquinas similares en departamentos o centros de trabajo según el proceso o la función que desempeñan. Por ejemplo, la organización de los grandes almacenes responde a este esquema. El enfoque más común para desarrollar una distribución por procesos es el de arreglar los departamentos que tengan procesos semejantes de manera tal que optimicen su colocación relativa. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto.*

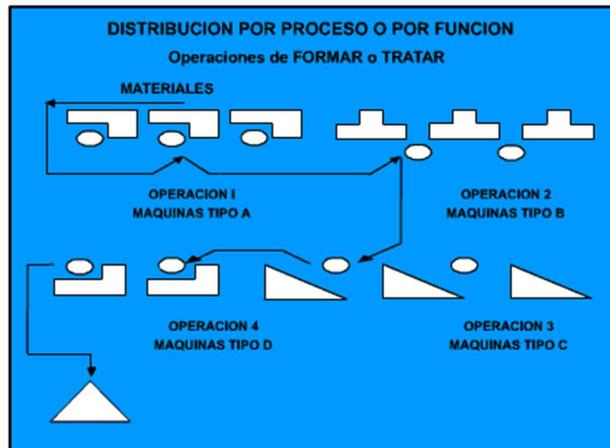


Gráfico N. 39: Distribución por Proceso

Fuente: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/leccion es/taxonomia/distribucionprocesos.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/leccion%20es/taxonomia/distribucionprocesos.htm)

### *Características*

- *Esta distribución es común en las operaciones en las que se pretende satisfacer necesidades diversas de clientes muy diferentes entre sí.*
- *El tamaño de cada pedido es pequeño, y la secuencia de operaciones necesarias para fabricarlo varía considerablemente de uno a otro.*
- *Las máquinas en una distribución por proceso son de uso general y los trabajadores están muy calificados para poder trabajar con ellas.*

### *Ventajas*

- *Menor inversión en máquinas debido a que es menor la duplicidad. Sólo se necesitan las máquinas suficientes de cada clase para manejar la carga máxima normal. Las sobrecargas se resolverán por lo general, trabajando horas extraordinarias.*
- *Pueden mantenerse ocupadas las máquinas la mayor parte del tiempo porque el número de ellas (de cada tipo), es generalmente necesario para la producción normal.*
- *Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento. Fácil, adaptable a gran variedad de productos. Cambios fáciles cuando hay variaciones frecuentes en los productos ó en el*

*orden en que se ejecuten las operaciones. Fácilmente adaptable a demandas intermitentes.*

- *Los operarios son mucho más hábiles porque tienen que saber manejar cualquier máquina (grande o pequeña) del grupo, como preparar la labor, ejecutar operaciones especiales, calibrar el trabajo, y en realidad, tienen que ser mecánicos más simples operarios, lo que proporciona mayores incentivos individuales.*
- *Los supervisores y los inspectores adquieren pericia y eficiencia, en manejo de sus respectivas clases de máquinas y pueden dirigir la preparación y ejecución de todas las tareas en éstas máquinas.*
- *Los costos de fabricación pueden mantenerse bajos. Es posible que los de mano de obra sean más altos por unidad cuando la carga sea máxima, pero serán menores que en una disposición por producto, cuando la producción sea baja. Los costos unitarios por gastos generales serán más bajos con una fabricación moderna. Por consiguiente, los costos totales pueden ser inferiores cuando la instalación no está fabricando a su máxima capacidad ó cerca de ella.*
- *Las averías en la maquinaria no interrumpen toda una serie de operaciones. Basta trasladar el trabajo a otra máquina, si está disponible o altera ligeramente el programa, si la tarea en cuestión es urgente y no hay ninguna máquina ociosa en ese momento.*

### *Desventajas*

- *Falta de eficiencia. Los lotes no fluyen a través del sistema productivo de una manera ordenada.*
- *Es frecuente que se produzcan retrocesos.*
- *El movimiento de unos departamentos a otros puede consumir períodos grandes de tiempo, y tienden a formarse colas.*
- *Cada vez que llega un lote a un nuevo centro de trabajo, suele ser necesario configurar las máquinas para adaptarlas a los requerimientos del proceso particular.*
- *La carga de trabajo de los operarios fluctúa con frecuencia, oscilando entre las colas que se forman en algunas ocasiones y el tiempo de espera se produce en otras.*
- *Sistemas de control de producción mucho más complicados y falta de un control visual.*
- *Se necesitan más instrucciones y entrenamiento para acoplar a los operarios a sus respectivas tareas. A menudo hay que instruir a los operarios en un oficio determinado.*

### *Cuando se Recomienda*

- *Cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente.*
- *Cuando se fabrican productos similares pero no idénticos.*
- *Cuando varían notablemente los tiempos de las distintas operaciones.*
- *Cuando se tiene una demanda pequeña o intermitente.*

*El tipo de distribución que se va a tomar en cuenta para el presente trabajo de investigación será por proceso, la misma que ofrece varios beneficios como se menciona en las líneas anteriores, es apropiada implementar cuando se requiere realizar varias veces la misma operación sobre el material en proceso, ayuda a la optimización de maquinaria, en vista de que el material será el que pase por ella; además contribuye notablemente a la variedad de productos finales obtenidos, de igual forma a los lotes de producción del mismo, entre otros, lo cual es favorable para la elaboración de calzado.*

(<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/taxonomia/distribucionprocesos.htm>)

### **Estudio de una Distribución de Planta**

El estudio de una distribución de planta se realiza en la siguiente forma:

1. Se recoge la información.
2. Se consideran los datos obtenidos y se plantean las distribuciones parciales.
3. Se plantea la distribución general.
4. Se comprueba la circulación y se proyecta la distribución definitiva.

## Planeación Sistemática de la Distribución de Muther

Un enfoque sistemático para la distribución de planta desarrollado por Muther (1973) se denomina planeación sistemática de la distribución (SLP). La meta de SLP es localizar dos áreas con alta frecuencia de interrelaciones lógicas cercanas una de la otra, usando un procedimiento de seis pasos:

### 1. Relaciones en la Gráfica

En el primer paso, se establecen las relaciones entre las diferentes áreas y se grafican en una forma especial llamada *diagrama de relaciones* como se observa en la gráfica 41. Una relación es un grado relativo de cercanía, deseada o requerida, entre distintas actividades, áreas, departamentos, cuartos, según lo determina el flujo de información (volumen, tiempo, costo, ruta) de una gráfica de recorrido o de manera más cualitativa de las interacciones funcionales o la información subjetiva. La gráfica 40 muestra los valores de las relaciones en una escala de 4 a -1, basado en las vocales que definen la relación por su nombre en inglés.

Relación	Calificación de cercanía	Valor	Líneas de diagrama	Color
Absolutamente necesaria	A	4	=====	Rojo
Especialmente importante	E	3	=====	Amarillo
Importante	I	2	=====	Verde
Ordinario	O	1	=====	Azul
(U) No importante	U	0	-----	
(X) No deseable	X	-1	~~~~~	Café

Gráfico N. 40: Clasificación de las Relaciones SLP  
Fuente: Niebel - Freivalds, (2009)



### 3. Diagrama de Relaciones de las Actividades

En el tercer paso se dibuja una representación visual de las distintas actividades. El analista comienza con las relaciones absolutamente importantes (A) y usa cuatro líneas paralelas cortas para unir las dos áreas. Después procede a las relaciones E con tres líneas paralelas de cerca del doble de longitud que las líneas A. Continúa este proceso con las relaciones I, O, etcétera, aumentando el largo de las líneas e intentando evitar cruces y confusiones como se observa en el gráfico N. 42.

Para las relaciones no deseables, las dos áreas se colocan tan lejos como sea posible y se dibuja una línea quebrada (que representa un resorte) entre ellas. (Algunos analistas pueden definir relaciones en extremo indeseables con valor -2 y una línea quebrada doble).

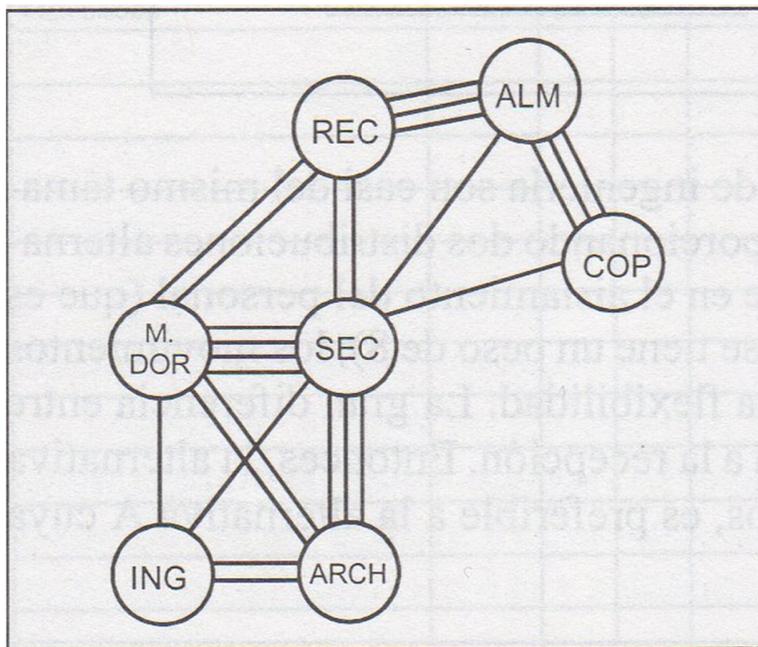


Gráfico N. 42: Diagrama Relacional de Actividades.  
Fuente: Niebel - Freivalds, (2009)

#### 4. Distribución Según la Relación de Espacio

Se crea la representación del espacio y se dibujan las áreas a escala en términos de su tamaño relativo. Una vez que la distribución se ve bien, se comprimen las áreas en un plano de la planta. Esto no es tan sencillo como se oye y tal vez sea necesario usar plantillas. Además, se pueden hacer modificaciones a esta distribución debidas a requerimientos de manejo de materiales (como la necesidad de localizar las áreas de recepción y envío contra una pared exterior), de almacenamiento (quizá con acceso exterior similar), de personal (una cafetería o los sanitarios cercanos), de características de construcción (actividades de una grúa en un área abierta; la operación del montacargas en la planta) y los servicios.

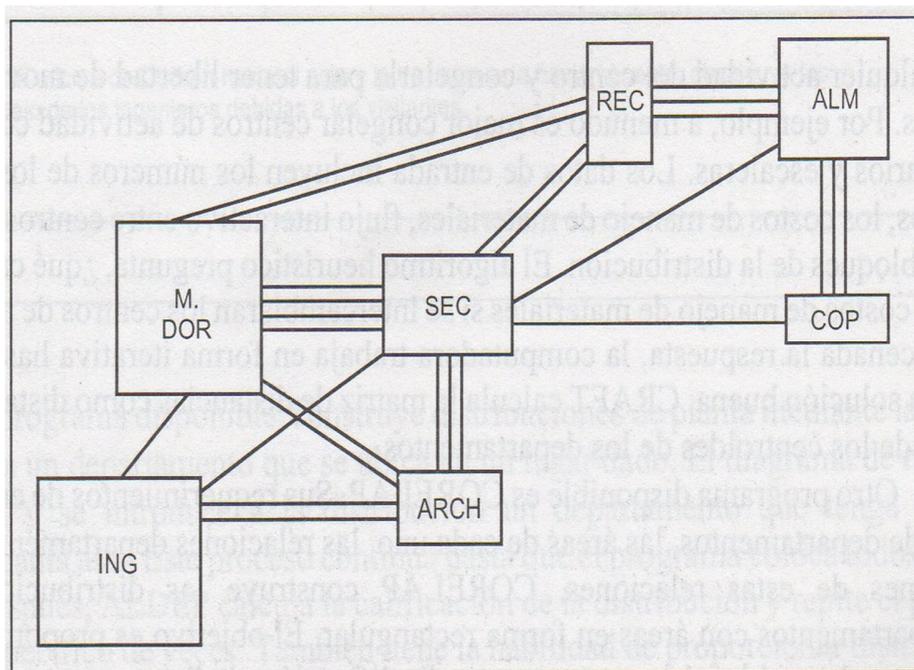


Gráfico N. 43: Diagrama de Relación en Tamaño Relativo  
Fuente: Niebel - Freivalds, (2009)

## **5. Evaluación de Arreglos Alternativos**

Con las numerosas distribuciones posibles, es común que varias parezcan alternativas adecuadas. En ese caso, el analista debe evaluarlas para determinar la mejor solución. Primero, debe identificar factores que se consideran importantes; por ejemplo, capacidad para una expansión futura, flexibilidad, eficiencia del flujo, efectividad del manejo de materiales, seguridad, facilidad de supervisión, apariencia o estética y otros. Segundo, debe establecer la importancia relativa de estos factores mediante un sistema de ponderaciones, como la escala 0 a 10. Después, califica las alternativas según satisfacen cada factor. Muther (1973) sugiere la misma escala de 4 a -1, con 4 un resultado casi perfecto; 3. Especialmente bueno; 2, importante; 1, ordinario o común; 0, sin importancia, y -1, no aceptable. Cada calificación se multiplica por su ponderación. Los productos de cada alternativa se suman y el valor más alto indica la mejor alternativa como se observa en la gráfica N. 44.



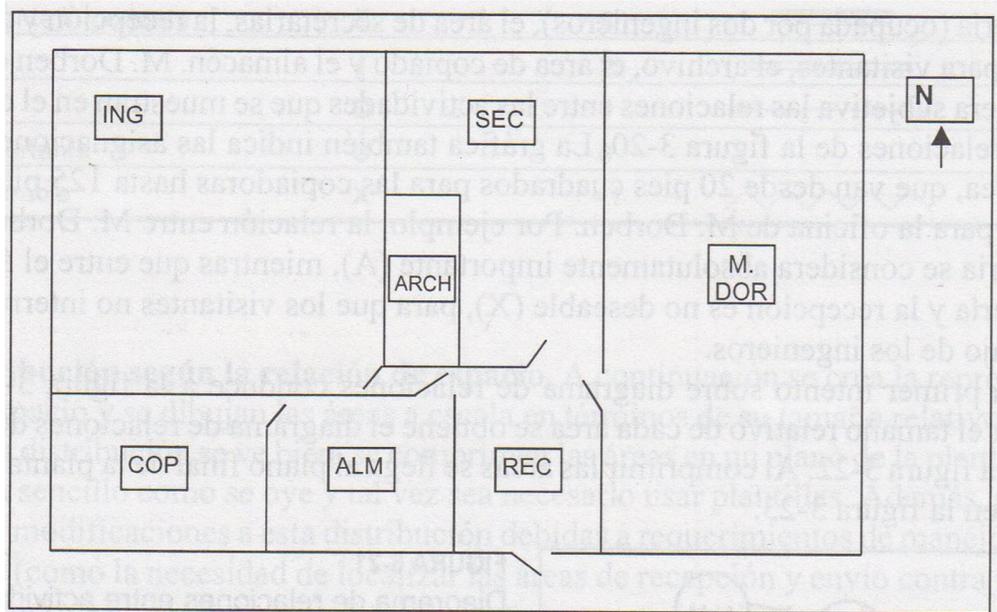


Gráfico N. 45: Plano de DorbenConsulting  
Fuente: Niebel - Freivalds, (2009)

Debido al elevado número de factores que han de ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una distribución en planta y al enorme número de cálculos y posibilidades en los problemas de distribución, la computadora juega un papel importante facilitando el desarrollo de los cálculos. Los programas desarrollados para asistir a la distribución en planta pueden utilizar criterios cuantitativos (debiendo ser especificadas entonces las matrices de distancias e intensidades de tráfico entre áreas) o cualitativos (en cuyo caso se utilizan escalas de prioridades de cercanía)

### **Distribución Asistida por Computador**

#### **Utilización de WinQSB**

WinQSB es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. El mismo está formado por los módulos siguientes:

- Análisis de muestreo de aceptación (*AcceptanceSamplingAnalysis*)
- Planeación agregada (*AggregatePlanning*)
- Análisis de decisiones (*DecisionAnalysis*)
- Programación dinámica (*DynamicProgramming*)
- Diseño y localización de plantas (*FacilityLocation and Layout*)
- Pronósticos (*Forecasting*)
- Programación por objetivos (*GoalProgramming*)
- Teoría y sistemas de inventarios (*InventoryTheory and System*)
- Programación de jornadas de trabajo (*Job Scheduling*)
- Programación lineal y entera (*Linear and integerprogramming*)
- Procesos de Markov (*MarkovProcess*)
- Planeación de Requerimiento de Materiales (*Material RequirementPlanning*)
- Modelación de redes (*Network Modeling*)
- Programación no lineal (*Nonlinear Programming*)
- PERT y CPM (*PERT\_CPM*)
- Programación cuadrática (*QuadraticProgramming*)
- Cartas de control de calidad (*Quality Control Chart*)
- Sistemas de cola (*QueuingAnalysis*)
- Simulación de sistemas de cola (*QueuingAnalysisSimulation*)

### **Instrucciones para la Utilización del Módulo FLL (Facility Location and Layout)**

Este módulo se utiliza solamente para resolver problemas de distribución en planta, aunque también permite solucionar problemas de localización y de balance de líneas de montaje.

Para la resolución de problemas de distribución en planta el software utiliza un método heurístico basado en el algoritmo CRAFT (*Computerized Relative*

*Allocation of Facilities Technique*), el cual permite obtener la mejor redistribución de una planta existente a través de transposiciones sucesivas de sus departamentos o unidades estructurales, hasta alcanzar el costo mínimo de las interrelaciones entre operaciones o departamentos.

En la gráfica N. 46 se listan los iconos contenidos en la barra de herramientas del programa con sus funciones específicas.



Gráfico N. 46: Íconos de la Barra de Herramienta de WinQSB  
Elaborado por: Investigadora

Al ejecutar el módulo se visualiza la pantalla principal del software tal como se muestra a continuación:

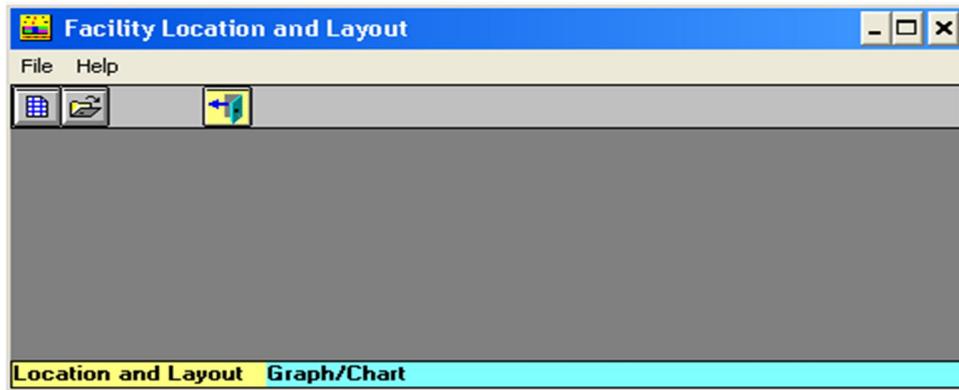


Gráfico N. 47: Pantalla Principal del Módulo FacilityLocation and Layout  
Elaborado por: Investigadora

### Introducción del Problema de Distribución en Planta

Primeramente se selecciona el comando *New Problem* en el menú File o simplemente se hace clic en el ícono correspondiente a *Problema nuevo*. El programa muestra la siguiente ventana:

Gráfico N. 48: Pantalla Ingreso de Datos WinQSB  
Elaborado por: Investigadora

## Entrada de la Base de Datos

En la hoja de entrada de datos se debe introducir:

- El nombre de cada departamento (opcional).
- El flujo entre departamentos.
- El costo por unidad de distancia entre departamentos.
- La ubicación de cada departamento en la distribución inicial.

Una vez introducida la base de datos al programa, la ventana se visualizaría como sigue:

Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit	To Dep. 2 Flow/Unit	To Dep. 3 Flow/Unit	To Dep. 4 Flow/Unit	To Dep. 5 Flow/Unit	To Dep. 6 Flow/Unit	Initial Layout in Cell Locations
1	A	no	0	25/7.2	86/1.6	98/5	79/3	0	(1.1)-(2.3)
2	B	yes	77/2	0	40/2	0	0	92/2	(1.4)-(6.4)
3	C	no	28/4	15/1.6	0	35/0.12	69/3.1	31/1.1	(1.5)-(3.6)
4	D	no	40/3.2	80/3	70/1.3	0	84/2.5	14/0.6	(3.1)-(4.3)
5	E	no	0	68/4.2	72/5.2	85/3.5	0	91/1	(5.1)-(6.3)
6	F	no	65/3.5	42/4.1	14/0.1	69/3.2	76/2.9	0	(4.5)-(6.6)

Gráfico N. 49: Ingreso de Información a la Base de Datos.  
Elaborado por: Investigadora

## Indicaciones para Correr el Programa

Para correr el programa luego de la entrada de la base de datos, se debe ejecutar el comando *Solve the problem* en el menú *Solve and Analyze*. Seguidamente el programa muestra una ventana en donde se selecciona un método apropiado para resolver el problema de distribución. Los métodos disponibles son:

- *Two-way Exchange* (Transposición de dos departamentos): intercambia dos departamentos a la misma vez.
- *Three-way Exchange* (Transposición de tres departamentos):

- *Two-waythentthree-way Exchange* (Transposición de dos departamentos y luego tres)
- *Three-waythentwo-way Exchange* (Transposición de tres departamentos y luego dos)

Si solamente se desea evaluar la distribución existente entonces se selecciona la opción *EvaluateInitialLayoutOnly*. En esta ventana debe especificar el tipo de medida a utilizar, o sea, distancia rectangular, euclídea o euclídea al cuadrado.

Para visualizar el procedimiento paso a paso, o sea, iteración por iteración, se activa la casilla *Show the Exchange Iteration* y luego ejecutar el icono correspondiente a *Próxima iteración* para acceder a iteraciones sucesivas hasta encontrar la solución final. En caso contrario el programa automáticamente mostrará la solución final.

## **Modelo Operativo**

### **Análisis del Proceso de Producción**

La elaboración de cuero en la empresa INCA ha tenido un ordenamiento de sus áreas de trabajo como maquinaria en base a la experiencia de las personas que dirigen la misma; sin tomar en cuenta la optimización de espacio y tiempo que se puede conseguir al tener una mejor ubicación.

El proceso de producción de cuero en la empresa Tenería Inca S.A consta de las siguientes operaciones y transportes como se muestra en el gráfico N. 50 a continuación:

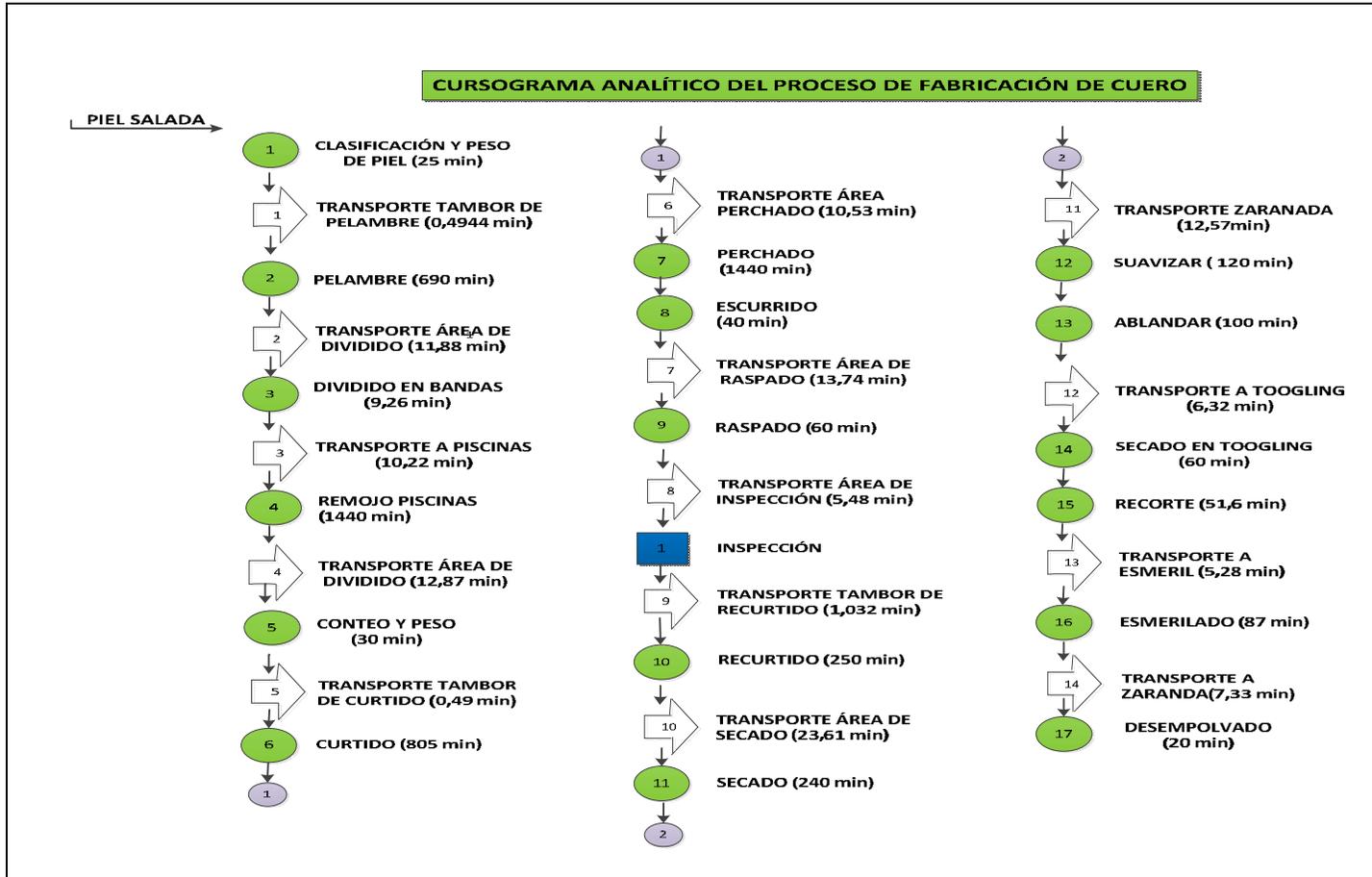


Gráfico N. 50: Cursograma Analítico del Proceso de Fabricación de Cuero.  
Elaborado por: Investigadora

**Operación 1:** Se pesa y clasifica la piel en tipo A,B o C si es grande, mediana o pequeña respectivamente.

**Transporte 1:** Se transporta la piel hacia el tambor de Pelambre.

**Operación 2:** En el tambor se realiza un remojo para retirar las impurezas de las pieles tales como: lodo, sangre, etc, posteriormente se efectúa el pelambrado añadiendo los químicos necesarios.

**Transporte 2:** Se trasladan las pieles manualmente hacia el área de dividido.

**Operación 3:** Se divide la piel en dos bandas esta es una operación manual que realiza el operario capacitado.

**Transporte 3:** Se transportan las bandas al área de remojo, cuenta con 3 piscinas seguidas como se muestra en el anexo 1.

**Operación 4:** Se remojan las bandas durante 24 horas.

**Transporte 4:** Se transporta las bandas al área de dividido para posteriormente ser trasladadas fuera de la empresa donde son maquinadas en una operación donde se divide las bandas en piel y flor.

**Operación 5:** Se cuenta y pesa las bandas además se clasifican para su posterior utilización.

**Transporte 5:** Se transportan las bandas al tambor de la operación de curtido.

**Operación 6:** Se curte el cuero en el tambor añadiendo sales de cromo se realiza esta operación para impedir la putrefacción del cuero después de la curtición se conoce a la piel como wet blue.

**Transporte 6:** Se traslada las bandas wet blue hacia el área de perchado, se deja reposar el cuero en caballetes para que el curtiente se fije mejor.

**Operación 7:** Se dejan perchadas las bandas para mejorar su apariencia, en esta operación se fijan los químicos a las bandas de forma homogénea.

**Operación 8:** Se escurren las bandas una por una por medio de mecanizado en la máquina escurridora, dejándolas con un grado bajo de humedad.

**Transporte 7:** Se trasladan las bandas al área de raspado.

**Operación 9:** En esta operación se consigue un espesor uniforme para las bandas mediante la máquina raspadora, cuero que se utiliza para vestimenta se deja en espesor de 0.7 a 0.8 mm.

**Transporte 8:** Se trasladan las bandas hacia el área de inspección.

**Inspección 1:** Se revisa los extremos de cada banda para comprobar que no se encuentren con hilos y esto pueda afectar a la siguiente operación.

**Transporte 9:** Se transportan las bandas hacia los tambores de recurtido.

**Operación 10:** Se procede al recurtido añadiendo químicos y finalmente dándole el color que sea necesario a las bandas, en esta operación se confiere al cuero propiedades especiales como son: resistencia a la tracción y al desgarro, permeabilidad al vapor de agua entre otras.

**Transporte 10:** Se transportan manualmente las bandas hacia el área de secado.

**Operación 11:** Se extienden las bandas en toda el área considerada para esta operación y se deja secar al aire libre.

**Transporte 11:** Se transportan las bandas hacia la zaranda.

**Operación 12:** Se procede a ablandar el cuero mediante golpes que se dan en el tambor (zaranda).

**Operación 13:** Consecutivamente se suavizan una a una las bandas en la máquina ablandadora esta operación proporciona al cuero flexibilidad y blandura.

**Transporte 12:** Se transportan las bandas hacia el de secado en toogling.

**Operación 14:** Se clavan los cueros en marcos metálicos del horno y se procede a secar a una temperatura controlada por los operarios, en esta operación las bandas adquieren una superficie lisa y se elimina la humedad por completo.

**Operación 15:** Se recortan los extremos de las bandas que han sido afectadas por el enclavamiento de la anterior operación.

**Transporte 13:** Se transportan manualmente las bandas hacia el área del esmeril.

**Operación 16:** Se somete a la superficie del cuero a una acción mecánica de un cilindro revestido de papel de esmerilar con esto se trata de homogenizar y mejorar el aspecto del mismo eliminando defectos.

**Transporte 14:** Se transportan las bandas hacia la zaranda.

**Operación 17:** Se sacuden en la zaranda las bandas dejando caer el polvo que se crea en la operación de esmerilado, así también se procede a ablandar por última vez el cuero en un tiempo determinado según su posterior utilización ya sea para zapatos o vestimenta..

### **Preliminares de la Distribución Actual**

La planta actualmente se encuentra distribuida como se indica en el anexo 2. Tiene características definidas de una distribución por proceso, en vista de que las máquinas son costosas, fijas y siguen una secuencia lógica del proceso además los trabajadores se encuentran calificados para operarlas, igualmente los productos que se fabrican son similares pero no idénticos y la demanda del producto es intermitente.

Es notable observar que no ha existido un análisis de las áreas donde es esencial la cercanía entre procesos y que deben colocarse en sitios estratégicos a fin de que el acceso sea fácil y sobre todo se disminuya la distancia recorrida para cada uno de los operadores.

Asimismo hay que aclarar que la empresa cuenta con el área suficiente en el sector del parque industrial para implementar la distribución más adecuada que se presente en la propuesta.

Para la determinación de la nueva distribución se utilizará dos procesos como son:

- Planeación Sistemática de la Distribución de Muther (PSD) o Systematic Layout Planing (SLP).
- Software WinQSB.

## **Desarrollo del Método Planeación Sistemática de la Distribución de Muther (PSD) o Systematic Layout Planing (SLP) para la empresa INCA S.A.**

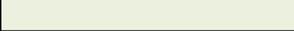
Este método requiere de los siguientes pasos:

### **1. Relaciones en la Gráfica**

Se realiza el diagrama de relaciones según el grado de cercanía requerida entre las distintas áreas de producción y las razones para designar la calificación, este gráfico es de doble entrada como se puede observar en la gráfica N. 51 y 52.

La calificación de las relaciones se encuentra asignada en una escala de 4 a -1 fundamentada en las vocales que definen la relación por su nombre como se observa en la tabla N. 15.

Tabla N. 16: Valores de las Relaciones en una Escala de 4 a -1.

RELACIÓN	CALIFICACIÓN DE CERCANÍA	VALOR	LÍNEA DE DIAGRAMA	COLOR
Absolutamente necesaria	A	4		Rojo
Especialmente importante	E	3		Amarillo
Importante	I	2		Verde
Ordinario	O	1		Azul
No importante	U	0		
No deseable	X	-1		Café

Elaborado por: Investigadora

La gráfica N. 51 muestra la relación que existe entre las distintas áreas de producción considerando que entre las operaciones de pelambre, curtido y recurtido deben tener relación A, E e I por la disposición que se emplea para el llenado de tambores.

La gráfica N. 52 muestra la relación que existe entre las distintas áreas de producción considerando que la operación de recurtido no es importante que tenga una relación de cercanía con las operaciones de pelambre y curtido.

También se deberá tomar en cuenta que el requerimiento de espacio para la futura proyección es el mismo pues en los cinco anteriores años no se ha incrementado la producción.

Se considera para las dos opciones como relación no deseable (X) entre el área de peso y conteo con el área de toogling ya que no existe relación alguna por ser áreas específicas para el inicio y fin del proceso además de utilizar en el área de toogling maquinaria que no puede ubicarse en espacios húmedos.

A continuación se presenta el listado de razones para la calificación de la relación de áreas entre sí.

Tabla N. 17: Listado de Razones para la Calificación

<b>CÓDIGO DE RAZONES</b>	
Mismo personal	1
Utilización de equipos comunes	2
Mismo lugar en el proceso operativo	3
Por control	4
Por conveniencia	5
Por seguridad	6

Elaborado por: Investigadora.

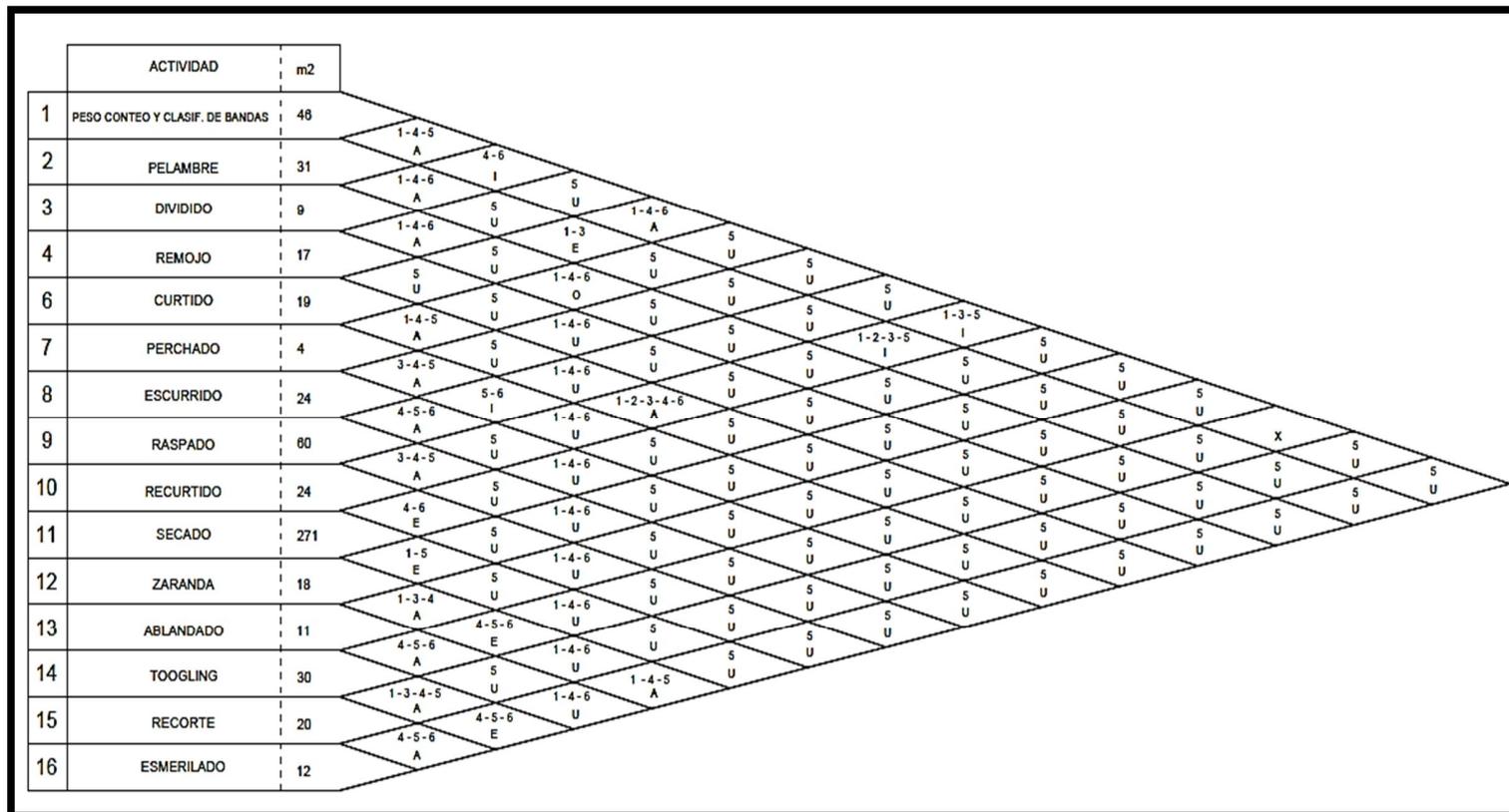


Gráfico N. 51: Relación de Áreas Opción #1  
Elaborado por: Investigadora

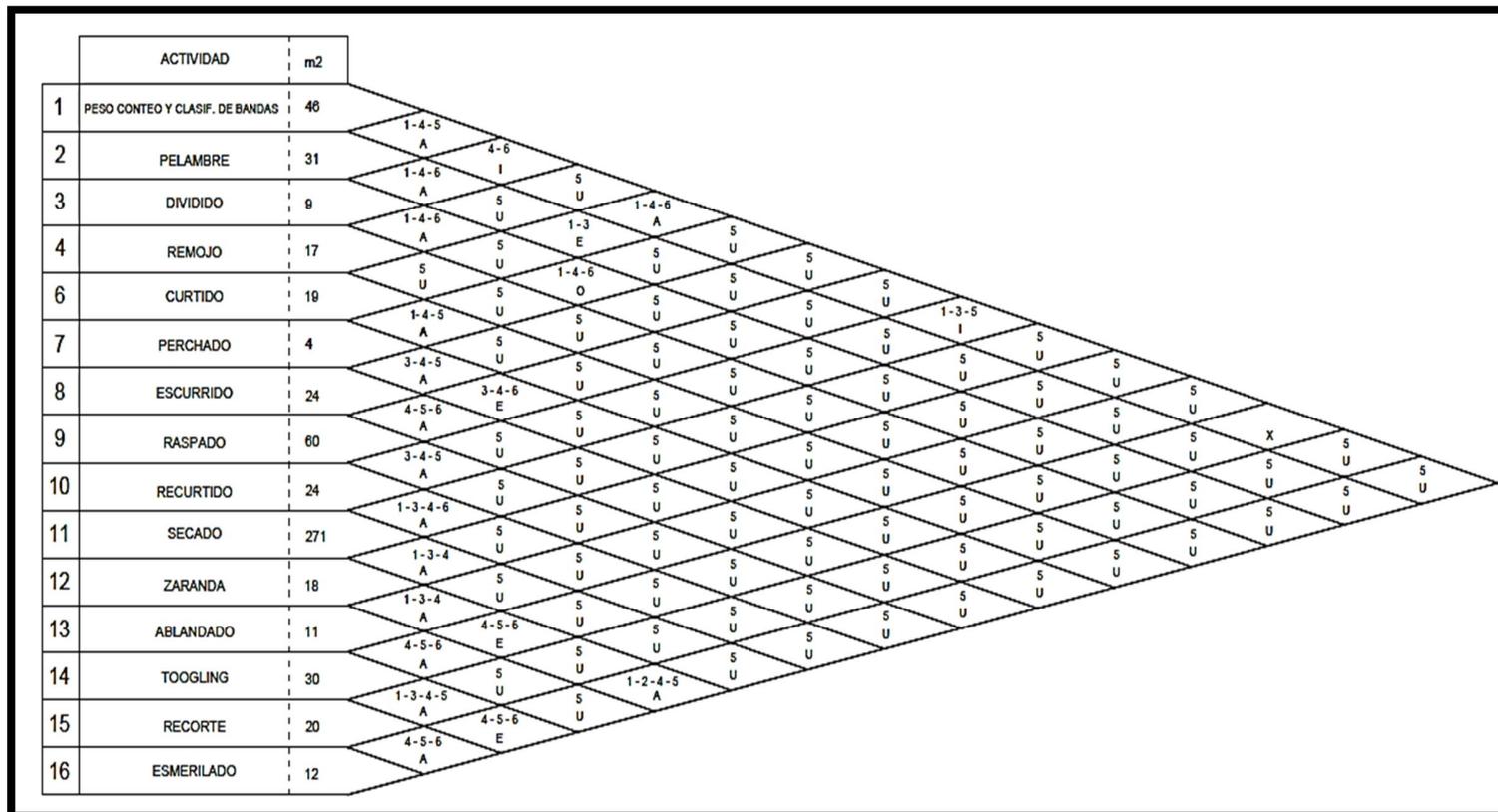


Gráfico N. 52: Relación de Áreas Opción #2  
Elaborado por: Investigadora

## 2. Diagrama de Relaciones de las Actividades

Posteriormente se realiza la gráfica de relaciones de las distintas áreas, se inicia por representar las relaciones absolutamente importantes (A) y utilizando cuatro líneas paralelas con una longitud corta se unen las áreas, consecutivamente se procede a las relaciones (E) con tres líneas paralelas de aproximadamente el doble de longitud que las A, se continúa el proceso con las relaciones I, O, aumentando la longitud de las líneas evitando cruces y confusiones como se puede observar en las gráficas N. 53 y 54 respectivamente.

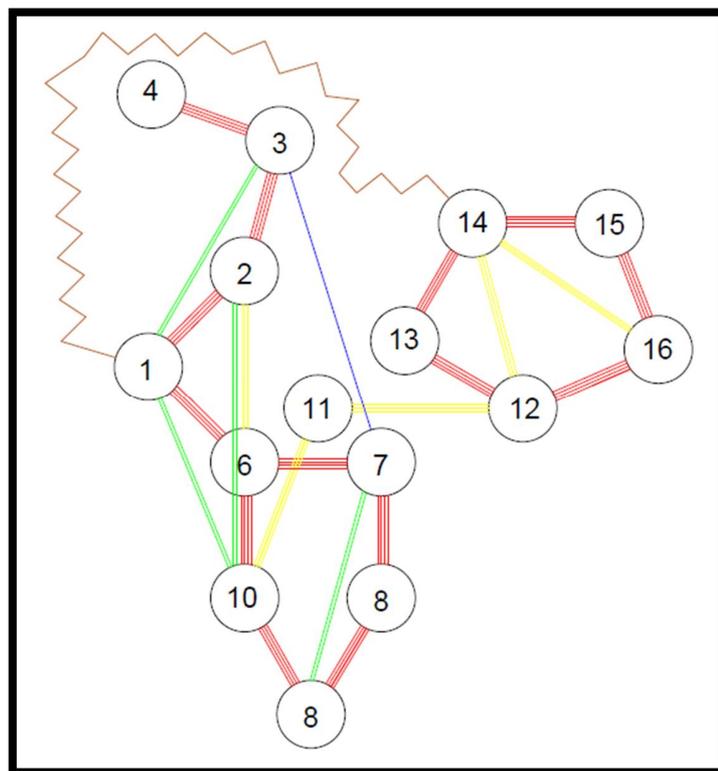


Gráfico N. 53: Diagrama de Relación de Actividades Opción #1  
Elaborado por: Investigadora

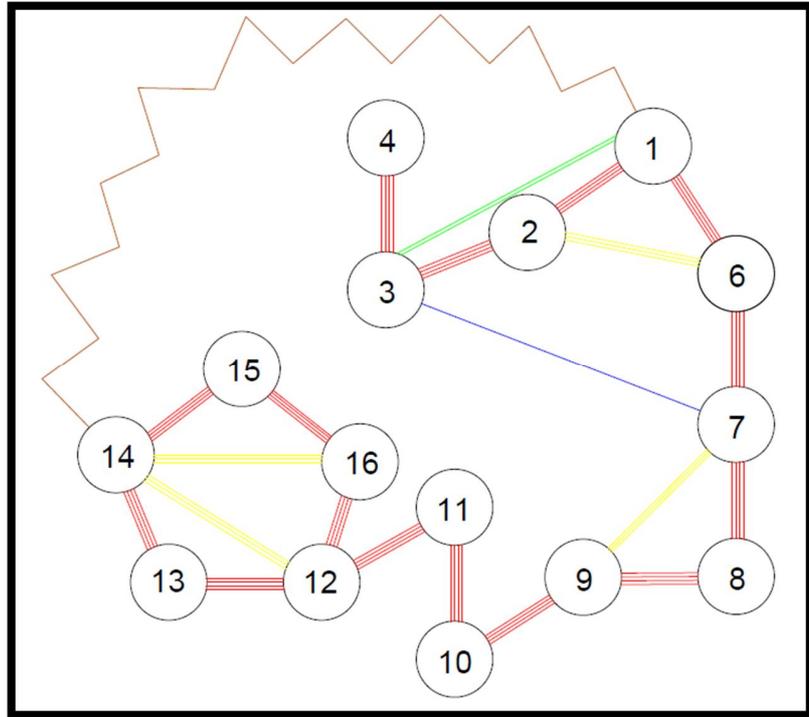


Gráfico N. 54: Diagrama de Relación de Actividades Opción#2  
Elaborado por: Investigadora

### 3. Distribución Según la Relación de Espacio.

Se realiza una representación del espacio dibujando las áreas a una escala relativa como se muestra en el gráfico 55 según la propuesta #1 para la distribución de planta, así también se realiza el mismo procedimiento para la opción #2 como se observa en el gráfico 56. Tomando en cuenta todos los espacios necesarios en el proceso de producción.

Posteriormente se distribuye las áreas como se observa en los gráficos 57 y 58 para la opción #1 y #2 respectivamente, según el espacio que se ha considerado para la nueva planta productora de cuero la cual consta de 803 m<sup>2</sup> dispuestos en un área rectangular de 31.5m x 25.5m

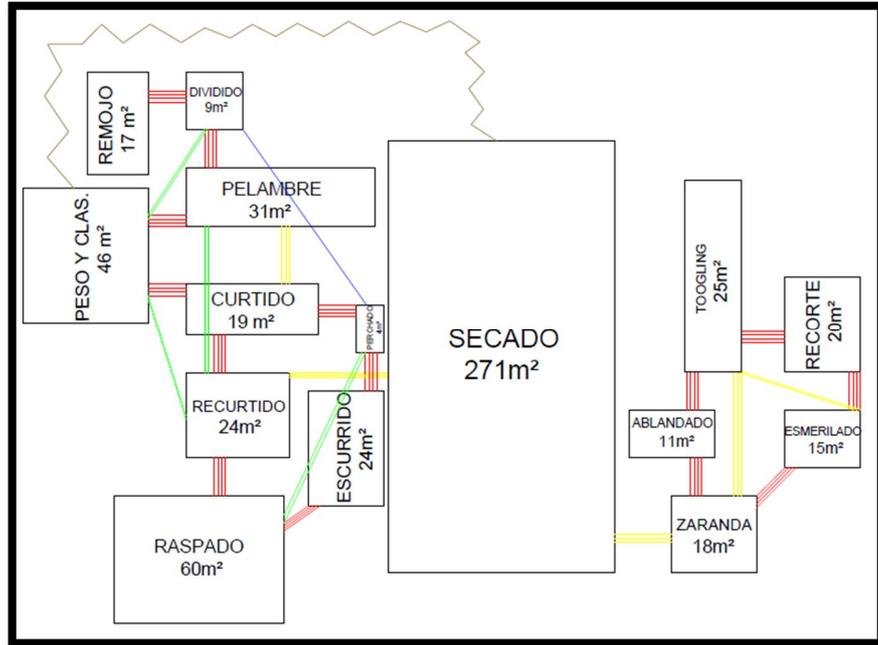


Gráfico N. 55: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #1  
Elaborado por: Investigadora

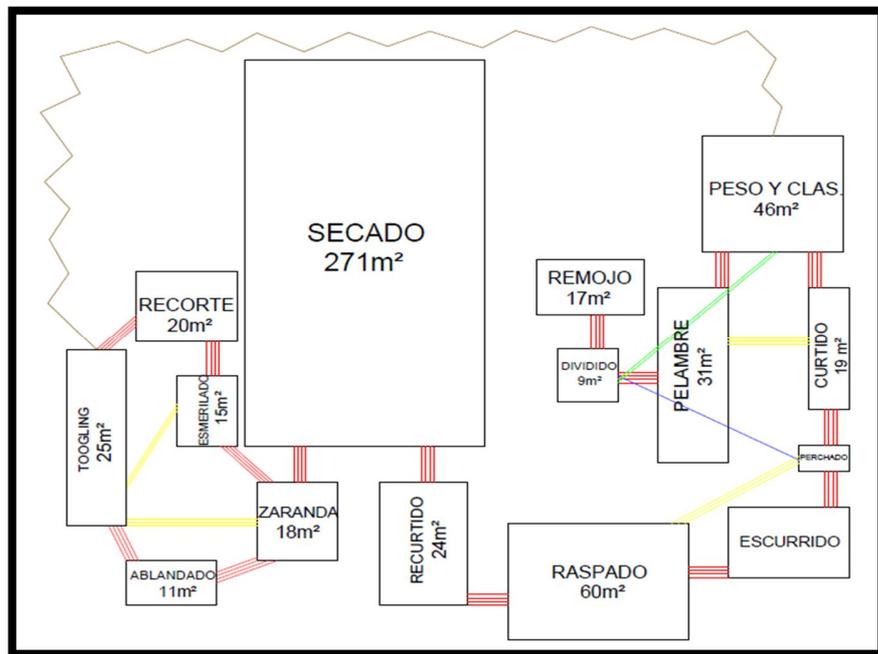


Gráfico N. 56: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #2  
Elaborado por: Investigadora

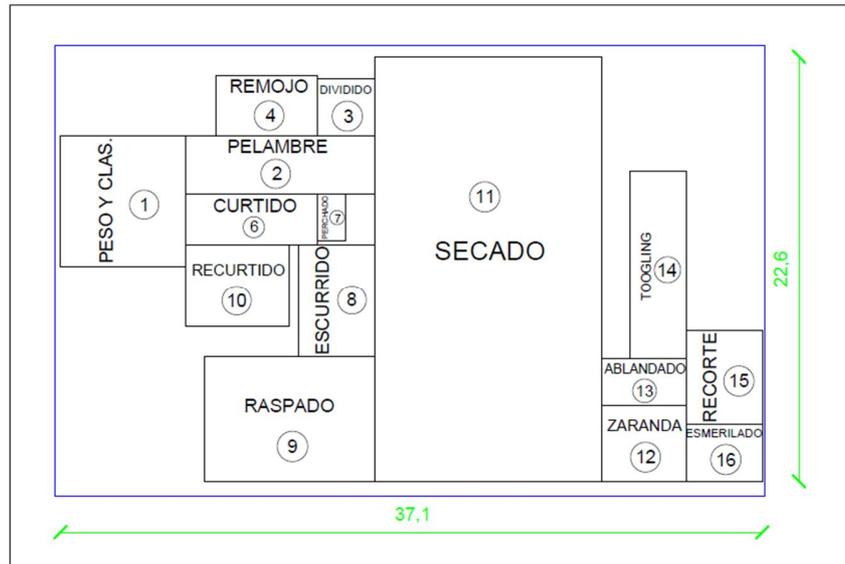


Gráfico N. 57: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #1  
Elaborado por: Investigadora

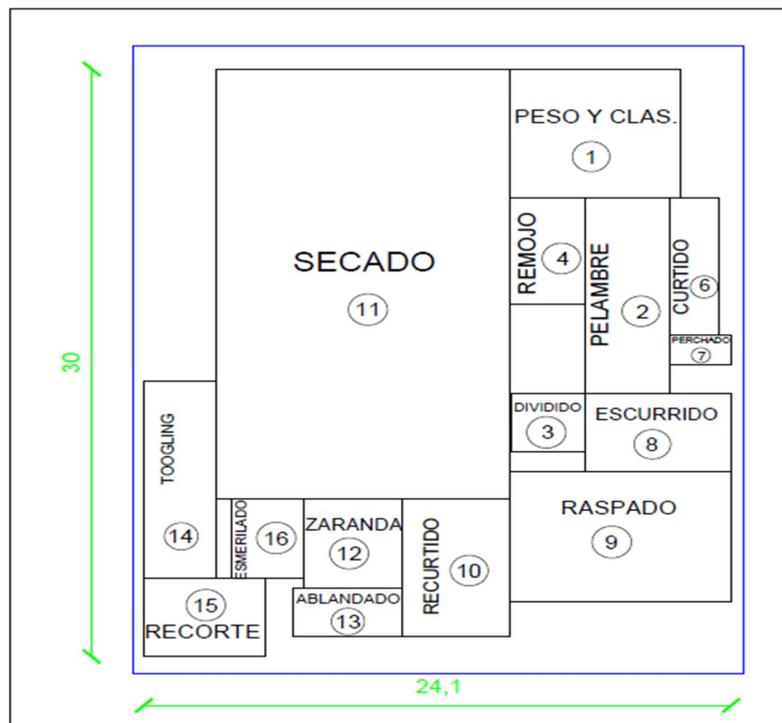


Gráfico N. 58: Distribución Según la Relación de Espacio Opción #2  
Elaborado por: Investigadora

Como se puede observar la opción #1 se excede en el total de área disponible para la nueva distribución de planta con 35m<sup>2</sup> lo que se compensaría disponiendo las áreas de ablandado (13) y zaranda (12) de forma vertical alcanzando un total de 35.1m x 22.6m.

#### 4. Evaluación de Arreglos Alternativos.

Se realiza una evaluación con las dos alternativas que se han propuesto considerando los siguientes aspectos: capacidad para expansión futura, flexibilidad, eficiencia de flujo, efectividad en el manejo de materia prima, seguridad, facilidad de supervisión, apariencia o estética, integración de procesos principales, eficiencia de maquinaria, distancia práctica mínima para trasladar materiales, para los cuales se ha establecido un sistema de ponderación considerando su importancia como se puede observar en la tabla N. 18.

Tabla N. 18: Aspectos de Ponderación.

ASPECTOS	PONDERACIÓN
CAPACIDAD PARA EXPANSIÓN FUTURA	4
FLEXIBILIDAD	6
EFFECTIVIDAD EN EL MANEJO DE MATERIA PRIMA	8
SEGURIDAD	7
FACILIDAD DE SUPERVISIÓN	5
APARIENCIA O ESTÉTICA	3
INTEGRACIÓN DE PROCESOS PRINCIPALES	8
EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA	6
DISTANCIA PRÁCTICA MINIMA PARA TRASLADAR MATERIALES	8

Elaborado por: Investigadora.

Asimismo se ha determinado la tabla #19 de valoración para calificar según satisface a cada aspecto nombrado anteriormente según se menciona en el libro Ingeniería Industrial de los autores Niebel – Freivalds.

Tabla N. 19: Valoración para Aspectos de Ponderación

<b>VALORACIÓN</b>	
<b>RESULTADO CASI PERFECTO</b>	4
<b>ESPECIALMENTE BUENO</b>	3
<b>IMPORTANTE</b>	2
<b>ORDINARIO O COMÚN</b>	1
<b>SIN IMPORTANCIA</b>	0
<b>NO ACEPTABLE</b>	-1

Elaborado por: Investigadora

Consecutivamente se multiplica su calificación por su ponderación, los productos de cada alternativa se suman como se puede observar en la tabla N. 20.

Tabla N. 20: Resultados de Análisis de Ponderación.

<b>EMPRESA: TENERÍA INCA</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>OPCIÓN A</b>		<b>OPCIÓN B</b>	
<b>PROYECTO: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b>					
<b>FECHA: 01 de septiembre de 2013</b>					
<b>ANALISTA: PATRICIA AGUAYSA</b>					
<b>ASPECTO / CONSIDERACIÓN</b>	<b>PESO</b>	<b>CALIFICACIONES Y CALIFICACIONES PONDERADAS</b>			
<b>CAPACIDAD PARA EXPANSIÓN FUTURA</b>	4	1	4	1	4
<b>FLEXIBILIDAD</b>	6	2	12	3	18
<b>EFFECTIVIDAD EN EL MANEJO DE MATERIA PRIMA</b>	8	3	24	3	24
<b>SEGURIDAD</b>	7	3	21	4	28
<b>FACILIDAD DE SUPERVISIÓN</b>	5	2	10	3	15
<b>APARIENCIA O ESTÉTICA</b>	3	2	6	3	9
<b>INTEGRACIÓN DE PROCESOS PRINCIPALES</b>	8	3	24	3	24
<b>EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA</b>	6	3	18	3	18
<b>DISTANCIA PRÁCTICA MÍNIMA PARA TRASLADAR MATERIALES</b>	8	3	24	4	32
<b>TOTALES</b>			<b>143</b>		<b>172</b>

Elaborado por: Investigadora

## **5. Distribución Seleccionada e Instalación**

Finalmente se ha tomado la opción B como mejor distribución para la empresa tendría Inca la cual se puede observar en el anexo 3 según el método (SLP).

### **Diseño Asistido por Computadora**

Para la realización de este método se utiliza el software WinQSB para lo cual se requieren los siguientes pasos:

- a. Calcular tiempo de transporte entre cada operación en el proceso de producción de cuero.
- b. Con el dato anteriormente conocido se procede a hacer el cálculo del costo de mover la materia prima de un proceso a otro, en base al sueldo que percibe cada operario en vista que ellos son los que realizan los transportes.
- c. Para las coordenadas respectivas se traza una cuadrícula sobre el plano actual, de tal forma que se pueda obtener ejes de cada uno de los procesos de producción.

#### **a. Cálculo del Tiempo de Transporte entre cada Proceso**

Se ha tomado los tiempos de transporte entre cada proceso para un lote de 100 pieles que es el número de bandas con las que se inicia la producción, posteriormente se divide cada piel por la mitad quedándonos finalmente 200 bandas elaboradas, entre cada proceso se transportan las bandas en distinto número según el peso, así puede ser de una en una de dos en dos, etc.

En el primer transporte entre el área de clasificación y pelambre las bandas son trasladadas en carretillas es el único transporte que se ayuda de una herramienta, pues los demás son realizados por los operarios sin ningún apoyo de un instrumento de trabajo.

El número de veces que se transporta el total de la carga es la división entre el # de bandas para el # de bandas a transportar según se muestra en la tabla N. 21.

El tiempo se ha tomado según cronómetro y éste se ha multiplicado por el número de veces que se transporta el total de la carga hallando así el tiempo total entre cada proceso.

A continuación se muestra en la tabla el tiempo de transporte de materia prima entre cada proceso

Tabla N. 21: Tiempos de Transporte de Materia Prima.

<b>TIEMPO DE TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA</b>						
	ÁREAS A TRANSPORTAR	# DE BANDAS	# BANDAS A TRANSPORTAR	# DE VECES QUE SE TRANSPORTA EL TOTAL DE LA CARGA	TIEMPO (min)	TIEMPO TOTAL (min)
<b>1</b>	Clasificación - Pelambre	100	25	4	0,1236	0,4944
<b>2</b>	Pelambre - Dividido	100	1	100	0,1188	11,88
<b>3</b>	Dividido - Remojo	200	2	100	0,1022	10,22
<b>4</b>	Remojo - Dividido	200	2	100	0,1287	12,87
<b>5</b>	Clasificación - Curtido	200	50	4	0,1242	0,4968
<b>6</b>	Curtido - Perchado	200	2	100	0,1053	10,53
<b>7</b>	Perchado - Ecurrido	200	7	29	0	0
<b>8</b>	Ecurrido - Raspado	200	7	29	0,4738	13,7402
<b>9</b>	Raspado - Inspección	200	5	40	0,1372	5,488
<b>10</b>	Inspección - Recurtido	200	50	4	0,258	1,032
<b>11</b>	Recurtido - Secado	200	5	40	0,5903	23,612
<b>12</b>	Secado - Zaranda	200	8	25	0,5027	12,5675
<b>13</b>	Zaranda - Ablandadora	200	7	29	0	0
<b>14</b>	Ablandadora - Toogling	200	8	25	0,2528	6,32
<b>15</b>	Toogling - Recorte	200	1	200	0	0
<b>16</b>	Recorte - Esmerilado	200	8	25	0,211	5,275
<b>17</b>	Esmerilado - Desempolvado	200	10	20	0,3667	7,334

Elaborado por: Investigadora.

## b. Cálculo del Costo de Mover el Material

Para éste costo se considerará el sueldo del trabajador en vista de que son los operarios quienes realizan los transportes de proceso a proceso. Para calcular la hora de trabajo en dólares de los operarios se realiza los siguientes cálculos:

Cada trabajador recibe 320 dólares mensuales por su labor.

Cálculo en dólares que percibe anualmente el operario:

$$320 \text{ dólares} * 12 \text{ meses} = 3840 \frac{\text{dólares}}{\text{año}}$$

Cálculo de horas trabajadas en un año por el operario:

$$\begin{aligned} & \text{Trabaja } 48 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} \\ & 48 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \\ & 48 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} * 48 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 2304 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \end{aligned}$$

Finalmente:

$$\frac{3840 \frac{\text{dólares}}{\text{año}}}{2304 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}}$$

A continuación se hace el cálculo respectivo del costo de mover un lote de 100 pieles tomando como origen cada proceso:

### Clasificación – Pelambre

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.00824 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$

$$\text{Costo} = 0.01376 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

#### **Pelambre - Dividido**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.198 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.33066 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

#### **Dividido - Remojo**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.1703 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.2844 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

#### **Remojo - Dividido**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.2145 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.358215 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

#### **Clasificación - Curtido**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.00828 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.013827 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

#### **Curtido - Perchado**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.1755 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.2931 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

### **Ecurrido - Raspado**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.229 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.3824 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

### **Raspado - Recurtido**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.1087 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.1815 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

### **Recurtido - Secado**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.3935 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.6571 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

### **Secado - Zaranda**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.2095 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.3499 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

### **Ablandadora - Toogling**

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.1053 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.1759 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

### Recorte - Esmerilado

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.0879 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.1468 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

### Esmerilado - Zaranda

$$\text{Costo Lote} = 1.67 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} * 0.1222 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$
$$\text{Costo} = 0.2041 \frac{\text{dólares}}{\text{lote}}$$

Dados los cálculos anteriores obtenemos la siguiente tabla resumen:

Tabla N. 22: Costo de Mover 100 Pieles Tomado como Origen Cada Proceso.

Operación - Origen del transporte	Costo\$/lote
Clasificación	0.0138
Pelambre	0.3307
Dividido	0.2844
Remojo	0.3582
Clasificación	0.0138
Curtido	0.2931
Escurrido	0.3824
Raspado	0.1815
Recurtido	0.6571
Secado	0.3499
Ablandado	0.1759
Recorte	0.1468
Esmerilado	0.2041

Elaborado por: Investigadora

Para determinar los transportes realizados en el desarrollo del proceso de manufactura del cuero se realiza la siguiente tabla:

Tabla N. 23: Cuadro de Doble Entrada para Costos de Moverun Lote de 100 Pieles

		A													
Columna1	CLASIFICACIÓN	PELAMBRE	DIVIDIDO	REMOJO	CURTIDO	PERCHADO	ESCURRIDO	RASPADO	RECURTIDO	SECADO	ZARANDA	ABLANDADO	TOOGLING	RECORTE	ESMERILADO
CLASIFICACIÓN	-	0,0138			0,0138										
PELAMBRE		-	0,3307												
DIVIDIDO			-	0,2844											
REMOJO			0,3582	-											
CURIDO					-	0,2931									
PERCHADO						-	0								
ESCURRIDO							-	0,3824							
RASPADO								-	0,1815						
RECURTIDO									-	0,6571					
SECADO										-	0,3499				
ZARANDA											-	0			
ABLANDADO												-	0,1759		
TOOGLING													-	0	
RECORTE														-	0,1468
ESMERILADO												0,2041			-

Elaborado por: Investigadora

Con esta tabla se completa la primera parte de la información necesaria para ser ingresada en el software WinQSB, consecutivamente para determinar las coordenadas en las que se encuentran ubicadas las distintas máquinas y sus respectivas áreas se realiza una cuadrícula sobre el plano actual distinguiendo número de filas y columnas como se muestra en el anexo 4.

Al definir las filas y columnas se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Usar la unidad más grande posible, esto reducirá los números totales de filas y columnas y por consiguiente reducirá el tiempo de cómputo para los intercambios.
- Generalmente, la unidad apropiada para definir una fila y una columna corresponderá al común denominador entre las dimensiones horizontales y verticales para cada departamento.

La fila y columna deben tener la misma escala, de otra manera los valores de distancia procesados pueden ser incorrectos.

Una vez obtenido los datos de costos y coordenadas procedemos a ingresarlos en el software WinQSB.

### **Ingreso de Datos en el Software WinQSB**

Para el ingreso de datos seguimos los siguientes pasos:

- a. En el menú inicio seleccionamos el programa WinQSB, posteriormente se despliegan las opciones de las cuales escogemos  Facility Location and Layout que es la que nos ayudará a escoger la distribución más adecuada para la empresa objeto de estudio.

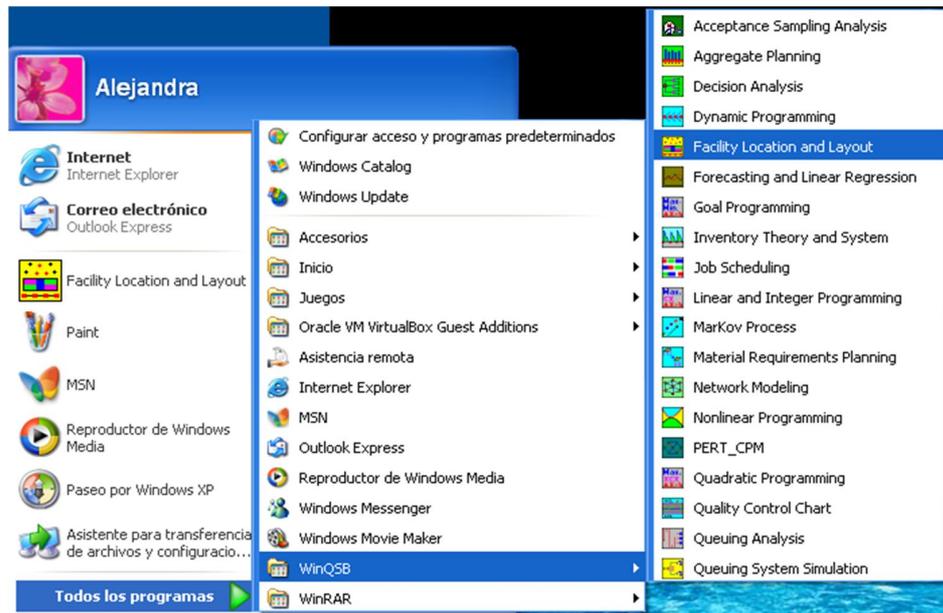


Gráfico N. 59: Acceso al Software WinQSB  
Fuente: Investigadora

- b. Al ejecutar el módulo se visualiza la pantalla principal del software como se muestra a continuación:

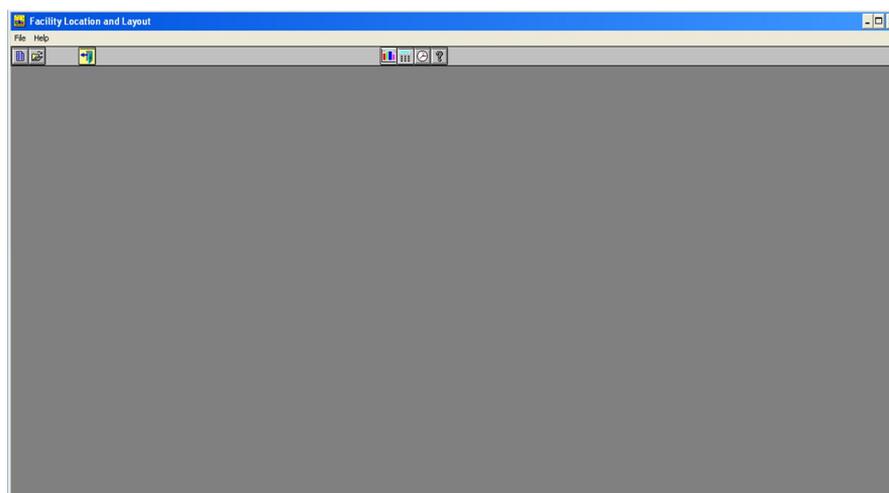
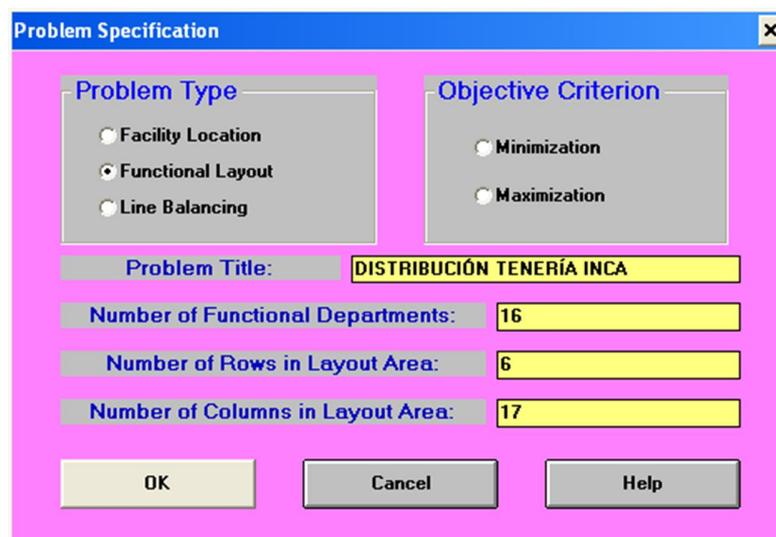


Gráfico N. 60: Pantalla de Inicio del Módulo (FacilityLocation and Layout)  
Fuente: Investigadora

c. Para iniciar un nuevo programa damos clic en el ícono  donde se despliega un cuadro de dialogo en el que se procede a llenar cada una de las casillas de la ventana:

- **ProblemType** (Tipo de problema): en este caso hacemos clic en la opción **FunctionalLayout**.
- **ObjectiveCriterion** (Criterio de la función objetivo): en función de las características del problema se ha escogido la opción de **minimización**.
- **ProblemTitle** (Título del problema): se identifica el problema como **Tenería Inca**.
- **Number of Funcional Department** (Número de departamentos funcionales).
- **NumberRows in LayoutArea** (Número de filas en el área de distribución).
- **NumberColumns in LayoutArea** (Número de columnas en el área de distribución).

Como se puede observar en el gráfico N.61 a continuación:



The screenshot shows a dialog box titled "Problem Specification" with a blue header and a pink background. It contains two main sections: "Problem Type" and "Objective Criterion".

**Problem Type:** Three radio buttons are present: "Facility Location", "Functional Layout" (which is selected), and "Line Balancing".

**Objective Criterion:** Two radio buttons are present: "Minimization" (which is selected) and "Maximization".

Below these sections are four input fields:

- Problem Title:** A text box containing "DISTRIBUCIÓN TENERÍA INCA".
- Number of Funcional Departments:** A text box containing "16".
- Number of Rows in Layout Area:** A text box containing "6".
- Number of Columns in Layout Area:** A text box containing "17".

At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Gráfico N. 61: Ingreso de Datos Iniciales  
Fuente: Investigadora

d. Posteriormente aparece una pantalla similar a la interfaz del software Excel, como se puede observar en la gráfica N. 62, donde se debe tener las siguientes consideraciones para el ingreso de la base de datos:

- Se utiliza la tecla tab para desplazarse por la hoja de entrada de datos, se puede también seleccionar las celdas haciendo clic.
- De ser necesario mantener un área o un departamento en una posición fija debido a las características propias del proceso productivo que tiene en planta, se escribirá “yes” en la celda correspondiente a la columna con la etiqueta Location Fixed, el programa pondrá “no” por defecto en el resto de los departamentos.
- Se introduce el flujo y el costo por unidad de distancia en el formato “flujo/costo unitario”. Si el costo unitario no se introduce entonces se asume el dato como unidades de flujo. Por ejemplo, "120/3.2" representa que el flujo entre dos departamentos es 120 y el costo por unidad de distancia es 3.2; por tanto "37.5" representa que el flujo entre dos instalaciones es 37.5 y que el costo por unidad de distancia es 1.
- Se ingresa la ubicación de cada departamento en la distribución actual en el siguiente formato:  
(2,4) representa la celda: fila 2, columna 4.  
(3,4)-(5,7) representa el área rectangular comprendida entre las filas 3 y 5 y las columnas 4 y 7.
- (optativo) Se usa las órdenes del menú para cambiar el nombre del problema, el criterio objetivo, se puede cambiar los números de filas, columnas y agregar o anular los departamentos.

Facility Location and Layout

File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

DISTRIBUCIÓN TENERÍA INCA

1: To Dep. 2 Flow/Unit Cost 100/0.000138

Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost
1	ASIFICADO	No		0 100/0.000138			100/0.000138							
2	PELAMBRE	No			0 100/0.003307									
3	DIVIDIDO	No				0 100/0.002844								
4	REMOJDO	No			100/0.003582		0							
5	CURTIDO	No					0 200/0.002931							
6	PERCHADO	No						0						
7	SCURRIDO	No							0 200/0.003824					
8	RASPADO	No								0 200/0.001815				
9	RECURTIDO	No									0 100/0.006571			
10	SECADO	No										0 200/0.003499		
11	ZARANDA	No											0	
12	BLANDADO	No												
13	TOOGLING	No												
14	RECORTE	No												
15	SMERLADO	No											200/0.002041	
16	PARQUEO	No												

Facility Location and Layout

File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

DISTRIBUCIÓN TENERÍA INCA

1: To Dep. 2 Flow/Unit Cost 100/0.000138

Department Number	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost	To Dep. 13 Flow/Unit Cost	To Dep. 14 Flow/Unit Cost	To Dep. 15 Flow/Unit Cost	To Dep. 16 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]
1											(1,9)-(1,10)
2											(1,11)-(1,13)
3											(3,13)
4											(1,14)-(1,15)
5											(2,11)-(2,12)
6	0										(4,13)
7	0 200/0.003824										(4,14)-(5,14)
8		0 200/0.001815									(4,9)-(6,10)
9			0 100/0.006571								(3,9)-(4,11)
10				0 200/0.003499							(1,1)-(6,3)
11					0						(5,11)
12						0 200/0.001759					(6,11)
13							0				(2,16)-(4,17)
14								0 200/0.001468			(5,16)-(5,17)
15					200/0.002041				0		(6,17)
16											(1,4)-(6,8)

Gráfico N. 62: Ingreso de Flujo, Costo y Coordenadas en la Base de Datos  
Fuente: Investigadora

Con los datos ingresados en las respectivas celdas el siguiente paso es dar solución al problema dando clic en el botón (Solve the Problem) 

Al hacerlo aparece un cuadro de dialogo donde muestra las opciones de solución así como las de cálculo de distancias.

Para el caso se elige la opción Bidireccional por intercambio de tresformas y luego dos (Improve by Exchanging 3 then 2departments), y la distancia Euclidiana ya que así el programa proporciona la solución que presente mejor optimización de recursos, tanto en espacio físico como económico.

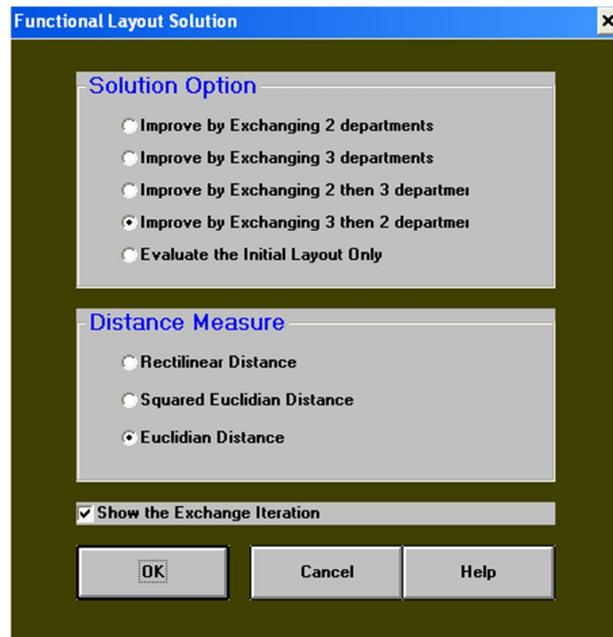


Gráfico N. 63: Personalización de Opciones de Solución  
Fuente: Investigadora

- e. Una vez escogidas las opciones aparece el layout actual de la empresa, representada cada área con la letra asignada a cada proceso, con las respectivas dimensiones determinadas según el plano con malla, así también nos presenta en la parte inferior el costo actual de los movimientos entre áreas como se puede observar en la gráfica N.64 nos indica que actualmente el costo total de mover la materia prima es de \$25.89

Initial Layout for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA																	
r\c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	S	S	S	P	P	P	P	P	C	C	P	P	P	R	R		
2	S		S	P				P			C	C				T	T
3	S		S	P				P			R	R	D			T	T
4	S		S	P				P	R	R	R	R	P	E		T	T
5	S		S	P				P	R	R	Z			E		R	R
6	S	S	S	P	P	P	P	P	R	R	A						E
<b>Total Cost = 25,89</b> <b>(Euclidian Distance)</b>																	

Gráfico N. 64: Layout Inicial de la Empresa TENERÍA INCA S.A  
Fuente: Investigadora

Asimismo dando clic sobre el ícono (Layout Iteration)  se despliegan las iteraciones restantes con los movimientos de cada una de las áreas cose se puede observar en los anexos desde el 5 hasta el 10. Para posteriormente proporcionar el layout final con el mejor costo para los movimientos de materia prima como se muestra a continuación.

Final Layout After 7 Iterations for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA																	
r\c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	P	P	P	P	P	T	A	S	S	S	P	P	P	E	E		
2	P				P	T	S	S			R	R				R	R
3	P				P	T	S	S			R	R	D			R	R
4	P				P	T	S	S	Z	S	R	R	C	C		R	R
5	P				P	T	C	S	S		S			P		R	R
6	P	P	P	P	P	T	C	S	S	S	S						E
<b>Total Cost = 13,36</b> <b>(Euclidian Distance)</b>																	

Gráfico N. 65: Layout Final de la Empresa TENERÍA INCA S.A  
Fuente: Investigadora

Haciendo clic en la opción “results” de la barra de herramientas el software nos presenta un resumen de los movimientos y costos interdepartamentales, como se muestra en el gráfico N. 66.

Layout Analysis for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA - After 3- then 2-way Exchange						
05-13-2013 00:37:56	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments	
1	CLASIFICADO	5,50	7	200	0,18	
2	PELAMBRE	1	12	100	0,74	
3	DIVIDIDO	3	13	100	0,51	
4	REMOJO	2	11,50	100	0,65	
5	CURTIDO	4	13,50	200	0,66	
6	PERCHADO	5	14	0	0	
7	ESCURRIDO	1	14,50	200	2,16	
8	RASPADO	3	16,50	200	1,82	
9	RECURTIDO	3,50	11,50	100	1,80	
10	SECADO	3,83	8,78	200	0,19	
11	ZARANDA	4	9	0	0	
12	ABLANDADO	1	7	200	0,95	
13	TOOGLING	3,50	6	0	0	
14	RECORTE	5	16,50	200	0,33	
15	ESMERILADO	6	17	200	3,37	
16	PARQUEO	3,50	3	0	0	
Total				2000	13,36	
Distance		Measure: Euclidian				

Gráfico N. 66: Análisis del Layout Final de Tengería INCA S.A  
Elaborado por: Investigadora

El análisis realizado por el software WinQSB para las distancias se observa en el gráfico N. 67.

Euclidian Distances After 3- then 2-way Exchange for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA															
05-13-2013 00:47:46	To DIVIDIDO	To REMOJO	To CURTIDO	To PERCHADO	To ESCURRIDO	To RASPADO	To RECURTIDO	To SECADO	To ZARANDA	To ABLANDADO	To TOOGLING	To RECORTE	To ESMERILADO	To PARQUEO	Sub Total
From CLASIFICADO	6,50	5,70	6,67	7,02	8,75	9,82	4,92	2,44	2,50	4,50	2,24	9,51	10,01	4,47	91,78
From PELAMBRE	2,24	1,12	3,35	4,47	2,50	4,92	2,55	4,29	4,24	5	6,50	6,02	7,07	9,34	70,95
From DIVIDIDO	0	1,80	1,12	2,24	2,50	3,50	1,50	4,30	4,12	6,32	7,02	4,03	5	10,01	62,29
From REMOJO	1,80	0	2,83	3,91	3,16	5,10	1,50	3,28	3,20	4,61	5,70	5,83	6,80	8,63	63,17
From CURTIDO	1,12	2,83	0	1,12	3,16	3,16	2,06	4,73	4,50	7,16	7,52	3,16	4,03	10,51	65,08
From PERCHADO	2,24	3,91	1,12	0	4,03	3,20	2,92	5,35	5,10	8,06	8,14	2,50	3,16	11,10	72,31
From ESCURRIDO	2,50	3,16	3,16	4,03	0	2,83	3,91	6,39	6,26	7,50	8,86	4,47	5,59	11,77	81,68
From RASPADO	3,50	5,10	3,16	3,20	2,83	0	5,02	7,77	7,57	9,71	10,51	2	3,04	13,51	91,67
From RECURTIDO	1,58	1,50	2,06	2,92	3,91	5,02	0	2,74	2,55	5,15	5,50	5,22	6,04	8,50	60,16
From SECADO	4,30	3,28	4,73	5,35	6,39	7,77	2,74	0	0,28	3,34	2,80	7,81	8,50	5,79	69,80
From ZARANDA	4,12	3,20	4,50	5,10	6,26	7,57	2,55	0,28	0	3,61	3,04	7,57	8,25	6,02	68,81
From ABLANDADO	6,32	4,61	7,16	8,06	7,50	9,71	5,15	3,34	3,61	0	2,69	10,31	11,18	4,72	93,86
From TOOGLING	7,02	5,70	7,52	8,14	8,86	10,51	5,50	2,80	3,04	2,69	0	10,61	11,28	3	95,40
From RECORTE	4,03	5,83	3,16	2,50	4,47	2	5,22	7,81	7,57	10,31	10,61	0	1,12	13,58	93,74
From ESMERILADO	5	6,80	4,03	3,16	5,59	3,04	6,04	8,50	8,25	11,18	11,28	1,12	0	14,22	105,30
From PARQUEO	10,01	8,63	10,51	11,10	11,77	13,51	8,50	5,79	6,02	4,72	3	13,58	14,22	0	135,18
Sub-Total	62,29	63,17	65,08	72,31	81,68	91,67	60,16	69,80	68,81	93,86	95,40	93,74	105,30	135,18	1.320,58

Gráfico N. 67: Cálculos del Layout Final de Tengería INCA S.A  
Elaborado por: Investigadora

Mediante esta forma se llega a la nueva distribución de planta con el software WinQSB con un ahorro de \$12.53 en los movimientos de materia prima para un lote de 100 pieles.

## **Conclusiones:**

Habiendo terminado el desarrollo de la propuesta se puede concluir lo siguiente:

- Después de analizar y evaluar las dos alternativas de nueva distribución de planta por el método de (SLP) se considera como mejor distribución de áreas a la propuesta hecha para que el proceso de recurtido no sea influido en la relación de cercanía con las operaciones de pelambre y curtido por el procedimiento de carga de piel en los tambores.
- Según el análisis cuantitativo que se ha realizado para el ingreso de datos en el software WinQSB, los tiempos de transporte de las distancias que recorre la materia prima entre las diversas áreas hasta su transformación y la repercusión en la inversión de dichos tiempos es la pérdida de recursos económicos que presenta fundamentalmente la empresa como se pudo comprobar entre el costo inicial y el costo propuesto de mover un lote de 100 bandas que es de \$25,89 y \$13,36 respectivamente.
- El software que se ha utilizado es de gran utilidad ya que se ha podido contrastar con el método (SLP) para elegir la mejor distribución de planta para la empresa tendría INCA S.A fundamentándose principalmente en mejorar los costos de producción así como también mejorar las distancias del proceso de elaboración de cuero.

## **Recomendaciones:**

- Según los dos métodos empleados para una mejor distribución de planta se recomienda que el área de secado debe encontrarse en la parte intermedia del proceso para mejorar el flujo de materia prima en la fabricación de cuero.

- Se recomienda que los procesos se encuentren en un solo nivel ya que se posee el espacio suficiente para que las maquinarias y área de trabajo no se encuentren distanciadas por escalones entre pisos y así mejorar el flujo de los materiales como también la ergonomía del operario al laborar.
- Se recomienda realizar la técnica de secado al aire libre con la disposición de las bandas en forma vertical ya que esto ayudará a disminuir el área de secado y mejorar los tiempos de recorrido entre procesos.
- Al esquematizar la nueva distribución de planta además de las opciones proporcionadas por los métodos analizados se ha tomado en cuenta la recomendación de los operarios como es que el área de pelambre se debe ubicar con una disposición adecuada para la recolección de desechos sólidos que produce este proceso.
- Finalmente se recomienda implementar un plan de mejora en cuanto a la importancia del uso del equipo de protección personal para evitar el riesgo de accidentes y enfermedades profesionales así como también aportar con una eficiente señalética para cada área de trabajo.

## Bibliografía

### Libros

- CHASE, Richard B. – JACOBS, F. Robert – AQUILANO, Nicholas J. (2009). *Administración de Operaciones – producción y cadena de Suministros*, Edit. Mc Graw Hill, Duodécima Edición.
- GARCÍA, David de la Fuente. – FERNANDEZ, Isabel. *Distribución en Planta*. Edit. Ediuno.
- HODSON, William K. (2002). *Manual del Ingeniero Industrial*. Edit. Maynard.
- NAYLOR, Thomas, BALINTFY, Joseph L., BURDICK, Donald S., (1988). *Técnicas de Simulación en Computadoras*, Edit. Limusa. México, D.F.
- NIEBEL, Frivalds. (2009) *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Edit. Alfaomega, Décima Edición.
- QUESADA, Ibarguen. – VERGARA, Schmalbach.(2006) *Análisis Cuantitativo con WINQSB*. Edit electrónica. Texto completo en [www.eumed.net/libros/2006c/216/](http://www.eumed.net/libros/2006c/216/)
- VAUGHN, R.C. (1988). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Edit. Reverté, Segunda Edición.
- VALLHONRAT, Josep M. – COROMINAS, Albert. (1991). *Localización, distribución en planta y mantenimiento*. Edit. Marcombo.
- ZANDIN, Kjell B., (2005). *Manual del Ingeniero Industrial*, Edit. Mc Graw Hill, Quinta edición, Tomo II, México.
- ESPAÑOLA, R. A. (2006). *Diccionario Practico*, Edit. Santillan. España.

### **Direcciones de Internet**

- CONTRERAS, (11 de diciembre de 2000). Recuperado el 3 de febrero de 2012, de <http://www.joseacontreras.net/manuf/page.htm>
- SLIDESHARE, (2006). Recuperado el 8 de septiembre de 2012, de <http://www.slideshare.net/fcubillosa/distribucin-en-planta>
- SLIDESHARE, (2013). Recuperado el 9 de enero de 2013, de <http://www.slideshare.net/ludyslu/proceso-de-curtido-de-pieles>
- VILLALVA. Recuperado el 13 de enero de 2012, de <http://villalana.wordpress.com/1-1-definicion-e-importancia-de-la-simulacion-en-la-ingenieria/>
- BECERRA, (2013). Recuperado el 10 de mayo de 2013, de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/taxonomia/distribucionprocesos.htm>
- DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS, (2013). Recuperado el 15 de mayo de 2013, de <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>

## **Anexos**

### **Anexo 1: Encuesta**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL.**

**Encuesta para el personal obrero, administrativo y gerencia de la empresa**  
**Tenería INCA S.A**

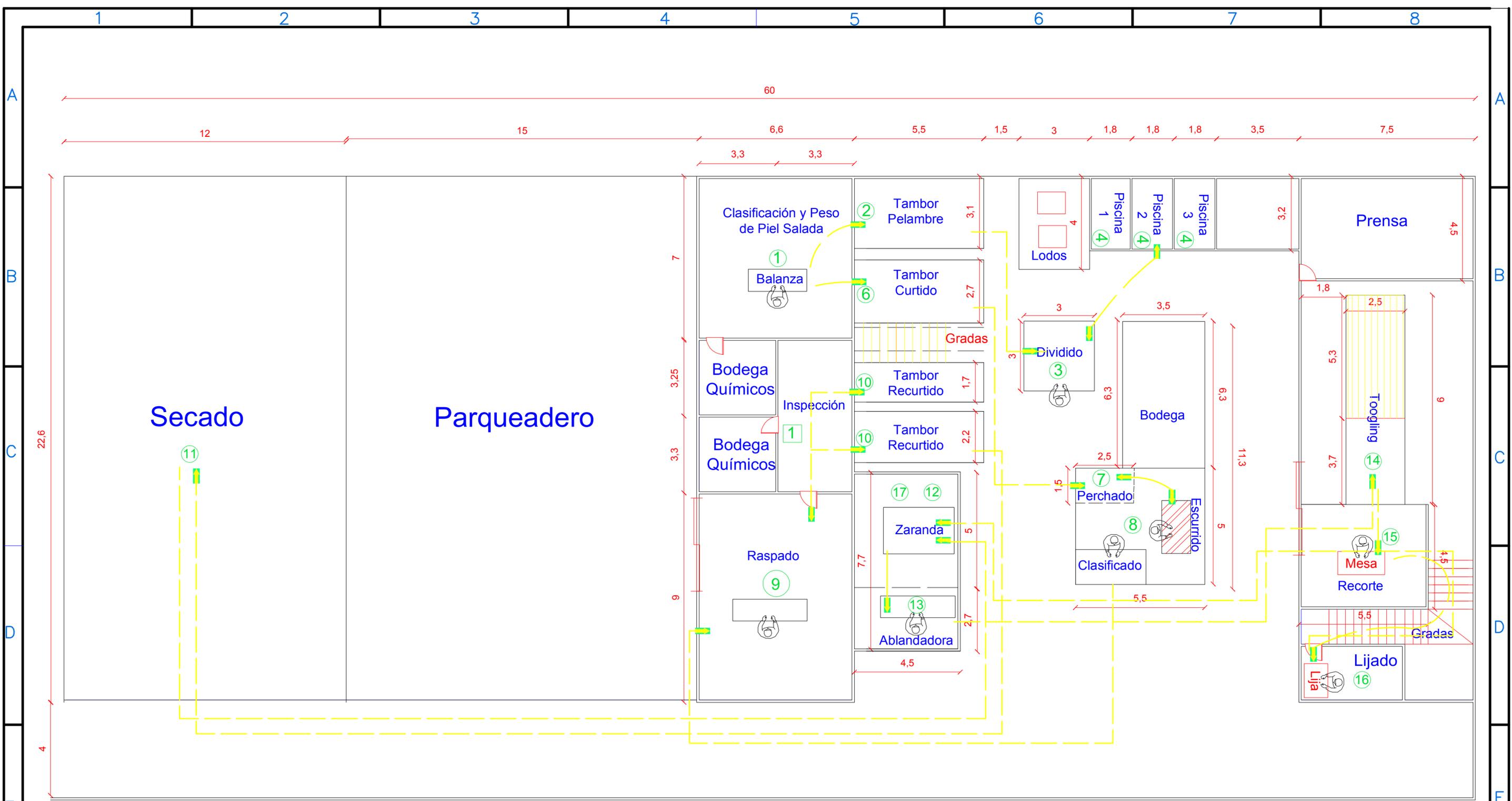
**Objetivo:** Conocer la distribución en planta y los métodos de trabajo que se utilizan en el proceso de producción del cuero.

**Instructivo:** Marque con una X la respuesta correcta:

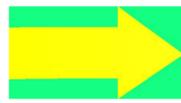
1. ¿Cree usted que las materias primas se encuentran disponibles y con una cercanía suficiente para el desarrollo del proceso?  
Si:  No:
2. ¿Cree usted que la maquinaria se encuentra ubicada apropiadamente?  
Si:  No:
3. ¿Existe un tiempo estándar para el proceso que usted realiza?  
Si:  No:
4. ¿Cuenta usted con todas las herramientas para realizar de forma adecuada su trabajo?  
Si:  No:
5. ¿Tiene usted un control de producción que realiza durante su jornada laboral?  
Si:  No:

6. ¿Tiene definidas las actividades que desarrolla en su puesto de trabajo?  
Si:  No:
7. ¿Considera que los recorridos que realiza el producto en proceso son muy extenso?  
Si:  No:
8. ¿Considera que los recorridos que usted realiza durante el proceso de manufactura del cuero son extensos?  
Si:  No:
9. ¿Se implementa con frecuencia nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción del cuero?  
Si:  No:
10. ¿Considera que es necesaria una nueva distribución de maquinaria y puestos de trabajo?  
Si:  No:

**Anexo 2: Diagrama de Recorrido actual de la Empresa Tenería INCA S.A**

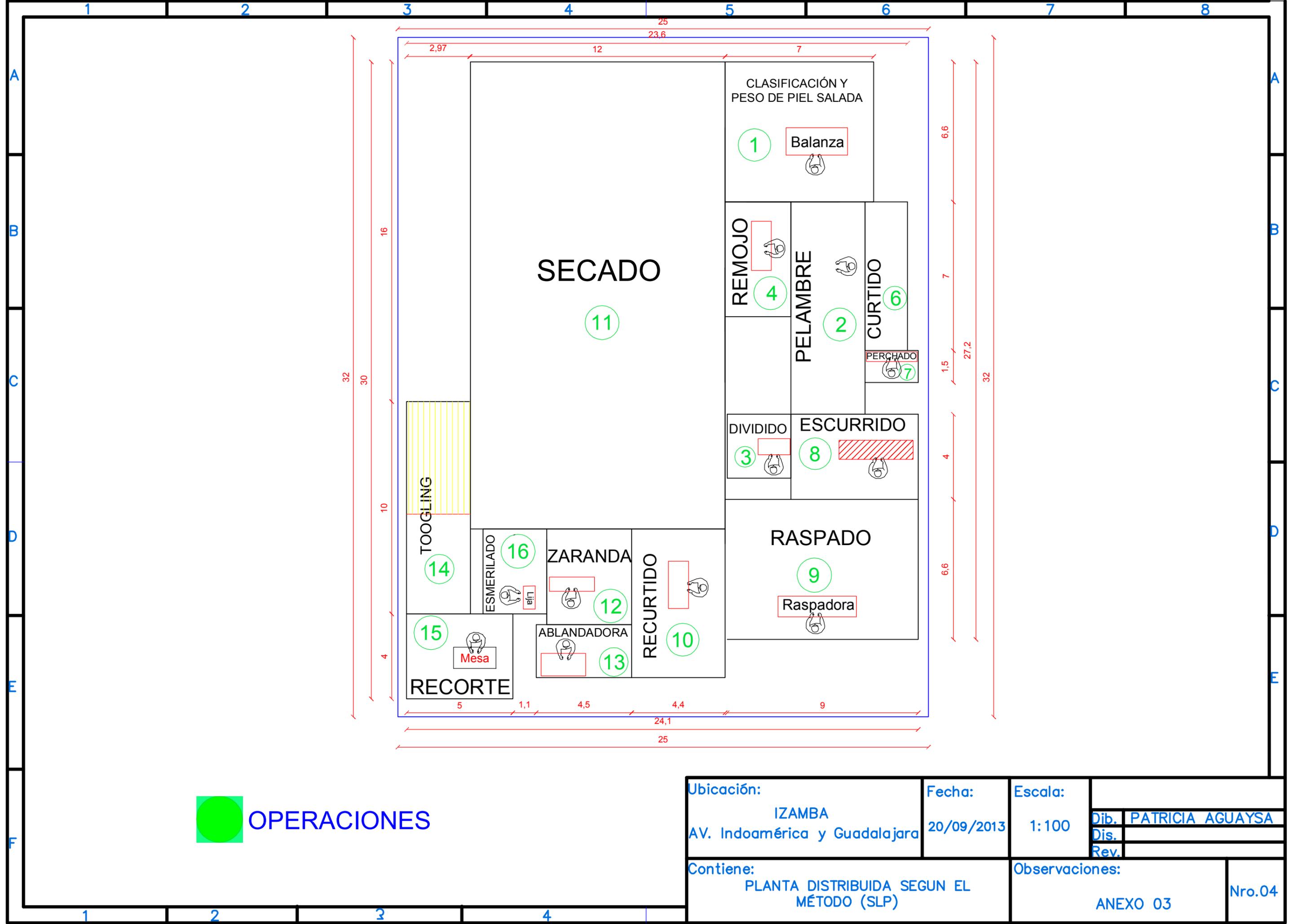


 OPERACIONES

 TRANSPORTE

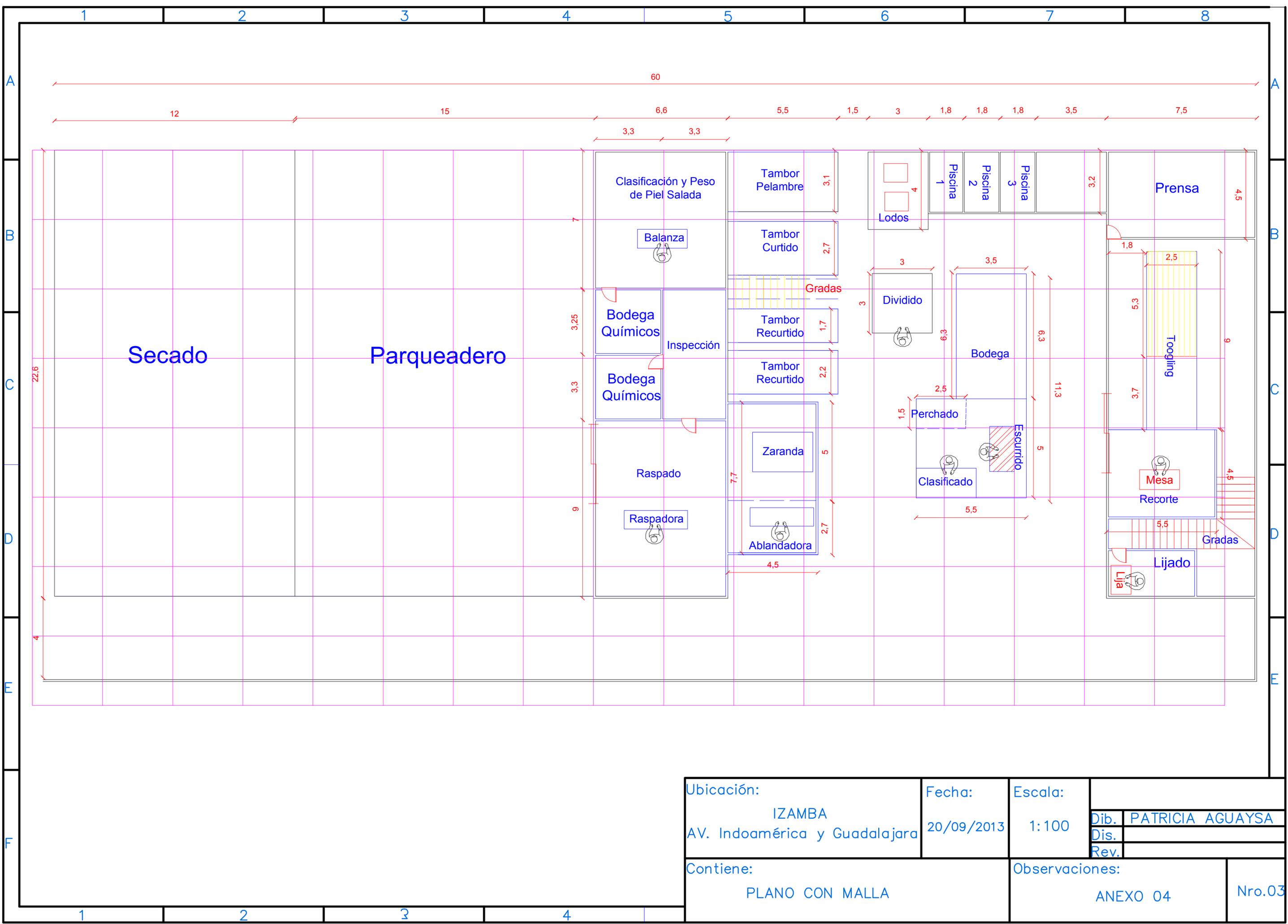
Ubicación: IZAMBA AV. Indoamérica y Guadalajara		Fecha: 20/09/2013	Escala: 1:100	Dib. Dis. Rev.	PATRICIA AGUAYSA
Contiene: DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL DE LA EMPRESA TENERÍA INCA S.A.			Observaciones: ANEXO 02		Nro.01

**Anexo 3: Planta Distribuida según el Método (SLP)**



Ubicación: IZAMBA AV. Indoamérica y Guadalajara		Fecha: 20/09/2013	Escala: 1:100	Dib. PATRICIA AGUAYSA
Contiene: PLANTA DISTRIBUIDA SEGUN EL MÉTODO (SLP)		Observaciones: ANEXO 03		Nro.04

## **Anexo 4: Plano con Malla**



Ubicación: IZAMBA AV. Indoamérica y Guadalajara		Fecha: 20/09/2013	Escala: 1:100	Dib. Dis. Rev.	PATRICIA AGUAYSA
Contiene: PLANO CON MALLA			Observaciones: ANEXO 04		Nro.03

Anexo 5: Iteración 1

Layout After Iteration 1 for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA																	
r <sup>c</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	S	S	S	P	P	P	P	P	C	C	P	P	P	R	R		
2	S		S	P				P			C	C				R	R
3	S		S	P				P			R	R	D			R	R
4	S		S	P				P	L	T	R	R	P	E		R	R
5	S		S	P				P	T		T			E		R	R
6	S	S	S	P	P	P	P	P	T	T	A						E
<p><b>Total Cost =23,28</b></p> <p><b>Switch Departments: RASPADO ZARANDA TOOGLING</b></p> <p><b>(Euclidian Distance)</b></p>																	

Anexo 6: Iteración 2

30. Layout After Iteration 2 for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA																	
r <sup>c</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	S	S	S	P	P	P	P	P	C	C	P	P	P	E	E		
2	S		S	P				P			R	R				R	R
3	S		S	P				P			R	R	D			R	R
4	S		S	P				P	Z	V	R	R	P	C		R	R
5	S		S	P				P	V		V			C		R	R
6	S	S	S	P	P	P	P	P	V	V	A						E
<p><b>Total Cost = 22,01</b>  <b>Switch Departments: REMOJO CURTIDO ESCURRIDO</b>  <b>(Euclidian Distance)</b></p>																	

Anexo 7: Iteración 3

Layout After Iteration 3 for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA																	
$r^c$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	P	P	P	P	P	S	S	S	C	C	P	P	P	E	E		
2	P				P	S		S			R	R				R	R
3	P				P	S		S			R	R	D			R	R
4	P				P	S		S	Z	T	R	R	P	C		R	R
5	P				P	S		S	T		T			C		R	R
6	P	P	P	P	P	S	S	S	T	T	A						E
<p><b>Total Cost =15,25</b>  <b>Switch Departments: SECADO PARQUEO</b>  <b>(Euclidian Distance)</b></p>																	

Anexo 8: Iteración 4

5. Layout After Iteration 4 for DISTRIBUCION ENPLANTA TENERIA INCA																	
r <sup>c</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	P	P	P	P	P	T	S	S	C	C	P	P	P	E	E		
2	P				P	T	S	S			R	R				R	R
3	P				P	T	S	S			R	R	D			R	R
4	P				P	T	S	S	Z	S	R	R	P	C		R	R
5	P				P	T	S		S		S			C		R	R
6	P	P	P	P	P	T	S	S	S	S	A						E
<p><b>Total Cost =14,97</b>  <b>Switch Departments: SECADO TOOGLING</b>  <b>(Euclidian Distance)</b></p>																	

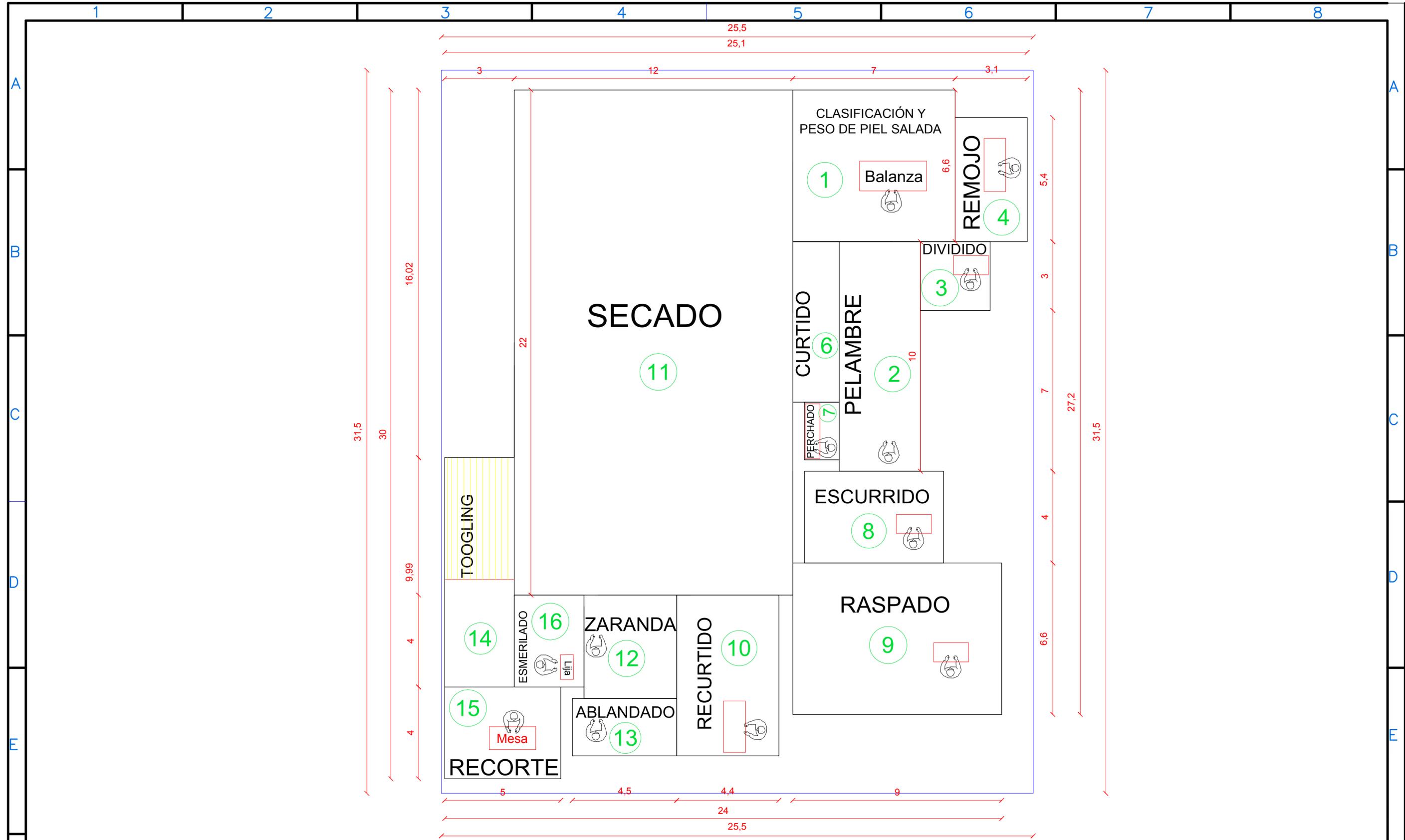
Anexo 9: Iteración 5

50 Layout After Iteration 5 for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA																	
r <sup>c</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	P	P	P	P	P	T	A	S	C	C	P	P	P	E	E		
2	P				P	T	S	S			R	R				R	R
3	P				P	T	S	S			R	R	D			R	R
4	P				P	T	S	S	Z	S	R	R	P	C		R	R
5	P				P	T	S		S		S			C		R	R
6	P	P	P	P	P	T	S	S	S	S	S						E
<p><b>Total Cost = 13,76</b></p> <p><b>Switch Departments: SECADO ABLANDADO</b></p> <p><b>(Euclidian Distance)</b></p>																	

Anexo 10: Iteración 6

Layout After Iteration 6 for DISTRIBUCIÓN ENPLANTA TENERÍA INCA																	
$x^c$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	P	P	P	P	P	T	A	S	S	S	P	P	P	E	E		
2	P				P	T	S	S			R	R				R	R
3	P				P	T	S	S			R	R	D			R	R
4	P				P	T	S	S	Z	S	R	R	P	C		R	R
5	P				P	T	C	S	S		S			C		R	R
6	P	P	P	P	P	T	C	S	S	S	S						E
<p><b>Total Cost = 13,37</b>  <b>Switch Departments: CLASIFICADO SECADO</b>  <b>(Euclidian Distance)</b></p>																	

**Anexo 11: Planta Redistribuida**



Ubicación: IZAMBA AV. Indoamérica y Guadalajara		Fecha: 20/09/2013	Escala: 1:100	Dib. PATRICIA AGUAYSA	
Contiene: PLANTA REDISTRIBUIDA		Observaciones: ANEXO 11		Rev.	
				Nro.04	