

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Fundada en 1551

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
E.A.P. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Tesis
Digitales UNMSM

DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA EMPRESA TEXTIL

TESIS

Para optar el Título Profesional de :

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

MARTÍN MUÑOZ CABANILLAS

**LIMA – PERÚ
2004**

INDICE DE CONTENIDO

“DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA EMPRESA TEXTIL”

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I : IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

- 1.1. Planteamiento del Problema
 - 1.1.1. Formulación del Problema
 - 1.1.2. Justificación del Estudio
 - 1.1.3. Antecedentes del Problema
- 1.2. Objetivos
 - 1.2.1. Objetivos Generales
 - 1.2.2. Objetivos Específicos
- 1.3. Diseño Metodológico
 - 1.3.1. Clasificación de los Estudios de Distribución en Planta
 - 1.3.1.1. Proyecto de una Planta Completamente Nueva
 - 1.3.1.2. Expansión o Traslado a una Planta ya Existente
 - 1.3.1.3. Reordenación de una Distribución ya Existente
 - 1.3.1.4. Ajustes Menores en una Distribución ya Existente
 - 1.3.2. Metodología Básica
 - 1.3.3. Técnicas de Recolección de Datos

CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

- 2.1. Distribución en Planta
 - 2.1.1. Ventajas de una Eficiente Distribución en Planta
 - 2.1.2. Principios Básicos de la Distribución en Planta
- 2.2. Tipos de Distribución de Planta

- 2.2.1. Distribución por Posición Fija
- 2.2.2. Distribución por Proceso o Función
- 2.2.3. Distribución por Producto o en Línea
- 2.2.4. Distribuciones Híbridas
 - 2.2.4.1. Célula de un Trabajador, Múltiples Maquinas
 - 2.2.4.2. Tecnología de Grupo
- 2.3. Planeamiento Sistémico de la Distribución
 - 2.3.1. Fases de desarrollo en una distribución
 - 2.3.2. Proceso de Diseño de la Distribución en Planta
 - 2.3.3. Fundamentos de Guía para una distribución óptima
- 2.4. Utilización de Software en el Diseño de la Distribución
 - 2.4.1. Craft (Computer Relative Allocation of Facilities Technique)
 - 2.4.2. Aldep (Automated Layout Design Program)
 - 2.4.3. Corelap (Computerized Relationship Layout Planning)
 - 2.4.4. Flap (Facilities Layout Applet/Application)

CAPÍTULO III : ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA GENERAL DE CONJUNTO

- 3.1. Obtención de Datos Básicos
 - 3.1.1. Relación de áreas de la empresa
 - 3.1.2. Descripción y Diagrama de Flujo del Proceso Productivo
- 3.2. Análisis de Factores
 - 3.2.1. Factor Material
 - 3.2.2. Factor Maquinaria
 - 3.2.3. Factor Hombre
 - 3.2.4. Factor Movimiento
 - 3.2.5. Factor Espera
 - 3.2.6. Factor Servicio
- 3.3. Desarrollo del Diagrama General de Conjunto
 - 3.3.1. Factores de proximidad
 - 3.3.2. Tabla de relación de actividades
 - 3.3.3. Análisis de las relaciones halladas

3.3.4. Desarrollo del diagrama de bloques o DGC

CAPÍTULO IV : DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

- 4.1. Diseño de Áreas Productivas
 - 4.1.1. Diagramas del ciclo productivo
 - 4.1.2. Disposición de los elementos del ciclo productivo
 - 4.1.2.1. Materiales
 - 4.1.2.2. Máquinas
 - 4.1.2.3. Recursos Humanos
 - 4.1.3. Requerimientos de espacio
 - 4.1.4. Layout del Área de Tejeduría Rectilínea
- 4.2. Diseño de Almacenes
 - 4.2.1. Fundamentos para los Métodos de Almacenaje
 - 4.2.2. Equipo de Almacenamiento
 - 4.2.3. Layout del Almacén de Hilados
- 4.3. Diseño de Oficinas
 - 4.3.1. Factores en la Distribución de Oficinas
 - 4.3.2. Tipos de Distribuciones de Oficinas
 - 4.3.3. Layout de Oficinas

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

La distribución de plantas es una tarea fundamental en la reducción de costos y el incremento de la productividad, a la que sin embargo no muchas empresas dan la debida importancia. Lo que se trata de facilitar aquí, es una guía que permita organizar los proyectos de distribución, en una serie de fases y pasos; adaptando los principios y fundamentos teóricos al trabajo práctico que realiza el diseñador en la planta.

La estructura del trabajo está dividida en cuatro capítulos, que describen el proyecto de distribución desde su concepción hasta la obtención del plano detallado de la distribución.

El capítulo I sirve para definir la base científica del trabajo, aquí se plantea la problemática encontrada; justificándose la realización del estudio como vía para la solución del problema. Se describen claramente los objetivos a conseguir y se explica la metodología que se seguirá en todo el trabajo. Este capítulo nos hará posicionarnos en el tema a desarrollar.

El capítulo II nos proporcionará el marco teórico y conceptual necesario para la comprensión del tema de distribución de plantas, partiremos de los conceptos básicos de la distribución hasta definir el planteamiento sistémico,

como un método científico que aportará cuatro fases al proceso de diseño de distribución. El capítulo concluirá con una revisión de los principales softwares computacionales que ayudan al diseño de la distribución.

Ya en el capítulo III, empieza el trabajo de diseño de la distribución; en este capítulo se estudia con detenimiento la segunda fase del diseño, cuyo objetivo final es la elaboración del diagrama general de conjunto, que será la base de la futura distribución. Como se verá mas adelante, aquí se establecerá la ubicación relativa de cada departamento de la empresa, sin entrar todavía en el detalle de distribución de cada uno de ellos.

Finalmente, el capítulo IV cerrará el proceso de diseño con la presentación de los planos detallados de la empresa; este capítulo tiene su respectiva correspondencia con la tercera fase de la distribución; el plan detallado de distribución, que muestra cómo quedará la ordenación final de todos los elementos de la empresa, como resultado del proceso de diseño.

RESUMEN

El presente informe de tesina ha sido elaborado para optar por el título de Ingeniero Industrial, como parte de la modalidad de perfeccionamiento profesional. Este informe enmarcado en la línea de investigación sobre optimización de la producción, es el resultado de la aplicación práctica, de los cursos de actualización profesional dictados por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El objeto es desarrollar el proceso de diseño de distribución de planta, en una empresa perteneciente al sector textil, la cual por políticas de la empresa no desea revelar su nombre. La base para su elaboración se encuentra en un proyecto realizado en esta empresa durante el año 2002, en el que junto con un equipo conformado por 9 personas, realizamos el diseño de lo que sería una planta completamente nueva, que haría posible el traslado y unificación de las instalaciones ya existentes.

El desarrollo de este informe va de acuerdo a los planteamientos teóricos también expuestos aquí, de manera que muestra claramente como se complementa la teoría con la práctica. Cabe mencionar que este trabajo se centra fundamentalmente en las dos fases centrales del proceso de distribución, que son justamente las que se encargan del diseño en si de la distribución. Las otras dos fases aunque no menos importantes, no han sido

tomadas en cuenta dadas las características del proyecto realizado, que se verán mas adelante.

Como resultado de este informe, el lector obtendrá una visión general de todo el proceso de distribución, enfocado desde el aspecto práctico, conociendo de manera puntual las técnicas, criterios, principios y fundamentos que mejor se adecuen a la distribución de los diferentes departamentos de una empresa.

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Formulación del Problema

En todo país desarrollado o en vías de desarrollo, la principal fuente de crecimiento económico es el incremento de la productividad, es así que en los países en vías de desarrollo es imperiosa la necesidad de estimular este crecimiento, siendo la pequeña y mediana empresa las que se presentan como una vía para la industrialización. Dentro de este sector de pequeñas y medianas empresas, el rubro textil y de confecciones es el que tiene las mayores posibilidades de crecimiento, por generar valor agregado, calidad de materia prima y mano de obra intensiva.

Sin embargo, en un mundo de competencia globalizada, muchos son los factores a tomar en cuenta para lograr altos niveles de productividad; la reducción de costos es la meta generalizada de las empresas que buscan cada vez más caminos hacia el incremento de productividad y en las que es ya difícil lograr verdaderas ventajas competitivas. Los factores que conllevan a esta reducción de costos cuando se ha llegado a un máximo de estandarización, tienen que ver con el arreglo de la planta, pues se puede apreciar casos en los que la barrera para la mejora de métodos y estandarización de procesos es la disposición de máquinas, recursos y

materiales. La pregunta es si se está considerando verdaderamente que ¿La distribución de la planta afecta directamente a la reducción de costos y al incremento de productividad? Muchos son los síntomas que nos ayudarán a descubrir que existen problemas con la distribución de la planta: Congestión de materiales, demora en los despachos, áreas congestionadas, control de inventarios insuficientes, tiempo de movimiento de materiales elevado, máquinas paradas en espera de material a procesar, muchos accidentes, rotación de personal, necesidad de horas extras, etc., son sólo algunos de los síntomas que sin duda nos indican que existen problemas con la distribución.

1.1.2 Justificación del Estudio

Se estima que del 20 al 50% de los gastos totales de operación en que se incurre dentro del área de fabricación, se pueden atribuir a la disposición de la planta, y que una distribución eficiente reduce probablemente esos costos por lo menos del 10 al 30%. Si la distribución eficiente se aprovecha de esa forma, la productividad anual de fabricación aumentaría aproximadamente tres veces más. Se puede decir entonces que la distribución de la planta es una de las tareas más significativas y una de las más críticas para mejorar la tasa de productividad.

Los principales problemas en la distribución de planta surgen cuando estos estudios son realizados sin demasiada importancia, ignorando los objetivos y metas a mediano y largo plazo, por lo general se diseñan

distribuciones para las condiciones de inicio, sin embargo a medida que la organización crece y se producen cambios, éstas se vuelven deficientes y conllevan a gastos y pérdidas acumulativas que se hacen muy difíciles de detener, ya que el costo de cambiar una distribución establecida suele ser demasiado grande. Aquí radica la importancia de realizar un eficiente estudio de distribución en planta ya que el principal beneficiado será la empresa, además de sus trabajadores y clientes, incrementando no sólo sus niveles de productividad sino los de toda la industria y permitiendo establecer una estructura de costos menor que le permitirá elevar su competitividad.

1.1.3 Antecedentes del Problema

El presente estudio surge ante la necesidad de la empresa de encontrar alternativas y métodos que permitan un mejoramiento continuo en todas sus líneas de procesos y un sistema de producción rápido y flexible, adaptable a las necesidades cambiantes de mercado. La empresa en mención perteneciente al sector textil y de confecciones, se encuentra ubicada entre las 10 primeras en el ranking de empresas exportadoras dentro del sector y es una de las primeras en cuanto a rentabilidad, su crecimiento acelerado en ventas y niveles de producción han hecho que su planta sea cada vez más reducida y sus instalaciones sean barreras para un flujo acelerado de producción.

En este contexto, la empresa toma la decisión de evaluar la disposición de su planta con relación a los niveles de capacidad y demanda actuales, en busca de una posible construcción de planta nueva acorde con las necesidades de la empresa y el mercado. Por esto se reúne un equipo de trabajo conformado por especialistas en distribución, analistas de Ingeniería y jefes de área, encargado de elaborar un estudio de distribución de planta que se centre inicialmente en los planes detallados de distribución física de cada área de la empresa, así como en su conjunto; que como se verá mas adelante constituyen las fases centrales e imprescindibles en el planeamiento sistémico de toda distribución en planta.

La distribución en planta es un tema al que se está dando cada vez más importancia cuando de mejoramiento e incremento de productividad se habla. Las primeras distribuciones eran llevadas a cabo por el arquitecto que diseñaba el edificio o por el hombre que acondicionaba su propio puesto de trabajo, los documentos históricos que se han encontrado muestran el área de trabajo para un servicio específico, pero no se refleja la aplicación de ningún principio básico. Es en el advenimiento de la revolución industrial en el que la disposición de la planta toma carácter de importancia como objetivo económico para los dueños de las empresas y es así que con el paso del tiempo y la especialización del trabajo se empezaron a crear grupos de especialistas para estudiar los problemas de la distribución, con ellos llegaron principios y se documentaron técnicas que hoy en día sirven de base para planear distribuciones eficientes y que han

hecho de esta disciplina una de las más importantes en los procesos productivos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una Distribución en Planta que permita optimizar la disposición de los elementos del ciclo productivo: máquinas, recursos humanos y materiales, en una planta nueva; de manera que el valor creado por el sistema de producción eleve al máximo los niveles de productividad de la empresa.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la importancia de la distribución de planta en el proceso productivo.
- Determinar el marco teórico y conceptual de la distribución en planta.
- Describir el planeamiento sistémico de la distribución en planta como método general para el diseño de la distribución.
- Desarrollar una distribución general de conjunto que sienta las pautas para el diseño detallado de la distribución.
- Elaborar un plan detallado de distribución física de la planta que permita obtener el diseño final de la distribución.

1.3 DISEÑO METODOLÓGICO

1.3.1 Clasificación de los Estudios de Distribución en Planta

Las causas frecuentes que nos llevan a la realización de proyectos o estudios de Distribución de Planta se pueden clasificar en cuatro:

1.3.1.1 Proyecto de una Planta Completamente Nueva

En este tipo de proyecto el grupo de especialistas encargados de la distribución, diseñará el edificio de la empresa desde el principio. Este caso de distribución en planta se suele dar cuando la compañía inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando se expansiona y traslada a una nueva área. Aquí es necesario todo el ingenio y conocimientos del diseñador para una buena distribución.

1.3.1.2 Expansión o Traslado a una Planta ya Existente

En este caso, los edificios y servicios ya están allí limitando la distribución. El problema principal consiste en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente en una planta distinta que también ya existe. Este es el mejor momento de mejorar métodos y abandonar viejas prácticas

1.3.1.3 Reordenación de una Distribución ya Existente

Esta situación es la más frecuente, sobre todo en los cambios de diseño del producto y en la modernización del equipo de producción. Aquí también existe una limitación dada por las dimensiones del edificio, su forma y en general todas sus instalaciones.

1.3.1.4 Ajustes Menores en una Distribución ya Existente

Se presenta cuando varían las condiciones de operación, ésta también es una buena oportunidad para introducir diversas mejoras con un mínimo de costos, aplicándose gastos menores para adaptarse a las variaciones de la demanda

1.3.2 Metodología Básica

Sean de la clase que sean los estudios de distribución en planta, básicamente se buscan siempre los mismos objetivos, siguiendo el camino científico para enfocar los problemas de la distribución. Esto implica trabajar de manera objetiva, con cálculos basados en verdades o hechos reales y no hacer suposiciones o basarse únicamente en la experiencia de trabajos anteriores, ya que de lo contrario no se podría decir que se ha enfocado el problema de una manera científica.

Después de mucho tiempo de práctica e investigación, los especialistas han llegado a sistematizar los proyectos de distribución en planta desarrollando un método general, llamado Planeamiento Sistémico de la

Distribución que divide el proyecto en cuatro fases¹. El camino científico a seguir para este método implica los siguientes pasos en la realización de cada fase, en los estudios o proyectos de distribución en planta:

1. ESTABLECER EL PROBLEMA. En la distribución en planta intervienen tantas consideraciones, escondidas tras la disposición física del material, maquinaria y puestos de trabajo, que debe definirse claramente desde el principio la naturaleza y extensión de la labor a realizar, así como establecer el plan y programa de trabajo para cada una de las cuatro fases de la distribución.

2. OBTENCIÓN DE DATOS REALES. Como en cualquier problema de ingeniería, si se consiguen los datos reales, la solución se hace aparentemente fácil. Se deben reunir datos sobre el material y los productos terminados, la maquinaria y el equipo, el personal y demás factores que intervienen, y estar convencidos de que son datos reales, reunidos por medidas actuales y cifras aprobadas, y no por ideas de otras personas, ni tampoco registros o datos inexactos o atrasados.

3. REPLANTEAR EL PROBLEMA. Es decir volver a establecer o aclarar el problema a la luz de los datos reales. Esta aclaración del problema indicará que nuevos hechos deben ser tomados en consideración. Por ejemplo, quizás la distribución debe esperar hasta que se haga la selección de una

¹ Ver Capítulo 2.3.1

nueva maquinaria, lo cual se está considerando en el momento actual. Seguir adelante con la distribución, tal como inicialmente fue planeada, puede significar hacer un trabajo que deberá ser reajustado a corto plazo. Por tanto, debe lograrse que en ese momento, quede aclarada cualquier nueva decisión.

4. ANALIZAR Y DECIDIR LA MEJOR SOLUCIÓN. El análisis de los datos reales en paralelo con los objetivos de una buena distribución es el principal problema del trabajo de distribución en planta. Se deben concatenar y organizar los hechos, comparar las disposiciones alternativas y ensayar y comprobar los planes; de forma que nos conduzcan a la respuesta adecuada o bien nos ayuden a valorar los datos para que podamos llegar a una conclusión. El análisis termina con la decisión en cuanto a la mejor solución del problema

5. ACTUAR. Ejecutar las acciones para la aprobación e iniciación de las siguientes fases, en el momento que se ha decidido la solución para la fase del proyecto de distribución que se está analizando. Esto significa tanto la aprobación del jefe de departamento como la de la dirección. Así se asegura que el trabajo a realizar en la fase siguiente lleve en si un plan ya aprobado, que ahorre tiempo en el proyecto y que mantenga informadas a otras personas sobre el proyecto.

6. SUPERPONER LAS FASES. Cada una de las cuatro fases de la distribución se pueden superponer unas a otras. Antes de que una fase pueda ser completamente resuelta, habrá que investigar, al menos en parte, la siguiente. Como consecuencia, la continuación de una fase, es en realidad, preparación para la solución de la siguiente.

1.3.3 Técnicas de Recolección de Datos

En la recopilación de toda la información necesaria para poder realizar el análisis y diseño, se utilizarán las siguientes técnicas:

1.3.3.1 Análisis de Factores²

Es una forma de sistematizar el levantamiento de información. El objetivo es definir claramente la información relevante para cada uno de los siguientes factores: Material, Maquinaria, Hombre, Desplazamiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio.

1.3.3.2 Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

Es un diagrama que presenta las principales operaciones e inspecciones que intervienen en un proceso productivo así como la indicación de aquellos puntos del proceso en los que se produce entradas o salidas del material.

² Esta técnica se desarrolla ampliamente en el Capítulo III

1.3.3.3 Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)

Es un diagrama que muestra la secuencia de operaciones de un producto señalando las inspecciones, transportes, demoras y almacenaje; así como los puntos dónde se introduce y retira material durante el proceso. Comprende además información que se necesita para el análisis: tiempo requerido por actividad y distancia recorrida.

1.3.3.4 Diagrama de Recorrido

Es la representación gráfica de una zona de trabajo, elaborada a escala; donde se muestra la posición de áreas, equipos y puestos de trabajo, para establecer el flujo o recorrido de cada producto. Este diagrama permite determinar la congestión en el tránsito de materiales o personas y las distancias lejanas de un puesto de trabajo a otro.

1.3.3.5. Diagramas de Flujo o Flujograma

Es un diagrama que representa un proceso administrativo y permite describir sistemas de forma clara, lógica y breve facilitando la visualización del movimiento de flujo desde su origen.

1.3.3.5 Gráfico de trayectorias

Es un cuadro de doble entrada donde se consignan datos cuantitativos sobre los desplazamientos de personas, materiales o equipos entre cualquier número de lugares de una distribución actual o proyectada.

1.3.3.6 Diagramas Relacionales

Son cuadros donde se muestran las relaciones de proximidad que deben existir entre cualquier número de lugares de una distribución. Permite analizar la bondad de la distribución. Pueden relacionar solamente actividades o también espacios reales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta implica la ordenación física y racional de los elementos productivos garantizando su flujo óptimo al más bajo costo. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, máquinas, equipos de trabajo, trabajadores y todas las otras actividades o servicios.

En líneas generales la Distribución en Planta persigue dos intereses: un interés económico, con el que se busca aumentar la producción y reducir costos; y un interés social con el que se busca darle seguridad al trabajador y satisfacción por el trabajo que realiza.

2.1.1 Ventajas de una Eficiente Distribución en Planta

Las ventajas que resultan de una eficiente distribución en planta que no sólo abarque la ordenación más económica de las áreas de trabajo y equipo sino también una ordenación segura y satisfactoria para los empleados, son las siguientes:

- 1.- Se reducen los riesgos de enfermedades profesionales y de accidentes de trabajo, eliminándose lugares inseguros, pasos peligrosos y materiales en los pasillos.

- 2.- Se mejora la moral y se da mayor satisfacción al obrero, evitando áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal.
- 3.- Se aumenta la producción, ya que cuanto más perfecta es una distribución se disminuyen los tiempos de proceso y se aceleran los flujos.
- 4.- Se obtiene un menor número de retrasos, reduciéndose y eliminándose los tiempos de espera, al equilibrar los tiempos de trabajo y cargas de cada departamento.
- 5.- Se obtiene un ahorro de espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inútiles y materiales en espera.
- 6.- Se reduce el manejo de materiales distribuyendo por procesos y diseñando líneas de montaje.
- 7.- Se utiliza mejor la maquinaria, la mano de obra y los servicios.
- 8.- Se reduce el material en proceso.
- 9.- Se facilitan las tareas de vigilancia y control, ubicando adecuadamente los puestos de supervisión de manera que se tenga una completa visión de la zona de trabajo y de los puntos de demora.
- 10.- Se reducen los riesgos de deterioro del material y se aumenta la calidad del producto, separando las operaciones que son nocivas unas a otras
- 11.- Se facilita el ajuste al variar las condiciones. Es decir al prever las ampliaciones, los aumentos de demanda o reducciones del mercado se eliminan los inconvenientes de las expansiones o disminuciones de la planta.

12.- Se mejora y facilita el control de costos, al reunir procesos similares, que facilitan la contabilidad de costos.

13.- Se obtienen mejores condiciones sanitarias, que son indispensables tanto para la calidad de los productos, como para favorecer la salud de los empleados.

2.1.2 Principios Básicos de la Distribución en Planta

Con el fin de obtener la Distribución más eficiente de una manera sistemática, es preciso considerar los siguientes seis principios básicos:

1. PRINCIPIO DE LA INTEGRACIÓN DE CONJUNTO.

La distribución óptima será aquella que integre al hombre, materiales, máquinas y cualquier otro factor de la manera más racional posible, de tal manera que funcionen como un equipo único. No es suficiente conseguir una distribución adecuada para cada área, sino que debe ser también adecuada para otras áreas que tengan que ver indirectamente con ella.

2. PRINCIPIO DE LA MÍNIMA DISTANCIA RECORRIDA.

En igualdad de circunstancias, será aquella mejor distribución la que permita mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas.

Al trasladar el material se debe procurar el ahorro, reduciendo las distancias de recorrido; esto significa que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.

3. PRINCIPIO DE LA CIRCULACIÓN O RECORRIDO.

En igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales.

Este es un complemento del principio de la mínima distancia y significa que el material se moverá progresivamente de cada operación a la siguiente, sin que existan retrocesos o movimientos transversales, buscando un progreso constante hacia su terminación sin interrupciones e interferencias. Esto no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita el movimiento en una sola dirección.

4. PRINCIPIO DEL ESPACIO CÚBICO.

En igualdad de circunstancias, será más económica aquella distribución que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que se obtienen ahorros de espacio.

Una buena distribución es aquella que aprovecha las tres dimensiones en igual forma.

5. PRINCIPIO DE SATISFACCIÓN Y SEGURIDAD

Será aquella mejor distribución la que proporcione a los trabajadores seguridad y confianza para el trabajo satisfactorio de los mismos.

La seguridad es un factor de gran importancia, una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

6. PRINCIPIO DE FLEXIBILIDAD

La distribución en planta más efectiva, será aquella que pueda ser ajustada o reordenada con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo posible.

Las plantas pierden a menudo dinero al no poder adaptar sus sistemas de producción con rapidez a los cambios constantes del entorno, de ahí que la importancia de este principio es cada vez mayor.

2.2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Existen cuatro tipos principales de distribución en planta: Por posición fija, por proceso o función, por producto o en línea y por células o Híbridas.

2.2.1 Distribución por Posición fija

Se trata de una distribución en que el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un solo lugar, y que por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia él. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y sólo se producen

pocas unidades al mismo tiempo. Se requiere poca especialización en el trabajo, pero gran habilidad y obreros calificados.

Ejemplos típicos de éste sistema son la construcción de buques, la fabricación de motores diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.

Ventajas:

1. Reduce el manejo de piezas grandes, aunque se aumenta el de piezas pequeñas.
2. Responsabiliza al trabajador de la calidad de su trabajo, mientras más hábiles sean éstos, menos inspectores se requerirán.
3. Altamente flexibles. Permiten cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente.
4. No requieren una ingeniería de distribución costosa.

Inconvenientes

1. Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta.
2. Inversión elevada en equipos específicos.
3. El conjunto depende de cada una de las partes, la parada de alguna máquina o la falta de personal en algunas de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa.
4. Trabajos muy monótonos que afectan la moral del personal.

2.2.2 Distribución por Proceso o Función.

En este tipo de distribución todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. 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. También cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente y cuando se tiene una demanda intermitente, por ejemplo: fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.

El problema principal en este tipo de distribución es localizar los centros de trabajo para optimizar el flujo entre secciones.

Ventajas:

1. Todos los productos que se fabrican en la planta comparten las mismas máquinas por lo que la capacidad de cada una de ellas puede emplearse al máximo reduciendo el número de máquinas necesarias.
2. Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento.
3. 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.

4. 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, lo que proporciona mayores incentivos individuales.

5. Una avería en una máquina no influye de forma decisiva en la planificación, ya que la carga del recurso averiado se reparte entre las demás máquinas.

Inconvenientes.

1. Existe mayor dificultad para fijar las rutas y los programas de trabajo.
2. La separación de las operaciones y las mayores distancias que tienen que recorrer para el trabajo, dan como resultado más manipulación de materiales y costos más elevados, empleándose una mayor mano de obra.
3. Para optimizar el transporte se fabrica en lotes grandes, anticipando la entrega a otros departamentos antes de lo necesario, por lo que aumentan los inventarios en proceso.
4. La falta de disposiciones compactas de producción en línea y el mayor esparcimiento entre las unidades del equipo en departamentos separados, significa más superficie ocupada.
5. Sistemas de control de producción mucho más complicados y falta de un control visual.

2.2.3 Distribución por Producto o en Línea.

También denominada "Producción en cadena". En este caso, toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar un 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.

Ejemplos típicos son el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles y el enlatado de conservas.

También es recomendable este tipo de distribución cuando la demanda es constante y cuando el suministro de materiales es fácil y continuo. El problema principal que se puede presentar en este tipo de distribución es el balance de las líneas de producción

Ventajas:

1. El trabajo se mueve siguiendo rutas definidas y directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
2. Menor manipulación de materiales debido a que el recorrido a la labor es más corto sobre una serie de máquinas sucesivas, contiguas ó puestos de trabajo adyacentes.
3. Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y por ende menos inventario en proceso.

4. Cantidad limitada de inspección, quizá solamente una antes de que el producto entre en la línea, otra después que salga de ella y poca inspección entre ambos puntos.
5. Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que existe mayor especialización del trabajo.

Inconvenientes:

1. Elevada inversión en máquinas debido a que algunas líneas de fabricación no pueden emplearse para realizar otras.
2. Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo porque las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares, como en la disposición por proceso.
4. Menos pericia en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una máquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en máquinas automáticas que el operario sólo tiene que alimentar.
5. Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería.
6. El Ritmo de Producción es fijado por la máquina más lenta (cuello de botella).

2.2.4 Distribuciones Híbridas.

Los diseños híbridos en esencia, buscan poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y las distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia

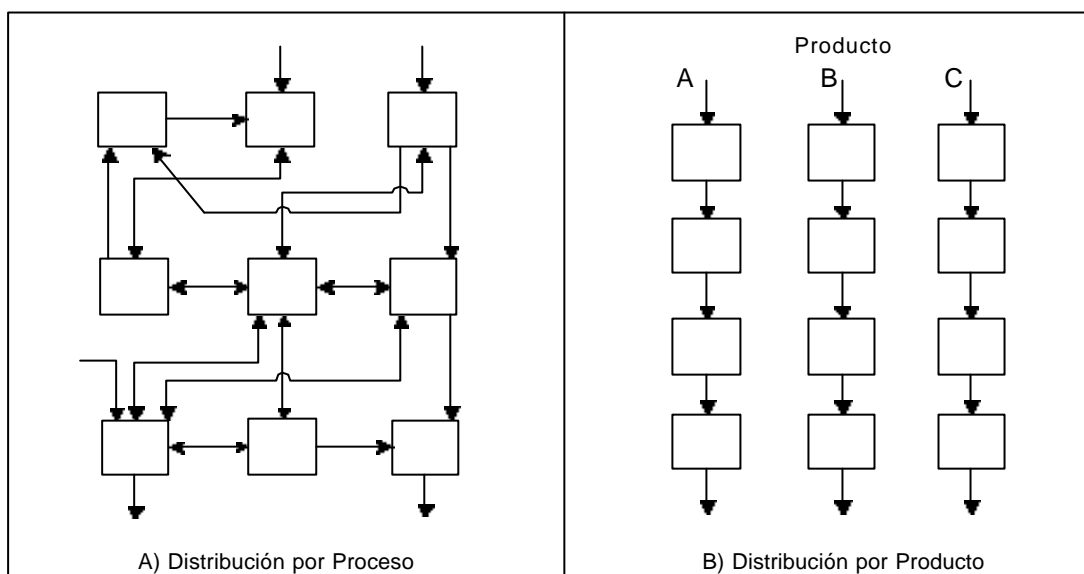


FIGURA 2.1 DISTRIBUCIÓN POR PROCESO Y POR PRODUCTO

de las primeras y de la flexibilidad de las segundas, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen coexistan en la misma instalación.

Existen dos técnicas para crear diseños híbridos: las células de un trabajador, múltiples máquinas y las células de tecnología de grupo; definiéndose como células a la agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems.

2.2.4.1 Célula de un Trabajador, Múltiples Máquinas

En este tipo de distribución un trabajador maneja varias máquinas diferentes al mismo tiempo, para producir un flujo de línea. Se aplica perfectamente cuando los volúmenes de producción no son suficientes como para mantener ocupados a los trabajadores en una línea de producción. Las máquinas se disponen formando círculos o en forma de U, de tal manera que el trabajador pueda controlar y operar todas las máquinas.

Esta distribución reduce los niveles de inventario ya que los materiales pasan directamente a la siguiente operación, en lugar de apilarse en filas de espera.

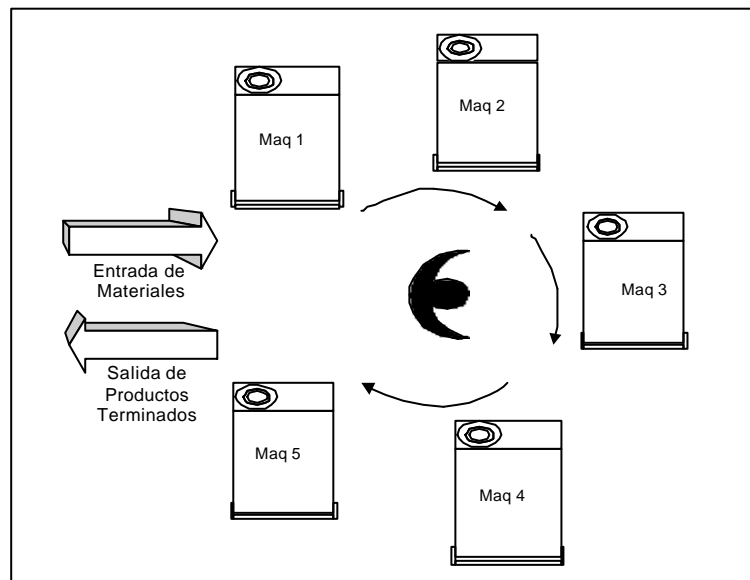
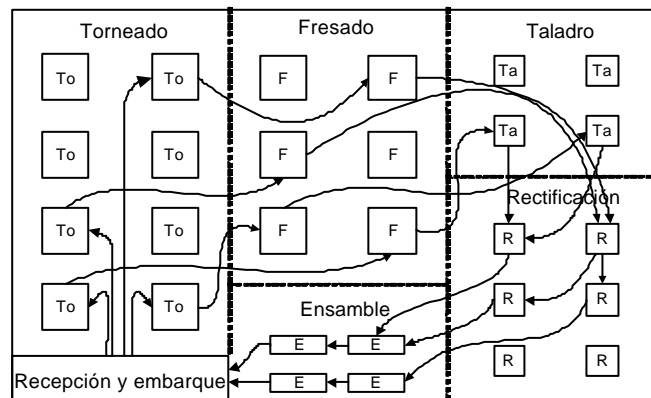


FIGURA 2.2 UN TRABAJADOR, MÚLTIPLES MÁQUINAS

2.2.4.2 Tecnología de Grupo:

Esta es otra opción para volúmenes de producción pequeños en los que se quiere obtener las ventajas de una distribución por producto. Esta técnica genera células que no se limitan a un solo trabajador, aquí las partes o productos con características similares se agrupan en familias junto a las máquinas utilizadas para su producción, con el objetivo de minimizar los cambios o ajustes para la preparación de las máquinas. Una vez echo esto, el siguiente paso consiste en distribuir las máquinas necesarias para la realización de los procesos básicos en células separadas que requieran solamente ajustes menores para pasar de la fabricación de un producto a otro dentro de la misma familia. Esto simplifica las rutas que recorren los productos y reduce el tiempo que cada trabajo permanece en el taller, acortándose o eliminándose de esta manera las filas de espera. En la figura 2.3, se pueden apreciar los flujos de producción en un taller antes y después de distribuir por células de Tecnología de Grupo.



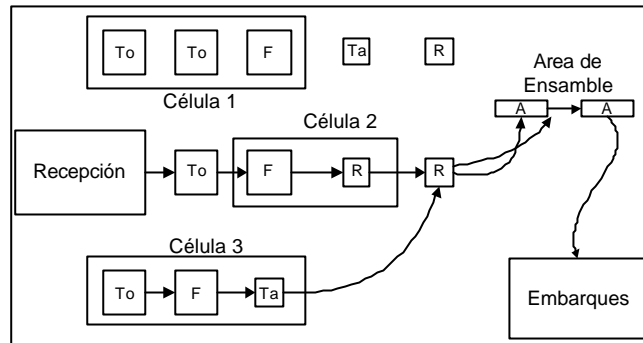


FIGURA 2.3. DISTRIBUCION ANTES Y DEPUES DE APLICAR CÉLULAS DE TECNOLOGÍA DE GRUPO

A modo general podemos resumir las principales características de las tres distribuciones básicas en el siguiente cuadro:

CUADRO 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTRIBUCIONES

	D. por Producto	D. por Proceso	D. por Posición Fija
Producto	Productos estándares con un volumen de producción alto (producción en masa).	Productos diversificados con volúmenes de producción variables.	Difíciles de mover (barcos, trenes, edificios) o con demanda muy pequeña y específica.
Flujo de Trabajo	Lineal y el mismo para todos los productos, el manejo de material es por lo general automatizado.	La secuencia de fabricación de cada producto hace que no existan rutas estándares.	No existe flujo. Los recursos se trasladan hacia el producto.
Mano de Obra	Hacen tareas repetitivas y rutinarias	Es calificada, sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente adaptable.	Alta flexibilidad, realizan operaciones diferentes según el producto.
Maquinaria	Maquinaria específica para operaciones concretas.	Máquinas flexibles con la capacidad de fabricar varios productos.	Máquina de propósito general y común a todos los productos que fabrica la empresa.
Utilización de Espacio	Eficiente, elevada salida por unidad de superficie	Baja salida por unidad de superficie, necesidad de espacio para material en proceso.	Generalmente toda la superficie es requerida por el producto.

2.3 PLANEAMIENTO SISTÉMICO DE LA DISTRIBUCIÓN

El Planeamiento Sistemático de la Distribución³, es una forma racional y organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases o niveles que a la vez constan de una serie de procedimientos o pasos, para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación. Este método puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes.

2.3.1 Fases de Desarrollo de la Distribución en Planta.

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son:

Fase I : Localización.

Es donde se decide donde va a estar el área que va a ser organizada, esta fase no necesariamente se incluye en los proyectos de distribución.

³ Se atribuye el desarrollo de este método a Richard Muther, Ingeniero Industrial; quien es un reconocido especialista en materia de distribución en plantas.

Fase II : Distribución General de Conjunto (DGC).

Es donde se planea la organización completa a modo general. Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser organizada y se indica también el tamaño y la interrelación de áreas, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III : Plan Detallado de Distribución (PDD).

Es la preparación en detalle del plan de organización e incluye planear donde van a ser localizados los puestos de trabajo, así como cada pieza de maquinaria o equipo.

Fase IV : Instalación de la Distribución.

Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

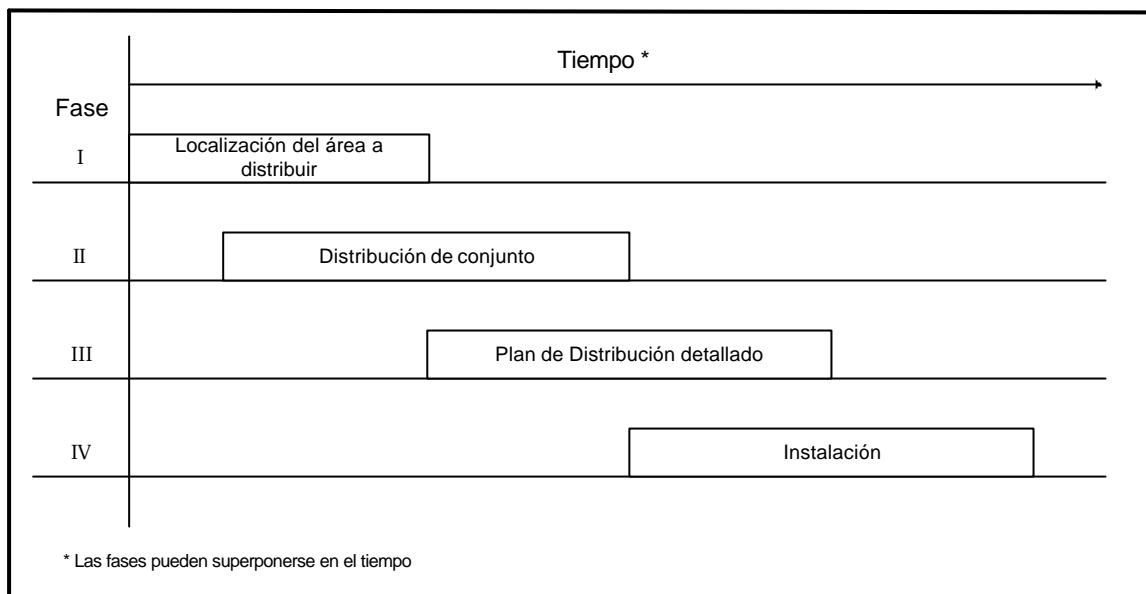


FIGURA 2.4 FASES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Los proyectos de distribución no siempre empiezan desde la primera fase, la mayoría de proyectos como el presente, abarcan las fases II y III, centradas básicamente en el diseño de la distribución.

2.3.2 Proceso de Diseño de la Distribución en Planta.

La metodología y pasos a seguir, toman como base el método del Planeamiento Sistémico de la Distribución adaptado al contexto de la empresa y a las facilidades para la realización del trabajo, los pasos en el proceso son los siguientes:

CUADRO 2.2 PASOS EN EL PROCESO DE LA DISTRIBUCION

Fase II	Paso 1 : Obtención de Datos Básicos
	Paso 2: Análisis de Factores
	Paso 3: Análisis de Flujos y Áreas
	Paso 4: Desarrollo del Diagrama General de Conjunto
Fase III	Paso 5 : Diseño de las Áreas de la Empresa
	Paso 6: Presentación del Diseño Final de la Distribución

Paso 1. Obtención de Datos Básicos.

Que contempla la identificación de información requerida, el análisis de los distintos diagramas del proceso y los datos proyectados hacia futuro.

Paso 2. Análisis de Factores.

Que constituye el levantamiento de información de acuerdo a cada uno de los 7 factores que afectan a la distribución, siendo uno de los pasos primordiales para que el diseño de la distribución tenga éxito.

Paso 3. Análisis de Flujos y Áreas.

A. Establecer los Factores de Proximidad, que indiquen que áreas deben de estar localizadas cerca unas de otras, y construir el Gráfico de Trayectorias (TRA), que refleja cualitativamente los factores de proximidad de áreas.

B. Elaboración del Diagrama Relacional de Actividades (DRA), a partir del TRA y que permite un panorama visual más claro del análisis de flujo e interrelación de actividades.

Paso 4. Desarrollo del Diagrama General de Conjunto.

A. Establecer los Requisitos de Espacio. A través de la estimación de la demanda, de la tasa de producción del proceso o de la estimación de la cantidad de equipo y personal.

B. Elaborar el Diagrama General de Conjunto (DGC), o plano de bloques en el cual se bosquejan las áreas, con sus respectivas proporciones de espacios y los factores de proximidad previamente establecidos. En este diagrama se deja de lado el detalle de la distribución para poner énfasis en la ubicación de las distintas áreas de la empresa.

Paso 5. Diseño de las Áreas de la Empresa.

Que consiste en la disposición física detallada de todos los elementos de cada área de manera que encajen en el diagrama general de conjunto que se ha elaborado.

Paso 6. Presentación del Diseño Final de la Distribución.

Consistente en preparar los planos finales de la distribución para proceder posteriormente a la instalación.

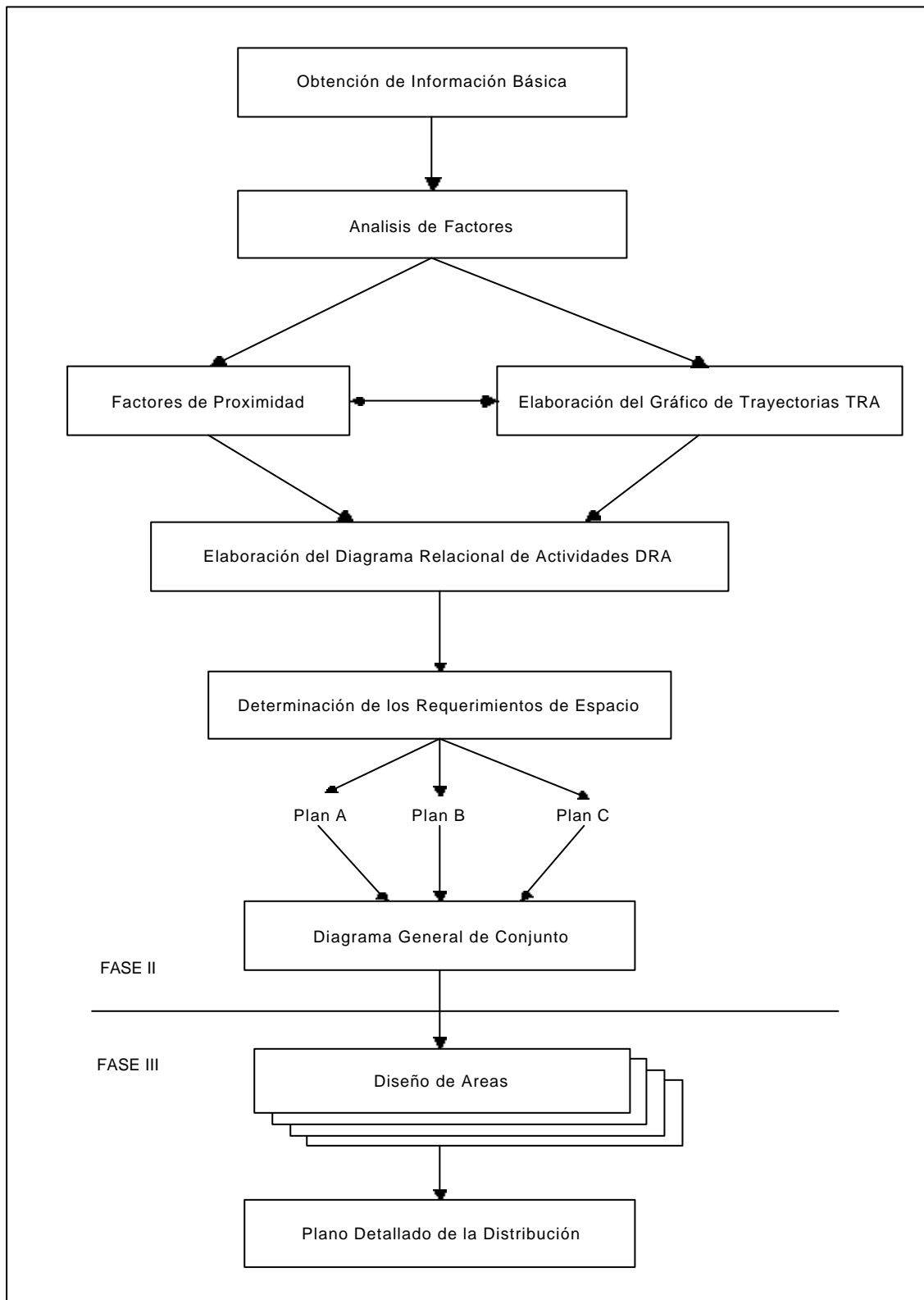


FIGURA 2.5. PROCESO DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN

2.3.3 Fundamentos de Guía para una Distribución Óptima.

Los 10 fundamentos básicos, obtenidos de la práctica; que sirven de guía para el trabajo de distribución, son los siguientes:

1. Planear el total y después los detalles:

Empezar con la distribución de la planta como un total y después acabar en los detalles. Primero determinar las condiciones generales en relación con el volumen de producción previsto. Establecer el grado de relación de estas áreas con cada una de las demás considerando únicamente el movimiento del material para tener una pauta básica y sencilla de circulación. A continuación, desarrollar una distribución general de conjunto. Solamente después de aprobada la distribución de conjunto debe procederse a la disposición detallada dentro de cada área, es decir a la posición de hombres, materiales, máquinas y actividades auxiliares, todo lo cual llega a formar el plan detallado de distribución.

2. Planear el plan teórico y deducir de éste el práctico.

El concepto inicial de la distribución debe representar un plan teóricamente ideal, sin tener en cuenta las condiciones existentes, ni considerar el costo. Más tarde, se realizan los ajustes necesarios, que incorporan las limitaciones prácticas debidas a infraestructura y otros factores. Finalmente, se llega a una distribución que es, a la vez, simple y práctica. De este modo, no perderemos la posibilidad de lograr una buena

distribución, por el error previo de querer considerar necesarias desde el principio determinadas características.

3. Seguir los ciclos del desarrollo de la distribución, haciendo solaparse las fases sucesivas.

Los ciclos del desarrollo de la distribución siguen una secuencia de cuatro fases. La primera fase consiste en determinar dónde debe situarse la distribución; donde debe colocarse las funciones de que debe disponerse. En esto puede intervenir la situación de la planta o simplemente la situación dentro de la planta existente. La segunda fase es planear una distribución de conjunto para la nueva área de producción. A continuación viene el plan detallado de distribución y finalmente, la instalación. Como la distribución de conjunto puede influir en la elección de la situación, el ingeniero de la distribución no debe decidir definitivamente su situación hasta haber llegado a una decisión sobre la disposición lógica teórica del área. Del mismo modo, no debe considerarse el plan de conjunto como definitivo, hasta haber comprobado, al menos en forma general, la fase siguiente: distribución detallada de cada departamento. Es decir, que tiene que solaparse cada fase con la siguiente.

4. Planear el proceso y maquinaria de acuerdo con las necesidades del material:

El factor de material es fundamental. El diseño del producto y especificaciones de fabricación determinan ampliamente los procesos a utilizar. Y es necesario conocer las cantidades o las proporciones de producción de los diversos productos o piezas, para poder calcular que procesos necesitaremos. El proceso y maquinaria se edificarán de acuerdo con las necesidades de materiales.

5. Planear la distribución de acuerdo con el proceso y la maquinaria.

Después de seleccionar los procesos de producción adecuados, empieza la planificación de la distribución. Habrá que considerar las necesidades de equipo en si: peso, tamaño, forma, movimientos hacia atrás y hacia delante, etc. El espacio y la situación de los procesos de producción o de la maquinaria (incluidas herramientas y otros equipos) son el centro del plan de distribución.

6. Planear la edificación de acuerdo con la distribución.

Cuando la maquinaria, equipo de servicios y distribución deban ser más permanentes que el edificio, este deberá hacerse de acuerdo con la distribución más eficiente. No hay que hacer más concesiones de las necesarias al factor edificio.

7. Planear con ayuda de una visión clara.

El especialista experimentado en distribuciones sabe que la ayuda de una visión clara es una de las claves de su trabajo. Le ayuda a reunir los datos y analizarlos. Además, una visión clara es esencial cuando quiere discutir sus planes con supervisores y personal de servicios, cuando presenta sus propuestas a la dirección para su aprobación, o cuando muestra a los obreros como funcionará la nueva distribución.

8. Planear con ayuda de otros.

La distribución es un negocio cooperativo. No podrá lograrse la mejor distribución si no se consigue la cooperación de todas las personas interesadas. Se deben solicitar sus ideas; hay que atraerlos hacia el proyecto. Además, ellas tienen un conocimiento detallado del trabajo y son las que harán funcionar la distribución. Y más aun, si se les da ocasión de tomar parte en la planificación de la distribución, tenderán luego a aceptarla con mayor rapidez.

9. Comprobar la distribución.

Cuando se haya desarrollado una fase del proyecto, hay que lograr su aprobación antes de ir demasiado lejos en la planificación de la siguiente. De este modo se evitan posteriores quebraderos de cabeza y se asegura la integración de cada área en los planes generales de conjunto. Se debe comprobar cada fase de la distribución antes de presentarla para su

aprobación. Esta comprobación asegurará que la distribución esté bien planeada o mostrará otras mejoras que se puedan introducir. La comprobación se da si se están cumpliendo los objetivos trazados.

10. Vender el plan de distribución.

Algunas veces la parte más dura del trabajo de distribución es lograr que otros lo compren. Puede ser bueno, pero hay que recordar que sigue siendo un compromiso, significa cambios de personal; exigirá desembolsos. Por tanto, es necesario mantener con entusiasmo la idea de los beneficios de la distribución que se planea, es necesario invertir tiempo para interesar al personal trabajador en el proyecto; lograr que todos participen en él; invertir tiempo en la preparación para presentar la distribución a los que en definitiva invertirán su dinero en ella.

2.4 UTILIZACIÓN DE SOFTWARE EN EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN

Debido al elevado número de factores que han de ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una distribución 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). Pese a no existir en el mercado software

capaz de encontrar la mejor solución para los problemas de distribución en planta, existen paquetes informáticos que se acercan mucho a la mejor solución, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

2.4.1 CRAFT (*Computer Relative Allocation of Facilities Technique*)

Desarrollado por Buffa y Gordon, es un programa heurístico que puede operar hasta con 40 departamentos, siendo su desarrollo casi idéntico al algoritmo básico de transposición.

Este programa parte de una distribución previa que ha de tomarse como punto de partida y supone que el costo de las interrelaciones entre operaciones o departamentos es producto de las matrices de distancia e intensidades de tráfico, que son los *inputs* del problema.

Tras calcular el costo que genera la distribución inicial, intercambia los departamentos de dos en dos (versiones más avanzadas lo hacen de tres en tres), evaluando el costo de cada cambio y adoptando de entre todos, aquél con menor costo, aplicándoles a éste el mismo proceso. Cuando el costo no puede ser disminuido o se ha alcanzado un total de iteraciones específicas, la mejor ordenación conseguida se imprime como solución.

2.4.2 ALDEP (*Automated Layout Design Program*)

Desarrollado por Seehof y Evans, tiene una capacidad para distribuir 63 departamentos. Usa una matriz de código de letras similar a las especificaciones de prioridad de cercanía de Muther. Dicha clasificación es

traducida a términos cuantitativos para facilitar la evaluación. Los *inputs* del programa son la planta del edificio y la situación de elementos fijos, permitiendo seleccionar emplazamientos para determinados departamentos.

Utiliza un algoritmo de barrido, de forma que selecciona aleatoriamente un primer departamento y lo sitúa en la esquina noroeste de la planta, colocando los demás de forma sucesiva en función de las especificaciones de proximidad dadas.

2.4.3 CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)

Puede ordenar hasta 45 departamentos, entre otros requiere como *inputs* la especificación de los tamaños de aquellos y algunas dimensiones de la planta. En lo que será el centro de la distribución sitúa el departamento que está más interrelacionado con el resto y, en sucesivas iteraciones, va colocando los demás en función de su necesidad de cercanía con los ya colocados. Las soluciones obtenidas se caracterizan por la irregularidad en las formas.

2.4.4 FLAP (Facilities Layout Applet/Application)

FLAP es un programa de aplicación reciente que permite visualizar soluciones óptimas a los problemas de distribución de plantas, mediante métodos heurísticos, que ubican los departamentos, minimizando el costo del flujo y distancia entre cada par de ellos. Su función objetiva es por tanto

el costo total de la disposición, que se halla sumando los flujos en ambas direcciones entre los departamentos. Fue creado por dos profesores de la Universidad de Berkeley de California en 1998 y está diseñado para ejecutarse en el entorno del compilador Java v.1.1. El programa permite trabajar hasta con un máximo de 50 departamentos y permite introducir las dimensiones de cada departamento a distribuir, así como los valores de flujo entre cada par de ellos. Además tiene la posibilidad de admitir valores generados aleatoriamente para los departamentos, lo que también permite su utilización en fines educativos. Otra característica de este programa es que permite visualizar en una animación todas las alternativas que se van analizando, para llegar a la solución con el menor costo.⁴

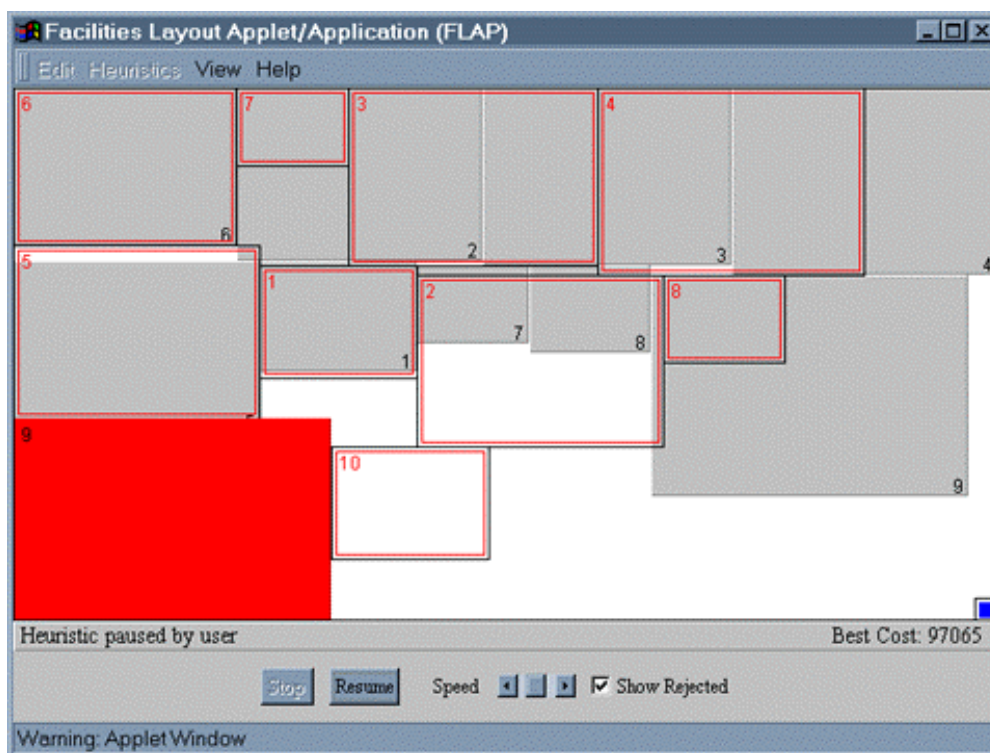


FIGURA 2.6 AREA DE TRABAJO DEL PROGRAMA FLAP

⁴ Esta aplicación se puede encontrar en: <http://riot.ieor.berkeley.edu/riot/Applications/flap/>

CAPÍTULO III

ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA GENERAL DE CONJUNTO

El objetivo de la Distribución General de Conjunto es darnos un panorama global de cómo quedarán distribuidas las áreas de la empresa, este objetivo se traduce en el Diagrama General de Conjunto, cuya elaboración será vista en este capítulo. Además está recalcar la importancia de esta fase en el proceso de diseño de la distribución, pues de aquí saldrá el esqueleto de lo que será la futura planta y por ello debe requerir el mayor esfuerzo y dedicación de todos los implicados en el proyecto. Se debe realizar entonces un exhaustivo y minucioso levantamiento de información procurando la mayor exactitud de la misma y dejando de lado suposiciones que al final puedan llevar a datos erróneos.

3.1 OBTENCIÓN DE DATOS BÁSICOS

Lo más importante al iniciar el trabajo de distribución es tener una visión clara del problema y del terreno en el cual nos adentraremos, se debe tener el mayor conocimiento posible de la actividad que se realiza y los procesos que implica. Asimismo es importante la información proporcionada por la dirección sobre las políticas, planes y condiciones futuras en las que se verá envuelta la empresa, cuestiones sobre el volumen de producción para los próximos años, el desarrollo de nuevos productos, adquisición de maquinarias, cambios en las

líneas de producción y temas de calidad y medio ambiente son sólo algunos de los puntos que deben quedar muy claros antes de iniciar el trabajo.

3.1.1 Relación de áreas de la empresa

La empresa cuenta con más de 1400 trabajadores distribuidos en áreas que han sido clasificadas de acuerdo al proceso productivo y que se detallan en el siguiente cuadro:

CUADRO 3.1 ÁREAS DE LA EMPRESA

<u>AREA DE TEJEDURIA</u>	<u>Nº Trabajadores</u>
Almacén de Hilados	3
Enconado – Bobinado – Retorcido	20
Tejeduría Circular	41
Tejeduría Rectilíneos	15
Control de Calidad Tejeduría	8
<u>AREA DE TINTORERIA</u>	<u>Nº Trabajadores</u>
Tintorería de Hilados	10
Tintorería de telas	58
Acabado de Telas	36
Laboratorio de Tintorería	10
Preparación de Colorantes	11
Almacén de Tela Cruda	5
Almacén de Tela Acabada	4
Control de Calidad Tintorería	20
Almacén de Elementos Químicos	4
Almacén de Saldos de Tela	3
<u>AREA DE CORTE Y CONFECCION</u>	<u>Nº Trabajadores</u>
Desarrollo de Productos	7
Taller de Prototipos	25
Tendido y Corte	110
Bordados	9
Costura	610
Acabados	180
Control de Calidad Costura	108
Control de Calidad Productos Terminados	19
Almacén de Avíos	10
Almacén de Máquinas y Repuestos	2
Almacén de Productos Terminados	12
<u>SERVICIOS AL PERSONAL</u>	
Oficinas Administrativas	
Cocina y Comedor	
Almacén de Víveres	
Servicios Higiénicos	
Vestuarios	
<u>OTRAS AREAS</u>	
Mantenimiento General	
Tienda de Saldos de Prendas	
Patio de Maniobras	
Playa de Estacionamiento	

3.1.2 Descripción y Diagrama de Flujo del Proceso Productivo

El proceso productivo abarca los procesos textiles desde el tejido de la tela hasta la prenda terminada. Son los siguientes:

1. RECEPCIÓN DEL HILADO

Se realiza una recepción verificando el pesado a través de un muestreo, también se realiza un control de materia prima a través de un análisis químico y un análisis físico, después es trasladado al almacén de hilado según lote, fecha y título registrándolo en el sistema.

2. SALIDA DE HILADO A PRODUCCIÓN

Existen dos formas de tejer la tela, una es hacerla con el hilado crudo y otra es hacerla con el hilado ya teñido. De la primera forma el personal de almacén traslada el hilado a las áreas de tejeduría según las ordenes de producción. De la segunda forma, el hilado es trasladado al área de Enconado/Bobinado/Retorcido antes de ser teñido.

3. ENCONADO / BOBINADO / RETORCIDO (E/B/R)

En esta área se prepara el hilado para su posterior teñido, el operario de esta área se traslada al almacén de hilado crudo para sacar el hilado necesario según orden de producción. Se realizan tres operaciones:

Bobinado: Que consiste en pasar el hilado de sus respectivos conos a bobinas que pueden ser colocadas en las máquinas de teñido. Estas bobinas se arman de acuerdo a las proporciones de hilado requeridas en la orden de producción y una vez listas se colocan en coches portaconos para ser llevados a teñir. Esta operación se realiza en la máquina bobinadora.

Retorcido: Que consiste en trenzar las hebras del hilado, realizándose generalmente cuando se desea unir el hilado de dos lotes diferentes. Esta operación se realiza en la máquina retorcedora.

Enconado: Que consiste en pasar de nuevo el hilado de las bobinas a los conos quedando listo para ser tejido. Aquí también se realiza el proceso de parafinado que le da al hilado mayor resistencia al momento de ser tejido. La máquina enconadora es la que se encarga de realizar estas operaciones.

4. TEÑIDO DEL HILADO

El personal de esta área recoge los coches portaconos de E/B/R. Antes de teñir se realiza primero el boleado que consiste en colocar las bobinas en una máquina que elimina los ángulos rectos de las mismas con el fin que penetre uniformemente el colorante, luego las bobinas son teñidas en otra máquina y finalmente son colocadas en la secadora de donde quedan listas para volver a E/B/R.

5. TEJEDURIA CIRCULAR Y RECTILÍNEA

El hilado es llevado a esta área donde es tejido en las máquinas circulares o rectas. Las tejedoras rectas sirven para los cuellos, mangas y otros accesorios de la prenda, las circulares para la tela.

6. TEÑIDO DE LA TELA

El almacén de tela cruda entrega la tela necesaria para la orden de producción a tintorería, en paralelo el laboratorio de tintorería prepara la receta química para el teñido, que luego es reproducida en la cocina de colorantes. El teñido de la tela pasa por 3 etapas:

Previo: Si se va a teñir a un color oscuro la tela pasa por un proceso de descruce, si lo que se va a hacer es teñir a un color claro, la tela pasa por un proceso de blanqueado.

Teñido: Que dependiendo del tipo de colorante puede ser de dos clases: directo para teñido claro y reactivo para colores oscuros con una mayor duración, aproximadamente de 8 a 12 horas.

Neutralizado: El neutralizado consiste en enjuagar la tela con agua blanda y ácido acético para eliminar los residuos del colorante que no se hayan disuelto en el proceso de teñido. Luego se procede al jabonado o suavizado de la tela según lo requerido en la orden de producción.

7. ACABADO

El acabado de la tela se realiza en la máquina compactadora o en la Rama Manforts, allí se procede al secado y acabado de la tela con sustancias químicas que le añaden propiedades como la solidez del color, dureza, resistencia, etc., estas propiedades dependen del tipo de tela requerido por el cliente. Antes de que la tela salga de esta máquina, se recorta 1 metro de ella para ser llevado a control calidad donde se verifica su buen acabado.

8. TENDIDO Y CORTE

Tendido: Los tendedores se dirigen al Almacén de tela y recogen los rollos de tela en coches según lo requerido en la orden de producción, estos paños deben reposar aproximadamente de 6 a 8 horas.

Corte: Los cortadores cogen el tizado elaborado en el área de Desarrollo de Productos y lo colocan sobre el tendido respectivo procediendo a realizar los cortes de los moldes o piezas con la máquina cortadora. Estas piezas cortadas quedaran sobre la mesa donde serán habilitadas e inspeccionadas luego.

9. ESTAMPADO Y BORDADO

Una vez cortada la tela, las piezas que requieran de bordados pasan al área de bordado y las que requieran de estampados son llevadas a terceras empresas que realizan este trabajo.

10. HABILITADO

El habilitado consiste en reunir todas la piezas y accesorios (avíos) necesarios de cada prenda de la orden de producción para su posterior costura.

11. COSTURA

Las piezas habilitadas son llevadas a los costureros por los ayudantes manuales donde son cocidas, armando de esta manera las prendas finales. Cuando la carga de trabajo es elevada, se requiere de talleres externos para completar los pedidos.

12. CLASIFICADO

Una vez cocidas las prendas, pasan a ser clasificadas. El clasificado consiste en inspeccionar la tela, costura y dimensiones al 100%, es decir en todas las prendas. De esta operación se define si son prendas de primera o prendas de segunda. Si son prendas de primera pasan al área de acabados y si son prendas de segunda, se define si son recuperables o no recuperables; las recuperables pasan a procesos de desmanche, zurcido y descontaminado, después son enviadas al área de acabados

13. ACABADO

En esta área se realizan las operaciones de vaporizado, inspección, doblado, embolsado y etiquetado de prendas, quedando listas para ser embaladas.

14. ENCAJADO FINAL

Las prendas se colocan en cajas que son selladas y etiquetadas, según las guías de despacho.

15. PESADO Y STICKER

Las cajas son pesadas e ingresadas al sistema de almacén que emite un sticker para ser pegado en las cajas y donde se señala la ubicación de almacén (slot) donde serán guardadas hasta su despacho final en container.

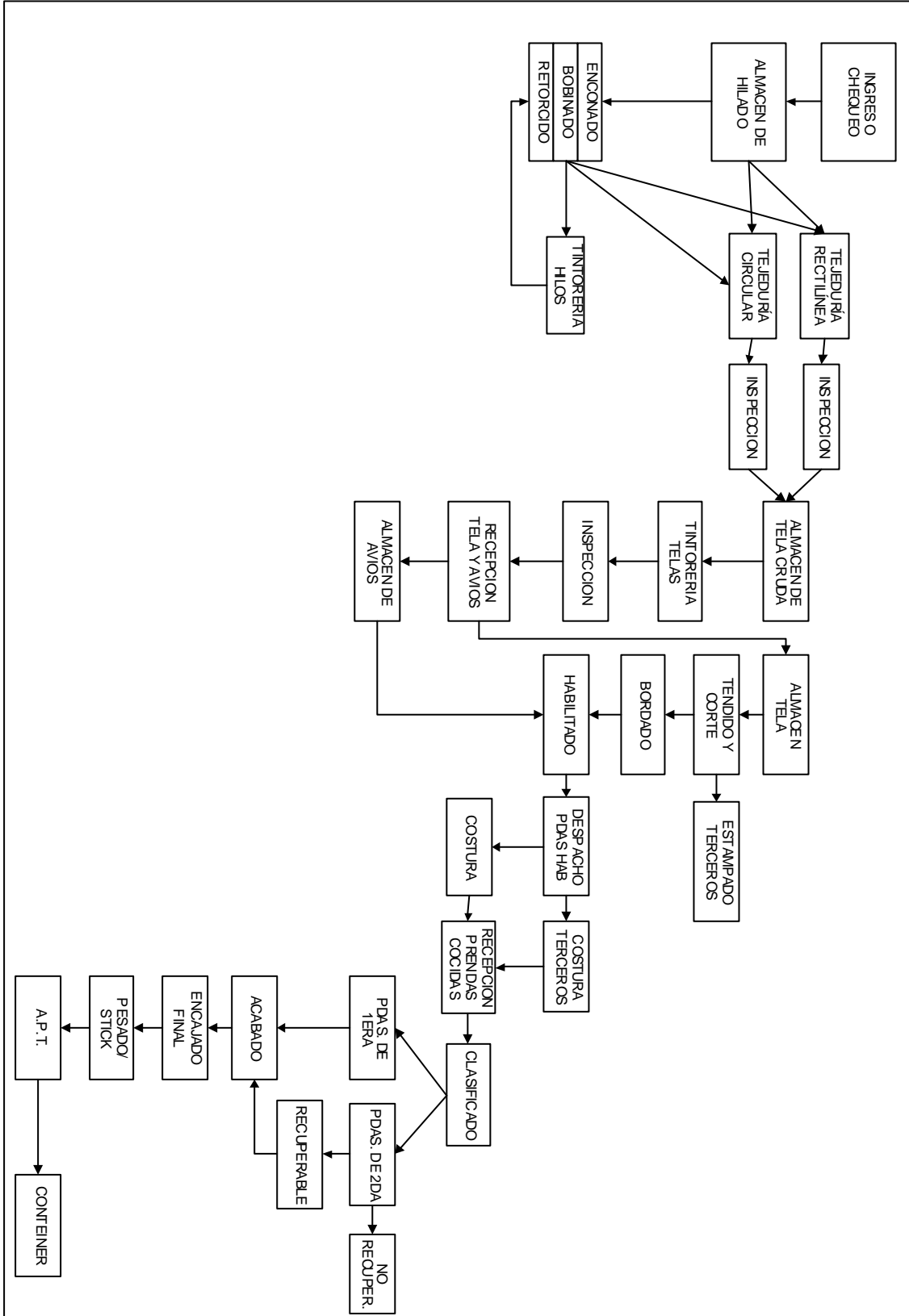


FIGURA 3.1 FLUJOGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO

3.2 ANÁLISIS DE FACTORES

Reunir datos reales y exactos sobre las distintas áreas de la empresa y después analizar estos para traducirlos en la distribución, es una tarea ardua y complicada a medida que se trate de una organización grande. El análisis de factores es un método sistemático y ordenado para recopilar información sobre los distintos factores que tienen influencia en la distribución, enfocando nuestra atención sobre lo que es importante y eliminando lo que no lo es. Estos factores se pueden clasificar en ocho: material, maquinaria, hombre, movimiento, espera, servicio, edificio y cambio; de estos el factor edificio no será tomado en cuenta por tratarse de una planta nueva que no tiene limitaciones físicas. El registro de información de cada uno de estos factores se realiza en formatos que ayudan a su recopilación e interpretación y que están diseñados de acuerdo a los elementos y consideraciones propias de cada factor, un modelo de estos formatos que fue adaptado para el presente proyecto aparece en el anexo 1 de este documento.

3.2.1 Factor Material

El material es el factor más importante en una distribución y abarca los siguientes elementos: materias primas, material entrante, material en proceso, productos terminados, material saliente, materiales de accesorio, rechazos y reprocesos, desechos y materiales de embalaje y mantenimiento. La distribución depende directamente del producto final y

del material sobre el que se trabaja, por eso se toman muy en cuenta las siguientes consideraciones que afectan al factor material:

- Proyecto y especificaciones del producto: Diseñar el producto de la manera que sea más fácil de fabricar y al menor costo posible, por consiguiente este es un buen momento para revisar los diseños de piezas y productos y verificar si se ajustan a los métodos de fabricación actuales.
- Características físicas y químicas del mismo: Tales como la forma, tamaño, volumen, peso y otras características especiales que puedan requerir cuidado o precaución.
- Cantidad y variedad de productos o materiales: El número de productos distintos que se fabrican, la cantidad de producción de cada uno y más aun las variaciones en dichas cantidades de producción (en épocas de navidad, verano u otras campañas), ya que la distribución debe ser proyectada para hacer frente a estas posibles variaciones.
- Los componentes y la secuencia de operaciones: La secuencia de operaciones muchas veces dicta la ordenación de las áreas de trabajo y el equipo.

3.2.2 Factor Maquinaria

Este factor es el que sigue en importancia al factor material y comprende los siguientes elementos: Maquinas de producción, equipo de proceso o tratamiento, dispositivos especiales, herramientas, patrones, moldes,

aparatos de medición, maquinaria de repuesto y taller de utillaje. Las consideraciones a tener presente son:

- Proceso o método: Los métodos de producción determinan el equipo y la maquinaria a usar, las mismas que deben ser distribuidas.
- Maquinaria, utillaje y equipo: Se refiere al tipo y cantidad de maquinas incluyendo las herramientas de producción y equipos.
- Utilización de la maquinaria: Una buena distribución debe usar las máquinas en toda su capacidad. El balanceo de las líneas tiene que ser el mejor.
- Requerimientos relativos a la maquinaria: Espacio, forma y altura de las mismas, así como requerimientos especiales como mayor ventilación, ausencia de polvo o necesidades de disipación de vapores, etc.

3.2.3 Factor Hombre

Este factor esta conformado por la mano de obra directa e indirecta, y se deben tener presentes las siguientes consideraciones:

- Condiciones de trabajo y seguridad: La seguridad y confort de los trabajadores es una condición indispensable de toda buena distribución.
- Necesidades de mano de obra adicional.
- Utilización del hombre: La distribución del puesto de trabajo debe estar basada en los principios de movimiento, aplicándolos junto con los diagramas bimanuales y con los estudios de tiempos.

3.2.4 Factor Movimiento

El movimiento de cualquiera de los 3 elementos principales de producción (material, maquinaria y hombre) es esencial. Generalmente es el material el que se mueve por toda la planta, y no siempre la mejor forma de distribuir es eliminando los traslados, lo que se debe procurar es diseñar una distribución que permita traslados cortos pero siempre dirigidos hacia la terminación del producto. Este factor tiene los siguientes elementos: rampas, conductos, tuberías, transportadores (de rodillos, ruedas, rastrillos) ascensores, montacargas y vehículos industriales entre otros. Las consideraciones sobre este factor se agrupan así:

- Patrón o modelo de circulación: Este patrón se refiere al realizado a través del proceso que sigue el material, entrada y salida del material y movimiento de maquinas y hombre.
- Reducción del manejo innecesario y antieconómico: En el diseño de la distribución debe procurarse que una operación termine justo cuando empiece la siguiente, o que un operario deje el material donde el otro lo pueda coger fácilmente.
- Manejo combinado: El equipo de manejo se puede combinar de manera que sirva para tareas adicionales, por ejemplo cualquier transportador que contenga material en espera sirve tanto de transporte como de medio de almacenaje mientras se lleva al siguiente proceso.
- Espacio para el movimiento: Espacio reservado para pasillos, espacios a nivel elevado o subterráneo y espacio exterior al edificio.

3.2.5 Factor Espera

El material puede esperar en un área determinada, dispuesta aparte, a esto se llama almacenamiento; o también puede esperar en la misma área de producción aguardando ser trasladada a otra, a esto se llama espera o demora. La existencia de esperas a veces permite ahorros en alguna parte del proceso. Por ejemplo la materia prima en espera permite aprovecharse de las condiciones de mercado y de la compra en cantidades, ayudando a proteger la producción de retrasos. Los elementos de este factor son: área de recepción de material entrante, almacenaje de materia prima, almacenajes dentro del proceso, almacenaje de productos terminados y almacenamiento de herramientas y equipos entre otras. Las consideraciones de este factor son:

- Espacio para cada punto de espera: dependiendo principalmente de la cantidad de material y método de almacenaje utilizado.
- Método de almacenaje: el método de colocación del material afecta al espacio y ubicación.
- Dispositivos de seguridad y equipos destinados al almacenaje o espera: Un equipo de almacenamiento efectivo debe ser fácilmente accesible, fuerte, seguro, ajustable y móvil y debe prever además protección contra el fuego, averías, humedad, corrosión, polvo y deterioro.

3.2.6 Factor Servicio

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción y que mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria. Estos comprenden servicios relativos al personal, tales como vías de acceso, iluminación, calefacción, oficinas y otras instalaciones para el personal; servicios relativos al material, tales como control de calidad y control de producción; y servicios relativos a la maquinaria, tal como el mantenimiento.

3.3 DESARROLLO DEL DIAGRAMA GENERAL DE CONJUNTO

La elaboración del DGC se lleva a cabo en dos fases, la primera sin tener en cuenta las dimensiones de los departamentos, hallando los factores de proximidad que indicaran la lejanía o proximidad de cada par de ellos, y la segunda desarrollando el DGC con los requisitos de espacio correspondiente a cada departamento.

3.3.1 Factores de Proximidad

El primer paso para desarrollar el diagrama general de conjunto es conocer que departamentos tienen que estar localizadas cerca unos de otros, esta localización se puede basar ya sea en factores cualitativos o en factores cuantitativos, como por ejemplo el número de desplazamientos que realiza un trabajador entre áreas o alguna medida del movimiento de material. La estimación del número de recorridos entre departamentos se

realiza utilizando las hojas de ruta y la frecuencia con la que ciertos artículos aparecen en los pedidos que se hacen en la planta, ya sea realizando muestreos estadísticos o mediante encuestas a supervisores. En este proyecto se realizó un muestreo de los recorridos o desplazamientos entre cada par de departamentos para hallar una primera aproximación entre ellos. Resultaría innecesario y costoso en tiempo, realizar el muestro entre todas las áreas de la empresa pues existen algunas que no tienen tantas ni tan importantes relaciones de dependencia con otras, por eso lo primero es enumerar los principales departamentos que vamos a distribuir y que son en general los centros productivos y almacenes, ya que estos fijan el flujo productivo. Lo siguiente es volcar los datos hallados del muestreo a una matriz de recorridos como en el cuadro 3.3; en esta matriz se utiliza solo la parte derecha, donde se indica el número de recorridos en ambas direcciones, eliminando la necesidad de sumar los flujos en una y otra dirección. Por ejemplo, se realizan 98 recorridos diarios entre el área de costura y el área de acabados, seguido muy de cerca por los recorridos entre acabados y el almacén de productos terminados que totalizan 96; esto quiere decir que existe la prioridad de localizar el área de acabados cerca al área de costura y al almacén de productos terminados.

CUADRO 3.2 RELACIÓN DE DEPARTAMENTOS A DISTRIBUIR

1. Almacén de Hilados
2. Enconado – Bobinado - Retorcido
3. Tejeduría Circular
4. Tejeduría Rectilíneos
5. Almacén de Tela Cruda
6. Tintorería de telas
7. Tintorería de Hilados
8. Almacén de Tela Acabada
9. Tendido y Corte
10. Bordados
11. Costura
12. Acabados
13. Almacén de Avios
14. Almacén de Productos Terminados

CUADRO 3.3 MATRIZ DE RECORRIDOS

DEPARTAMENTOS	RECORRIDOS ENTRE DEPARTAMENTOS*													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Almacén de Hilados	-	22	60	37										
2. E / B / R		-	15	7			45							
3. Tejeduría Circular			-		45	6								
4. Tejeduría Rectilíneos				-	42	9								
5. Almacén de Tela Cruda					-	75								
6. Tintorería de telas						-	33							
7. Tintorería de hilados							-							
8. Alm. de Tela Acabada								-	71					
9. Tendido y Corte									-	15	93		3	
10. Bordados										-	18		6	
11. Costura											-	98	15	
12. Acabados												-		96
13. Almacén de Avíos													-	
14. Alm. Prod. Terminados														-

* Promedio de desplazamientos por día.

3.3.2 Tabla de Relación de Actividades

Una tabla de relación de actividades es donde se reflejan los juicios cualitativos de gerentes y empleados y se utiliza como complemento o en vez de la matriz de recorridos. La diferencia con la matriz de recorridos esta en que la tabla de relaciones permite la posibilidad de tomar en consideración múltiples criterios de rendimiento al seleccionar factores de proximidad, en tanto que la matriz de recorridos esta enfocada solamente en los costos por desplazamientos o movimiento de material. Los pasos para su construcción son los siguientes:

Primero: Anotar en la tabla todos los departamentos para los cuales se va a establecer los factores cualitativos de proximidad.

Segundo: Realizar entrevistas o encuestas con jefes y supervisores de los departamentos anotados en la tabla y con los gerentes.

Tercero: Definir los criterios para asignar relaciones de proximidad y detallar y registrar los criterios como las razones para establecer valores de proximidad. Estos criterios suelen ser por ejemplo: flujo de materiales, grado de contacto personal, uso del mismo personal, supervisión, uso de las mismas instalaciones y equipo, etc.

Cuarto: Establecer el valor de la relación y la razón del valor, en la tabla, para todos los pares de departamentos.

Quinto: Dar a todo aquel que tenga algo que aportar al desarrollo de la tabla de relaciones la oportunidad de evaluar y comentar los cambios que se plantean en el mismo.

CUADRO 3.4 TABLA DE RELACION DE ACTIVIDADES

DEPARTAMENTOS	CLASIFICACION DE PROXIMIDAD ENTRE DEPARTAMENTOS													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Almacén de Hilados	E (1)	A (1)	I (1)	S	N (5)	N (5)	S	S	S	S	S	S	S	
2. E/B/R	-	I (1)	I (1)	S	S	I (1)	S	S	S	S	S	S	S	
3. Tejeduría Circular	-	-	O(2,3)	E(1,5)	N (5)	N (5)	S	S	S	S	S	S	N (5)	
4. Tejeduría	-	-	-	E(1,5)	N (5)	N (5)	S	S	S	S	S	S	S	
5. Alm. de Tela Cruda	-	-	-	-	I (1)	S	S	S	S	S	S	S	S	
6. Tintorería de telas	-	-	-	-	-	A(4,3)	O(1)	N (5)	S	N (5)	S	S	N (5)	
7. Tintorería de hilados	-	-	-	-	-	-	S	N (5)	S	N (5)	S	S	N (5)	
8. Alm. de Tela	-	-	-	-	-	-	-	E (1)	S	S	S	S	S	
9. Tendido y Corte	-	-	-	-	-	-	-	-	O(1)	E (1)	S	O(1)	S	
10. Bordados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O(4)	S	O(1)	S	
11. Costura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E(1)	E(1)	S	
12. Acabados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	A(1)	
13. Almacén de Avíos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	
14. A.P.T.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

C
L
A
E
I
O
S
N

C
1
2
3
4
5

Flujo de materiales
Facilidad de supervisión
Uso del mismo personal
Uso de mismas instalaciones
Emisiones, contaminación y polvo

Absolutamente necesario
Especialmente importante
Importante
Proximidad ordinaria
Sin importancia
No deseable

En el cuadro 3.4 se muestra la tabla de relación de actividades obtenida después de aplicar los juicios cualitativos de los gerentes, jefes y supervisores de la empresa. Una clasificación A significa que se considera absolutamente necesario que dos departamentos estén localizados uno cerca del otro; E, significa especialmente importante; I, importante; y así el resto como se muestra el cuadro. Por ejemplo, la proximidad deseada entre el almacén de hilados y el área de E / B / R, tiene una clasificación E, en términos del flujo de materiales. La proximidad deseada entre el área de tejeduría circular y tejeduría rectilínea es evaluada con una clasificación O (proximidad ordinaria) en base a dos criterios: facilidad de supervisión y uso del mismo personal.

Otra forma usada para representar la tabla de relación de actividades es en una tabla cuadrículada o diagrama como en la figura 3.2, en ella se valora la importancia de la relación entre cada par de departamentos. Su construcción y estructura es idéntica a la tabla del cuadro 3.4, los números del 1 al 14 representan los departamentos y las relaciones a excepción de la clasificada como S (sin importancia), aparecen en las casillas de intersección de cada par de departamentos.

Al llegar a este punto, ya tenemos suficiente base para establecer el patrón o flujo del proceso en general, se tiene información como saber que departamento debe estar cerca de otro y cuales deben estar alejados. Lo que sigue ahora es la construcción propiamente dicha del diagrama general de conjunto.

algoritmos que logran acercarse mucho a la solución ideal. En este caso utilizaremos un programa desarrollado en hojas de cálculo, el OM5 Problem Solver⁵, que junto con el método de tanteo nos ayudará a encontrar la mejor ordenación de los bloques. El programa está limitado a la distribución de 25 departamentos como máximo, lo cual para nuestro caso no es inconveniente, ya que sólo queremos la ordenación de los 14 departamentos de mayor importancia en el proceso, citados en el cuadro 3.2., de esta forma ingresaremos al programa los nombres de los departamentos junto con los recorridos hallados en la matriz de recorridos del cuadro 3.3 y una primera ordenación de los departamentos, hecha por el método de tanteo. El programa creará una lista de todos los pares de departamentos para los que se ha proporcionado el número de recorridos, computando la relación recorridos – distancia, de forma que se multiplica el recorrido entre cada par de departamentos por la distancia entre ellos, obtenida de la disposición inicial por la que hemos optado. La sumatoria de todos los productos calculados nos dará el costo total de esa distribución.

Lo que sigue ahora es evaluar nuevos arreglos que logren un menor costo, con referencia a la ordenación inmediatamente anterior. En esta tarea confluyen el análisis de los factores y los criterios cualitativos de distribución, que nos dirán con certeza la ubicación física que debe adoptar cada uno de los departamentos en estudio. En las páginas 65 y 66 se

⁵ Distribuido por Addison Wesley Longman & KMT Software, Inc.

aprecian las pantallas de ingreso de datos y salida de resultados, respectivamente.

Inputs

Solver - Process Layout

Enter data in yellow shaded areas.

Columns

Rows

1	4	5	6
3	2	8	7
10	11	9	
14	12	13	

Rating Matrix

Dept. Name	Closeness Rating															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 Alm. Hilados	---	22	60	37												
2 E/B/R		---	15	7			45									
3 Tejeduría Circular			---		45	6										
4 Tejeduría Rectilínea				---	42	9										
5 Alm. Tela Cruda					---	75										
6 Tintorería Telas						---	33									
7 Tintorería Hilados							---									
8 Alm. Tela Acabada								---	71							
9 Tendido y Corte									---	15	93		3			
10 Bordados										---	18		6			
11 Costura											---	98	15			
12 Acabados												---		96		
13 Almacén Avíos													---			
14 Alm. P.Terminados														---		
15															---	
16																---

Results

Solver - Process Layout

Build Table

Rectilinear Distances

Euclidean Distances

Department Pair	Closeness Factor	Distance	Score
11, 12	98	1	98
12, 14	96	1	96
9, 11	93	1	93
5, 6	75	1	75
8, 9	71	1	71
1, 3	60	1	60
2, 7	45	2	90
3, 5	45	3	135
4, 5	42	1	42
1, 4	37	1	37
6, 8	33	2	66
1, 2	22	2	44
10, 11	18	1	18
2, 3	15	1	15
9, 10	15	2	30
11, 13	15	2	30
4, 6	9	2	18
2, 4	7	1	7
3, 6	6	4	24
10, 13	6	3	18
9, 13	3	1	3
Total			1070

1	4	5	6
3	2	8	7
10	11	9	
14	12	13	

Results

Solver - Process Layout

Build Table

Rectilinear Distances

Euclidean Distances

Department Pair	Closeness Factor	Distance	Score
11, 12	98	1	98
12, 14	96	1	96
9, 11	93	1	93
5, 6	75	1	75
8, 9	71	1	71
1, 3	60	2	120
2, 7	45	1	45
3, 5	45	2	90
4, 5	42	1	42
1, 4	37	1	37
6, 8	33	1	33
1, 2	22	1	22
10, 11	18	2	36
2, 3	15	1	15
9, 10	15	1	15
11, 13	15	1	15
4, 6	9	2	18
2, 4	7	2	14
3, 6	6	1	6
10, 13	6	1	6
9, 13	3	2	6
Total			953

1	4	5	
2	3	6	8
7	12	11	9
	14	13	10

En ellas se puede observar la mejor ordenación hallada por nosotros con ayuda del computador, esta muestra un costo total de 1070 puntos, que fue el menor costo alcanzado después de varios intentos y de considerar todas las demás relaciones cualitativas de proximidad que podían afectar la solución. En realidad la solución con el menor puntaje de costo llegaba a los 953 puntos (página 67) sin embargo esta solución no satisfacía otros criterios de proximidad. Por ejemplo la solución con mejor puntaje ubicaba al departamento de tintorería de telas próximo al de tejeduría y el almacén de hilados, hecho que no era deseado por la dirección por razones de emisión de polvos y contaminación que pudiera sufrir la tela; tal y como quedó establecido en la tabla de relación de actividades con la clasificación N. De esta manera el departamento número 6, tintorería de telas, debió cambiar de ubicación alejándose de esas áreas con riesgo de contaminación y pese a incrementar el puntaje del costo total de la distribución. De la misma manera se evaluaron todas las relaciones entre los departamentos antes de haber llegado a la solución óptima de la página 66.

3.3.4. Desarrollo del Diagrama de Bloques o DGC

Una vez que sabemos, como deben localizarse los departamentos de la empresa en nuestra distribución ideal, se puede esquematizar estas localizaciones en un diagrama que nos servirá de base para la elaboración del diagrama de bloques; en él los departamentos se sitúan en el orden

indicado por la clasificación de proximidades. En la siguiente figura se muestra este esquema, donde los números en las circunferencias representan a los departamentos del cuadro 3.2.

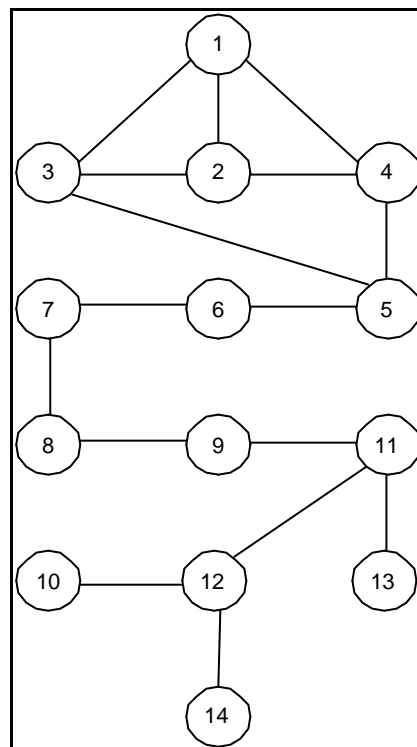


FIGURA 3.3 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE DEPARTAMENTOS

Con la base de este diagrama, se está en condiciones de elaborar el diagrama de bloques con todos los departamentos de la empresa. En este punto entra a tomar consideración las necesidades de espacio de cada área. En realidad no existe un orden fijo en el tiempo para la tarea de determinar los requerimientos de espacio, sin embargo es preferible hallar este, cuando ya se han determinado los factores de proximidad y se ha elaborado y analizado la tabla de relación de actividades.

Básicamente existen cuatro métodos para la determinación de espacios; el método de cálculo, que consiste en dividir cada actividad o área en sub-áreas y elementos de espacio individuales que proporcionan el espacio total; el método de conversión que establece el espacio ocupado y lo convierte al que será necesario en la distribución propuesta; el método de estándares de espacio, que como su nombre lo indica aplica los estándares de espacio predeterminado partiendo de establecer los requerimientos de las áreas para una máquina o equipo dado; y el método de distribución tentativa o estimación, por el que obtenemos los datos de espacio de las condiciones actuales o de proyecciones hechas por la dirección. De todos estos métodos, el que usaremos será el de la distribución tentativa, primero por tratarse de una planta completamente nueva y segundo por que existe información del tamaño requerido por cada área, facilitada por la dirección de la empresa. De esta forma obtenemos las proporciones relativas de cada área que nos permitirá construir los bloques del diagrama general de conjunto.

La figura 3.4 muestra finalmente el diagrama general de conjunto de la distribución en estudio. Nótese que a los 14 departamentos iniciales con los que se realizó los cálculos se le han agregado el resto de departamentos con áreas significativas en tamaño; nótese también que la disposición adoptada de los departamentos hace que el flujo de producción siga un trayecto en forma de “U”, con un aprovechamiento muy funcional; esto se puede apreciar en la figura 3.5.

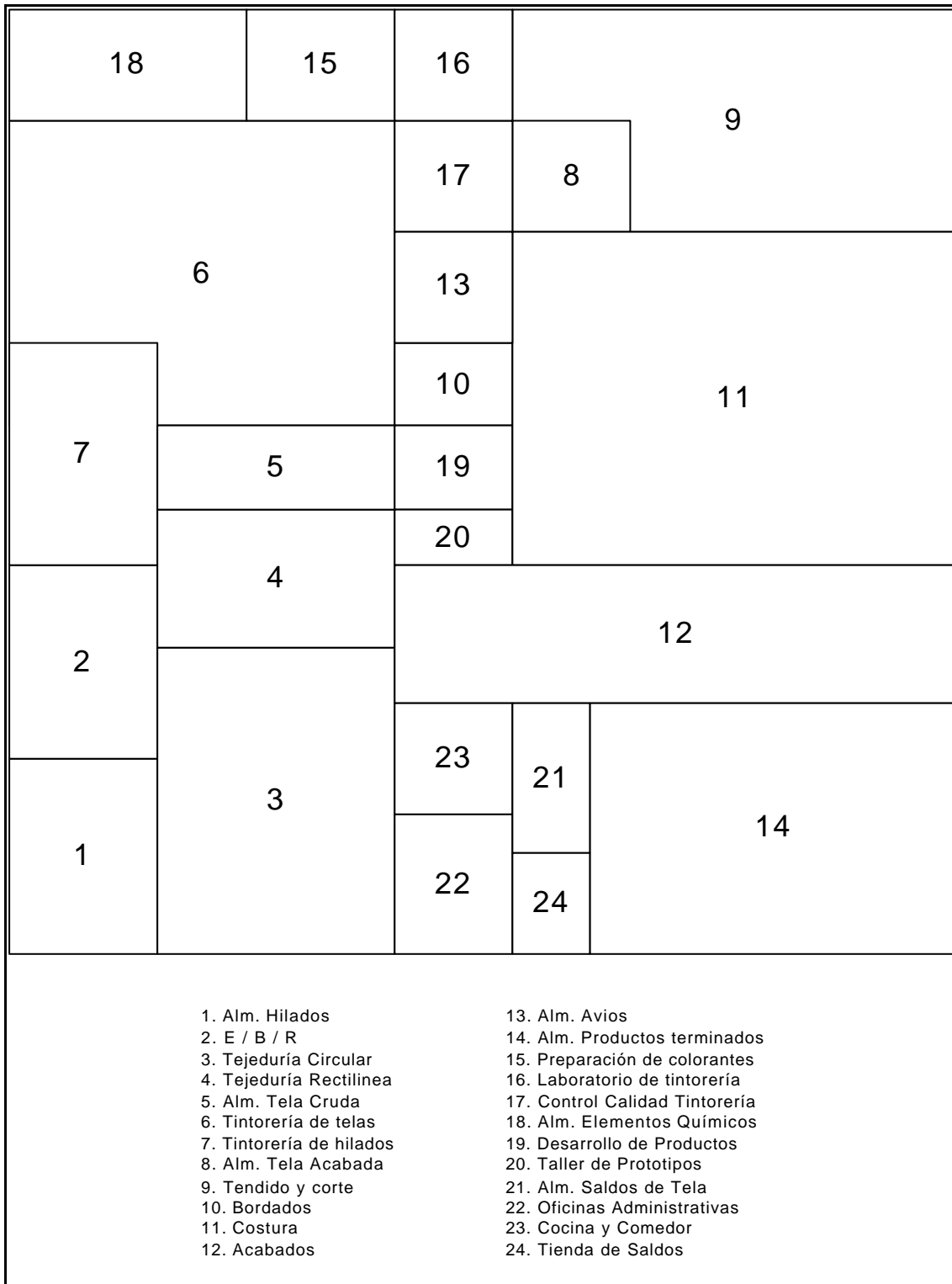


FIGURA 3.4 DIAGRAMA GENERAL DE CONJUNTO

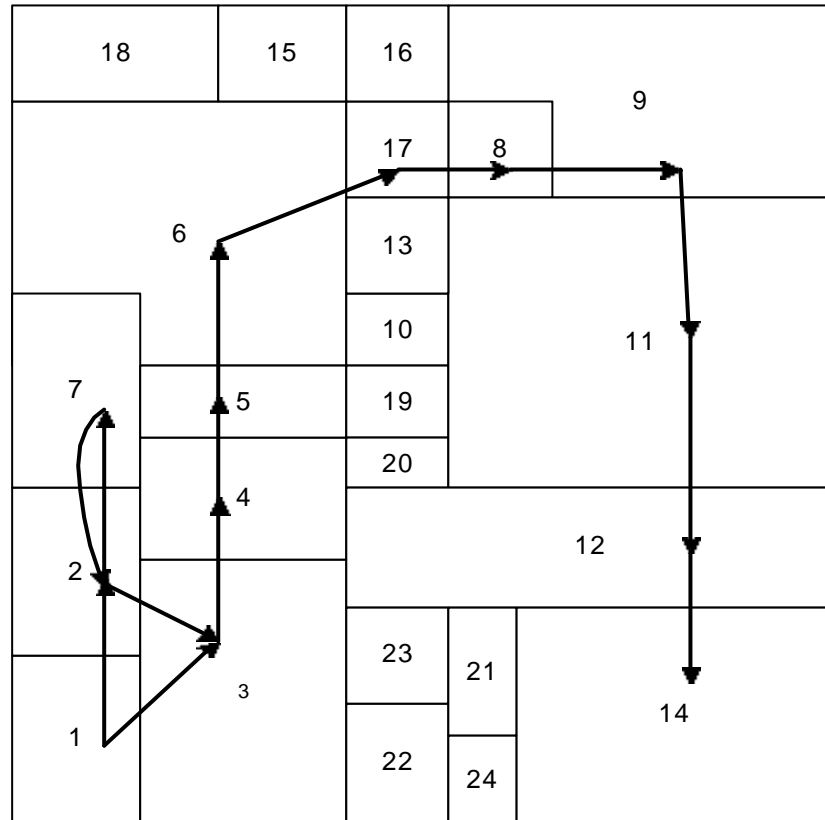


FIGURA 3.5 FLUJO DE PRODUCCIÓN EN EL DGC

Con el desarrollo del DGC se marca el punto final de la fase II del diseño de la distribución, este diagrama de bloques desarrollado presenta un marco de referencia para la elaboración de los detalles de la distribución que se verá en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El diagrama general de conjunto hallado debe ahora traducirse en una representación detallada que muestre la forma y el tamaño exacto de cada departamento; este es el objetivo de la Fase III del diseño de la distribución, el Plan Detallado de Distribución. Ahora podemos ocuparnos de la distribución de los pasillos, el arreglo de las máquinas dentro de los centros de trabajo, la distribución de los lugares de trabajo, el diseño de las áreas de planta y de servicio al personal, etc. Para diseñar el Plan Detallado de Distribución se procede del mismo modo que para el diagrama de conjunto, pero esta vez prestando atención a cada detalle en particular. La forma de representar esta distribución puede consistir en dibujos bidimensionales, modelos tridimensionales o dibujos realizados con ayuda del computador.

4.1 DISEÑO DE ÁREAS PRODUCTIVAS

El plano de distribución detallada de las áreas productivas, es la ordenación final del área donde estarán señalados los espacios requeridos para la maquinaria y equipo, de acuerdo al patrón o flujo del proceso. A medida que cada área sea analizada, su ordenación dependerá de las áreas adyacentes, por lo cual al momento de distribuir, se debe seguir en lo posible, la secuencia del flujo entre áreas. La decisión final en cuanto a la distribución

detallada de un área, no será tomada, por tanto, hasta que hayan sido analizadas las áreas adyacentes. De igual forma el diseño de cada área determinada supondrá una vinculación con el diagrama general de conjunto, retroalimentando al mismo respectivamente.

4.1.1 Diagramas del Ciclo Productivo

Los diagramas son herramientas muy útiles para visualizar, comprender y analizar procesos, los más usados y que mayor información aportan son el diagrama de operaciones (DOP) y el diagrama de análisis de procesos (DAP). Veamos como ejemplo estos diagramas en el área de tejeduría rectilínea.

En esta área se teje principalmente los puños y cuellos. El operario empieza cogiendo el hilado del almacén temporal de entrada, verificando que sea el mismo lote pedido en la orden de producción, luego lo lleva hasta la máquina rectilínea y lo empieza a anudar en los pasadores de la bandeja de ésta, una vez anudados los tensa bien y enciende la máquina para realizar un primer pre tejido, cuya función es verificar el número de mallas del tejido con la ayuda de una lupa. (Este número corresponde al tipo de tejido y está especificado en la orden de producción). Luego prosigue con el tejido a la vez que sigue inspeccionando lo que se va tejiendo, una vez terminado el tejido procede a enrollarlo y retirarlo de la bandeja, lo marca con una tinta amarilla, escribiendo el número de pedido y lo introduce en una bolsa junto con la tarjeta de su orden de producción,

llevándolo hasta un anaquel situado en el área de inspección. El operario de esta área coge la bolsa del anaquel y procede a inspeccionar todo el rollo, si las fallas en cuellos o puños tejidos superan el 20%, es desechado el rollo completo, si las fallas son menores al 20% se marcan con un plumón las piezas falladas, al final el operario anota los datos de la inspección de cada rollo en un cuaderno de registro y vuelve a embolsar el rollo, que es colocado en un estante.

Por último el operario de pesado y etiquetado coge el rollo y lo lleva hasta su puesto, donde lo pesa, ingresa los datos al sistema, lo vuelve a embolsar y le coloca una etiqueta autoadhesiva, llevándolo luego hasta el almacén temporal de salida de donde irá al área tintorería.

En la figura 4.1 se grafica el DOP del producto, es decir el diagrama de fabricación de puños y cuellos; y en la figura 4.2 el DAP de los operarios de esta área.

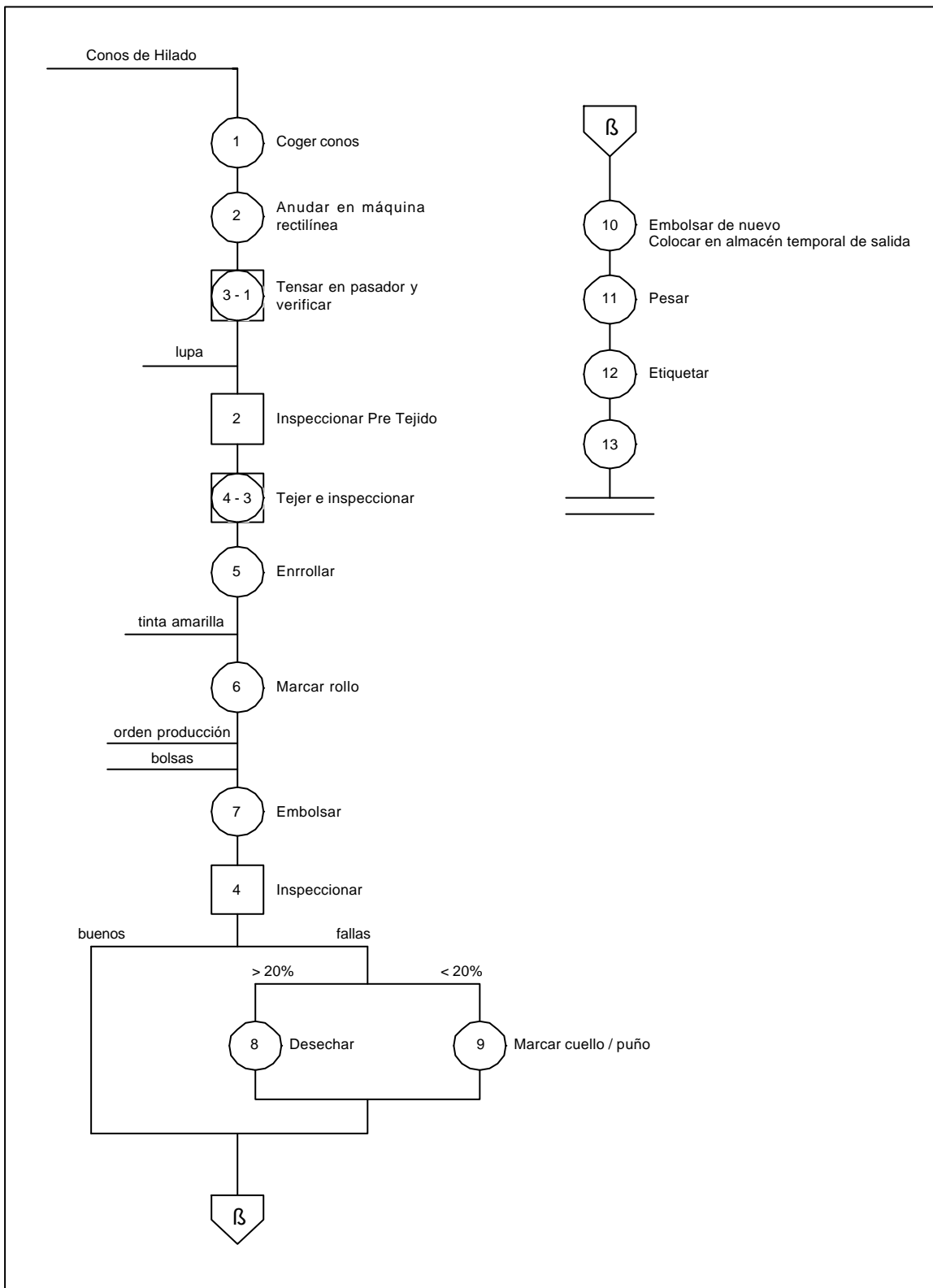


FIGURA 4.1 D.O.P. DE LA FABRICACIÓN DE PUÑOS Y CUELLOS

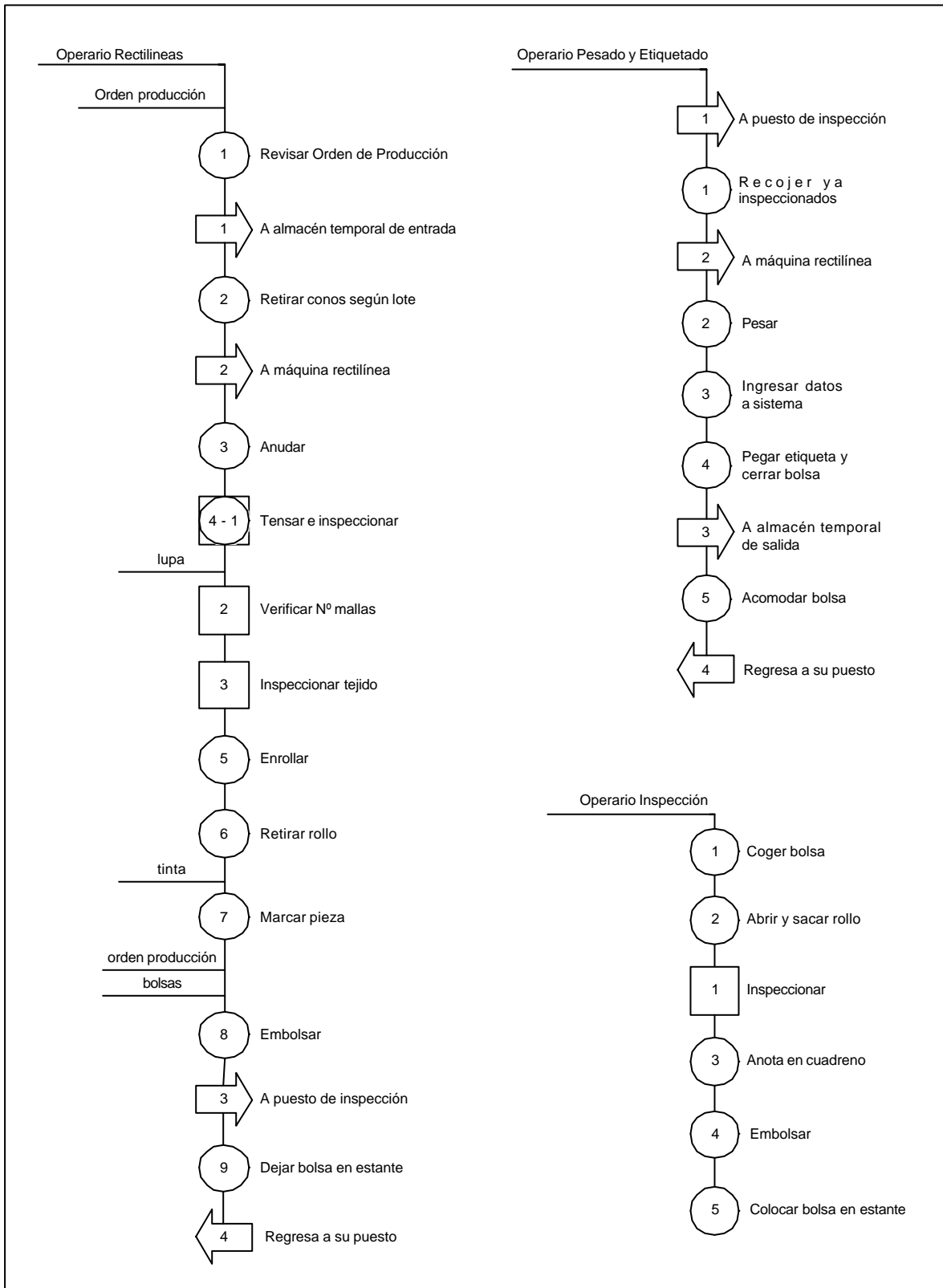


FIGURA 4.2 D.A.P. DE LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE RECTILÍNEOS

4.1.2 Disposición de los Elementos del Ciclo Productivo

4.1.2.1 Materiales:

Las pautas para la distribución de los elementos del ciclo productivo están dadas principalmente por la forma como se manejen los materiales, es decir por la forma como se dispondrán y trasladarán estos a lo largo del proceso. Se pueden citar algunos principios en cuanto a la manipulación de materiales:

1. No depositar los materiales en el piso. Esto requiere normalmente trabajo manual de descarga y carga.
2. Si es necesario, disponer zonas de almacenamiento temporal, debidamente señaladas e identificadas.
3. Ubicar las primeras operaciones lo más cerca posible de la recepción. Si es posible llevar el material directamente a la primera operación, luego de efectuada la inspección de entrada.
4. Siempre que sea posible recibir los materiales en envases o contenedores desde donde pueda comenzarse a trabajar directamente sin tener que cambiar de recipiente.
5. Ubicar los puntos de inspección dentro de la ruta de circulación del material a fin de evitar retrocesos o desviaciones.
6. Siempre que sea posible, utilizar medios de transporte elevados para no ocupar área útil de trabajo.
7. Ubicar las áreas de embalaje en el extremo de las líneas o sectores de producción.

8. Las zonas de carga/descarga deben contar con rampas o plataformas elevadas, a fin de facilitar la operación al realizar el movimiento entre superficies al mismo nivel.

La reducción del manejo innecesario es otra consideración importante, se debe utilizar siempre el modelo de transporte más efectivo y simple. La siguiente tabla muestra ciertas recomendaciones de importancia para el movimiento del material.

CUADRO 4.1 RECOMENDACIONES PARA EL MOVIMIENTO DE MATERIALES

Siempre que sea factible, el material debe moverse:

1. Hacia su terminación	Sin retrocesos, ni cruces del flujo o circulación
2. Sobre el mismo elemento	Sin transbordos
3. Suave y rápidamente	Sin confusión, ni demoras, manejo innecesario, ni colocación dificultosa
4. Según la distancia más corta	Sin recorridos largos
5. Fácilmente	Sin movimientos repetidos ni suplementarios de manejo
6. Con seguridad	Sin peligro para los hombres y materiales
7. Convenientemente	Sin esfuerzo físico indebido
8. Económicamente	Sin romper la unidad de los lotes, ni requerir varios viajes cuando uno sería suficiente; combinando muchas unidades pequeñas en una sola grande

4.1.2.2 Máquinas:

La maquinaria constituye otro factor importante a la hora de distribuir. La forma de las máquinas (larga, estrecha, corta, circular, etc.) afecta su ordenación y su relación con otra maquinaria. Además de las dimensiones, se debe tomar nota de detalles particulares de cada máquina como partes que sobresalgan, puertas que se abran, partes que se puedan desacoplar para su uso, condiciones que la puedan dañar o condiciones que imposibiliten a otras máquinas situarse cerca.

La altura es también importante, por lo general dictará la altura mínima del techo y podrá limitar las áreas en las que sea posible instalar cierto equipo que sea particularmente alto. En cuanto al peso, esta característica influirá en la condición de resistencia que debe tener el piso; máquinas muy pesadas requerirán posiblemente el uso del sótano o por lo menos la primera planta, para ser instaladas. En general, se debe procurar siempre:

1. Ordenar las máquinas y en especial las más utilizadas con vistas al máximo aprovechamiento de la luz natural.
2. Ordenar las máquinas de trabajo pesado en un área cercana al acceso del material con el cual trabajarán y de una manera en que se facilite que éstas sean atendidas por equipo especial de transporte.
3. Ordenar todas las máquinas de forma que exista suficiente superficie de suelo, para el operario y para el mantenimiento.
4. Todas las máquinas deberán estar niveladas y fijadas al suelo.

5. Los interruptores de control de las máquinas deberán situarse allí donde exista menos peligro de confusión.

6. El panel de control principal que desconecta toda la fuerza, deberá ser accesible fácilmente y estar señalizado de modo sencillo y comprensible, ya que su accionamiento debe ser comprendido por todos los operarios.

4.1.2.3 Recursos Humanos:

A la vez que se planea la distribución de la maquinaria, los materiales, el almacenamiento, etc., es también necesario planear las dimensiones de los puestos de trabajo que permitirán su adaptación a las condiciones del proceso. En este proceso de diseño entran a tallar factores de relevancia para el trabajador que ocupará el puesto, como la temperatura a la que estará expuesto, el ruido, la iluminación, el entorno visual y demás condiciones ambientales. El cuadro 4.2 resume algunas dimensiones recomendadas para el diseño de puestos de trabajo.

4.1.3 Requerimientos de espacio

La distribución es básicamente una ordenación del espacio, los cálculos de las áreas individuales de los elementos deben ser la base de las dimensiones en conjunto. Las necesidades de espacio parten del número y tipo de máquinas requeridas, del área para el material de espera, del área

CUADRO 4.2 DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA EL DISEÑO DE
PUESTOS DE TRABAJO

	Banco de trabajo, operario sentado	Banco de trabajo operario alternativa-mente de pie o sentado en taburete alto	Área de trabajo, operario de pie
<i>Área de trabajo normal</i> De las manos: radio del círculo con centro en los hombros (a 8 pulgadas de la columna vertebral)	15	15	18
<i>Área máxima de trabajo</i> Sin fatiga indebida Horizontal (S) Vertical (E)	24 24	30 34	40 56
<i>Distancia entre centros de trabajadores</i> dispuestos a lo largo del banco de trabajo (excluida área para stock y diseminación de contenedores)	30	30-30	36
<i>Altura del banco de trabajo</i> Distancia de la cara superior al suelo (P) Para hombres Para mujeres	30 28-30	40-42 36-38	42 38
<i>Asiento de silla</i> Altura sobre el suelo	18	28	---
<i>Pedal</i> Altura sobre el suelo	1-2	8	1-2
<i>Escabel para los pies</i> Altura sobre el suelo Para hombres Para mujeres	1-2 1-2	8 10	1-2 1-2
<i>Nivel de los ojos</i> Altura sobre el suelo Para hombres Para mujeres	46 44	56 53	64 60
<i>Profundidad de los estantes al nivel de la vista</i> Para hombres Para mujeres			26 22

S: Radio desde la parte superior del hombro (suponiendo que el hombro esté a 6 pulgadas del bordes del banco)

E: Radio hacia arriba desde el codo (suponiendo que el codo esté a 6 pulgadas del bordes del banco).

P: Dependiendo de la altura del producto trabajado

Nota: 1 pulgada = 25,4 mm <> 2,54 cm

para los servicios requeridos por el producto y cualquier otra necesidad especial de espacios.

Existe una fórmula para calcular los requerimientos de espacio y es el llamado método de cálculo de superficies de P. F. Guerchet, que proporciona el espacio total requerido en base a la suma de tres superficies parciales, que son la superficie estática (S_s), la gravitacional (S_g) y la evolutiva (S_e). Partiendo del ejemplo anterior donde se examinó el DOP y el DAP del área de tejeduría rectilínea, explicaremos esta fórmula:

La superficie estática (S_s) representa el área física que ocupa una máquina o un mueble. En el cuadro 4.3 aparecen las máquinas, equipo y muebles del área de tejeduría rectilínea, con sus respectivas medidas. Con estos datos se puede calcular la superficie estática, de la siguiente forma:

$$S_s = l \times a \text{ (largo x ancho)}$$

En donde el largo por el ancho, se calcula para cada una de las máquinas o equipos. Lo siguiente es hallar la superficie gravitacional (S_g) que representa el área que necesita un trabajador para el desempeño de su labor, calculándose de la siguiente manera:

$$S_g = S_s \times N$$

Donde N es el número de lados operables de las máquinas o equipos. Por último la superficie evolutiva (S_e), que representa el área necesaria para circulación, se calcula así:

$$S_e = K (S_s + S_g)$$

$$K = \underline{\text{Altura de hombres u objetos desplazados}}$$

2 x (Cota media de máquinas o muebles)

Donde K es un coeficiente único para toda la planta, que está dado por la razón entre la altura media de los hombres u objetos desplazados sobre el doble de la cota media de máquinas o muebles. La superficie total será por tanto la suma de superficies parciales de cada una de las máquinas o muebles del área. El detalle de estos cálculos se muestra en el anexo 2, de donde se observa que la superficie total resultante para el área de tejeduría rectilínea es de 414.142 m².

CUADRO 4.3 MÁQUINAS Y EQUIPO EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA

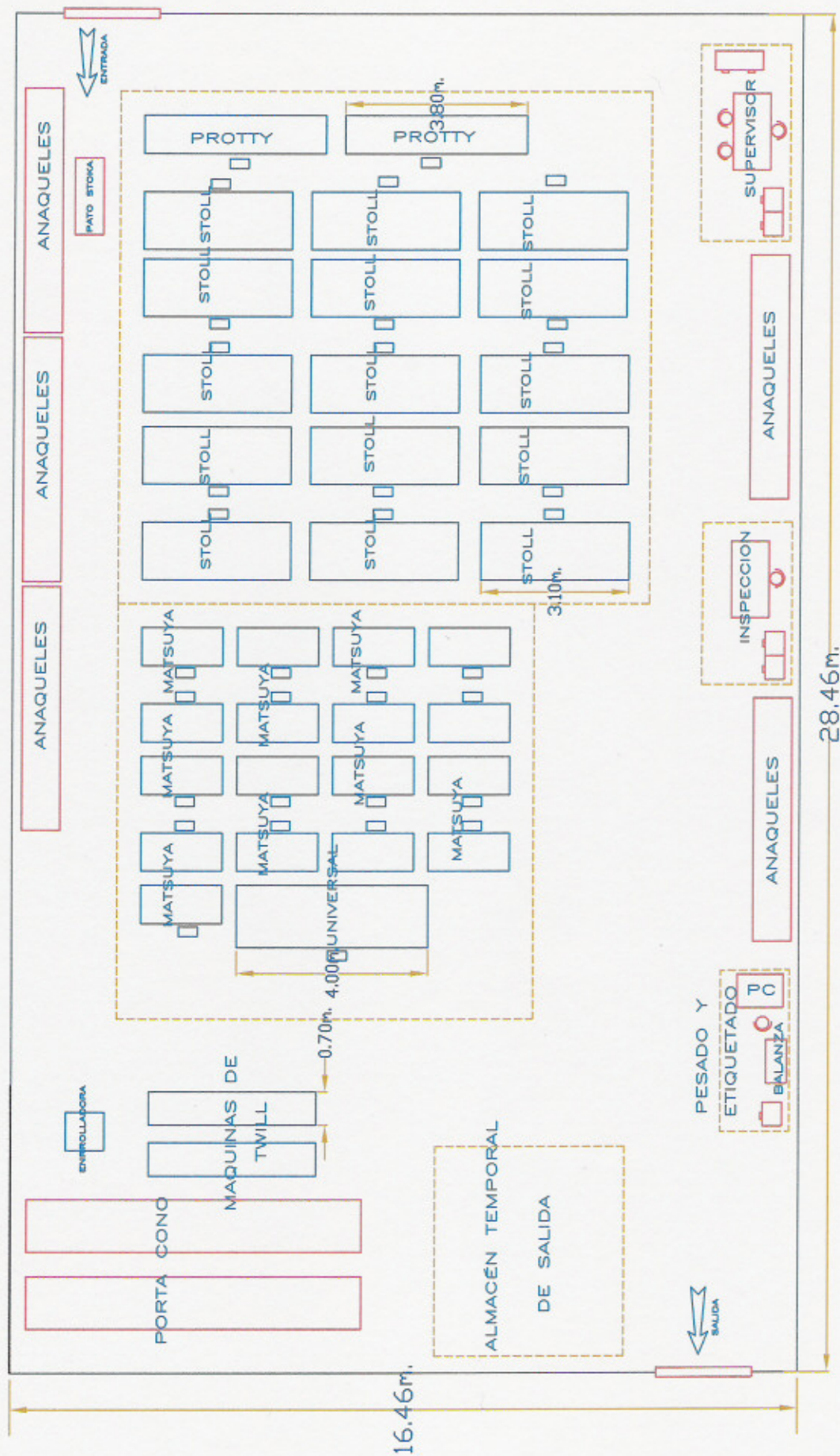
Descripción	Cantidad	Dimensiones en metros (largo x ancho x altura)	Nº lados operables
Matsuya - tejedora (M)	17	1.68 x 0.80 x 2.16	1
Stoll - tejedora (S)	15	3.10 x 1.20 x 2.25	1
Máquina de Twill (MT)	2	3.50 x 0.50 x 2.15	1
Enrolladora (En)	1	0.80 x 0.80 x 2.05	1
Protti tejedora (P)	2	3.80 x 0.80 x 2.25	1
Universal -tejedora (U)	1	4.00 x 1.31 x 2.12	1
Anaqueles (A)	6	5.10 x 0.80 x 2.72	1
Porta Conos (Pc)	2	7.00 x 1.10 x 2.28	2
Escritorios (E)	3	1.60 x 0.80 x 0.80	2
Armarios (Ar)	4	1.00 x 0.40 x 1.40	1

4.1.4 Layout del Área de Tejeduría Rectilínea

El layout del área de tejeduría rectilínea, que se muestra en la siguiente página, es el resultado de todo el proceso de análisis y diseño visto hasta ahora. Como se vio en el capítulo III, esta área tiene una ubicación relativa de proximidad con respecto al área de tejeduría circular y al almacén de tela cruda; la salida colinda directamente con el almacén de tela cruda y la entrada tiene una fácil conexión con tejeduría circular (por el aprovechamiento de las mismas instalaciones y la facilidad de supervisión) y el almacén de hilados.

Las máquinas tejedoras han sido dispuestas formando filas de 3 y 4 máquinas, para facilitar su supervisión por un mismo trabajador en toda la fila, cuando éstas se encuentran operando. El flujo del proceso viene dado de arriba hacia abajo, empezando desde los anaqueles en la parte superior, donde se almacena la materia prima (hilado) que ingresa al área, siguiendo en la parte central con las máquinas tejedoras que transforman la materia prima en cuello y puños; y terminando en los puestos de inspección y pesado – etiquetado, de donde queda listo para pasar al almacén de tela cruda.

(Aquí va el layout del Área de Rectilíneos)



Proyecto	Area	Versión	Fecha	Escala
Distribución de Planta - Empresa Textil S.A.	Tejeduría Rectilínea	1	16/07/2002	1:125

4.2 DISEÑO DE ALMACENES

Gran parte de lo visto hasta ahora es aplicable también al diseño de distribución de almacenes, sin embargo la diferencia entre los almacenes y las áreas productivas radica en que el proceso central de un almacén es el almacenamiento y no un cambio físico o químico, como ocurre en las áreas de producción. Al igual como se hizo con las áreas productivas, recopilando datos sobre los factores que influyen en la distribución, podemos recopilar información de las áreas de almacenamiento. Información referida al material o artículo a almacenar como: periodo de almacenamiento, condiciones de almacenado, unidades de carga y dimensiones de la unidad de carga; e información referida a los elementos o equipos de almacenaje y transporte; así como cualquier otro factor relevante para el funcionamiento del almacén. En el anexo 3 del presente trabajo se encuentran dos formatos que facilitan la recopilación de la información arriba señalada.

4.2.1 Fundamentos para los Métodos de Almacenaje

Los siguientes puntos nos proporcionan una guía para el ahorro de espacio en los métodos de almacenaje:

1. Aprovechar las tres dimensiones. Recurrir al apilado, solapado, uso de altillos y transportadores elevados.
2. Considerar el espacio de almacenamiento exterior, por ejemplo: Al aire libre (ladrillos, piezas de fundición, etc.); protegido con tela o mallas

(plancha de metal, productos voluminosos, etc.); o bajo protección de metal o madera con costes de protección pequeños.

3. Hacer que las dimensiones de las áreas de almacenamiento sean múltiplos de las dimensiones del producto a almacenar.

4. Colocar la dimensión longitudinal del material, estanterías o contenedores, de forma que quede perpendicular a los pasillos principales.

5. Usar la anchura apropiada de pasillos y hacer que los pasillos transversales sean de una sola dirección⁶.

6. Clasificar los materiales por su tamaño, peso o frecuencia de movimientos.

7. Situar los artículos que se vayan a medir, pesar o controlar, en general cercanos al equipo de medición, pesaje o control.

4.2.2 Equipo de Almacenamiento

El almacenamiento en el piso aunque es el más simple, es el menos eficiente, consiste en ordenar aleatoriamente los artículos o materiales en el piso, desaprovechando el espacio volumétrico y dificultando la localización de los artículos. Tal vez la forma más practicada de almacenar es mediante la estantería y los anaqueles. Estos tienen bajos costos de capital y mantenimiento, a la vez que aprovechan el espacio cúbico, pero tienen el inconveniente de que ocupan mucho espacio de piso, ya que necesitan un pasillo por cada dos filas de almacenamiento. Por otro lado, mientras la

⁶ En el anexo 4 se encuentra una guía para la distribución de pasillos.

configuración de la estantería determina el número de pasillos, el tipo de montacargas determina el ancho del pasillo y la altura de la estantería. Usualmente los anaqueles tienen la ventaja que permiten ajustar su distancia vertical, también se puede modificar para contener cajones y se pueden dividir vertical y horizontalmente con tableros de división. Los anaqueles perforados, permiten el paso del aire y de la luz, lo cual reduce la acumulación de polvo y permite ver los objetos de la parte de atrás del anaquel.

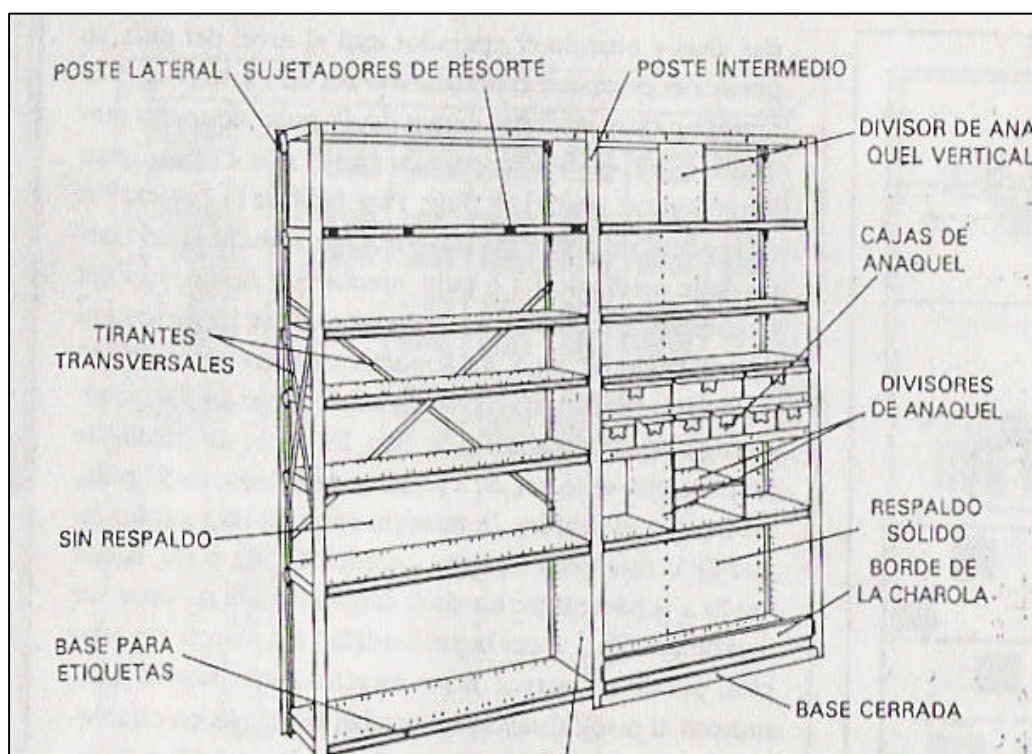


FIGURA 4.3 CARACTERISTICAS DE LOS ANAQUELES

En cuanto al equipo de transporte a utilizar, el siguiente cuadro muestra una guía para seleccionar el equipo adecuado:

CUADRO 4.4 GUIA PARA LA ELECCIÓN DE EQUIPO DE TRANSPORTE

		Tipo de Equipo
Uso de transportadores	<p>Cuando las unidades de carga son uniformes.</p> <p>Cuando los materiales se mueven o pueden moverse continuamente.</p> <p>Cuando las cifras de movimiento, las cargas unitarias y la situación de la ruta no parecen susceptibles de variar.</p> <p>Cuando el trafico perpendicular puede ser soslayado por el transportador.</p>	<p>Se incluyen los de gravedad, rodillos, discos, fajas, cadena en el suelo, tableros articulados planos y movimientos automáticos</p>
Uso de grúas	<p>Para movimientos intermitentes dentro de un área fijada.</p> <p>Donde los materiales son de peso o tamaño variable.</p> <p>Para el movimiento de materiales sin tener que preocuparse por el cruce de tráfico en el suelo, ni por la variación de la carga.</p>	<p>Los tipos de grúas son: la grúa portátil, la de pluma, la de pórtico y la grúa puente.</p>
Uso de vehículos industriales	<p>Cuando los materiales deben ser recogidos y movidos intermitentemente sobre diversas rutas.</p> <p>Cuando los materiales sean de peso y tamaño variado o de tamaño uniforme.</p> <p>Donde las distancias sean moderadas.</p> <p>Donde exista trafico cruzado.</p> <p>Donde existan áreas y espacios despejados.</p> <p>Cuando la operación sea principalmente de manejo.</p>	<p>Pueden descomponerse en carretillas a mano, tractoras, automotoras de plataforma pequeña y gran elevación y carretillas elevadoras de orquilla</p>

4.2.3 Layout del Almacén de Hilados

Veamos como ejemplo la distribución del almacén de hilados. Este almacén se encarga de recepcionar y almacenar todo el hilado tanto crudo como en color, que llega a la planta, procedente de la compra a proveedores. El trabajador recepciona los conos de hilado que vienen empaquetados de dos formas: en bolsas y en cajas, con cantidades variables que oscilan entre los 12 y 24 conos por unidad de carga; este hilado es colocado en parihuelas que servirán para transportarlo hasta su ubicación final en el almacén. En el momento de la recepción se debe cotejar la guía de remisión del proveedor con la orden de compra y luego pesar y contar todas las cajas que se están recepcionando, en el caso de las bolsas, sólo se realiza una inspección y conteo de los ítems que la componen. Luego se asignan los slots⁷ disponibles al nuevo hilado y se ingresa la información al sistema de almacenes, para finalmente proceder a la ubicación física del hilado. Este proceso se puede apreciar en el DOP de la figura 4.4.

La descripción recopilada del material a almacenar se resume en el siguiente cuadro:

⁷ Un slot representa a cada cajón del anaquel en donde se almacenan los artículos.

CUADRO 4.5 DESCRIPCION DEL MATERIAL A ALMACENAR

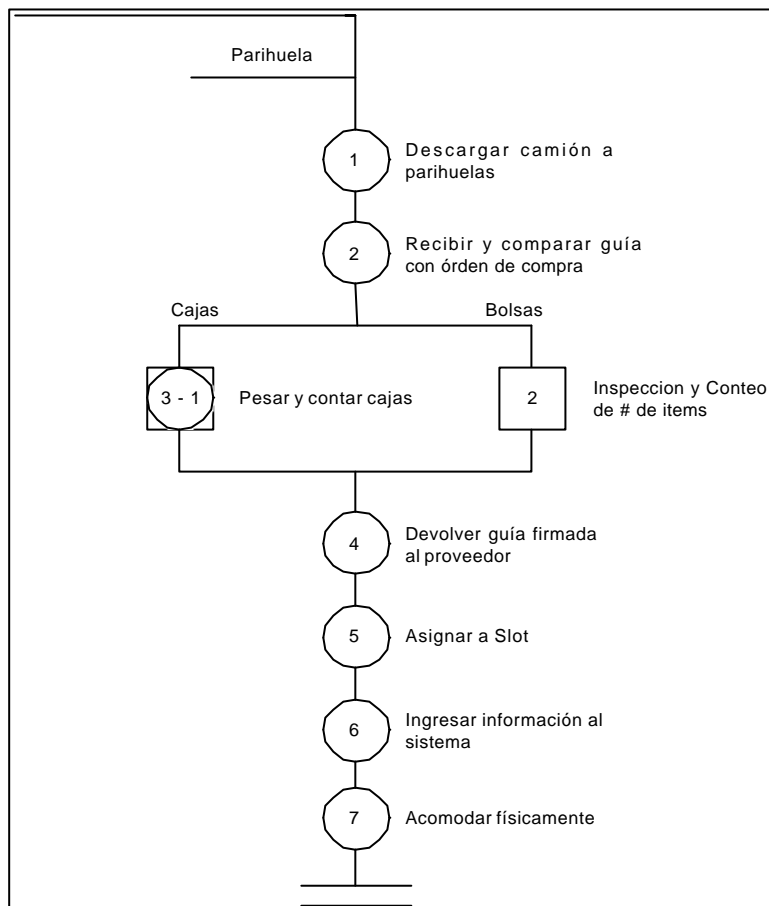


FIGURA 4.4 DOP DEL PROCESO DE RECEPCION DE HILADO

En él se aprecian las unidades de carga, utilizadas por los diferentes

Tipo	Procedencia	Dimensiones			Items	Cantid. Items x almacenaje	Peso total (aprox)	Cant max. de items x parihuelas	Peso Total (Kg)	Peso Slot
		L	A	H						
Bolsas	Proveedor 1	1.00	0.42	0.20	conos	12	27	22	594	1188
Cajas	Proveedor 2	0.68	0.46	0.35	conos	9	30	16	480	960
Cajas	Proveedor 3	0.78	0.55	0.41	conos	24	45	12	540	1080
Cajas	Proveedor 4	0.56	0.56	0.56	conos	12	40	12	480	960

proveedores, así como sus dimensiones, también aparece el peso total

cuando se maximiza el número de ítems en la parihuela; esto es, el peso de

la unidad de carga por la cantidad máxima de ítems. Con respecto a los slots de los anaqueles, diremos que soportan un peso aproximado de 1050Kg. y que en cada slot se pueden colocar 2 parihuelas.

Con esta información procedemos a diseñar la distribución. La situación en la que se encontró el almacén cuando se hizo el levantamiento de información, era que el límite de su capacidad había sido rebasado, los pasillos e incluso los exteriores del almacén se encontraban con parihuelas llenas de material que no tenían lugar en los anaqueles. El exceso de artículos representaba aproximadamente el 20.6% de la capacidad del almacén, que era de 275 Toneladas en promedio. La distribución de slots ocupados en ese momento se repartía de la siguiente manera:

<i>Hilado</i>	<i>Cantidad de slots</i>	<i>%</i>
Crudo	95	36
Color	167	64
Total	262	100

Además para el cálculo de la cantidad de slots requeridos en la nueva distribución, se tomo en consideración un dato aproximado de crecimiento facilitado por la dirección, del 15% en los siguientes 4 años. Con este dato el cálculo se realizó de la siguiente forma:

<i>Hilado</i>	<i>Cantidad de slots</i>	<i>Exceso del 20.6%</i>	<i>15% de crecimiento</i>
Crudo	95	114	131
Color	167	202	233
Total	262	316	364

Por tanto el nuevo diseño del almacén debe distribuir estos 364 slots que representan 382.2 TN. de hilado aproximadamente.

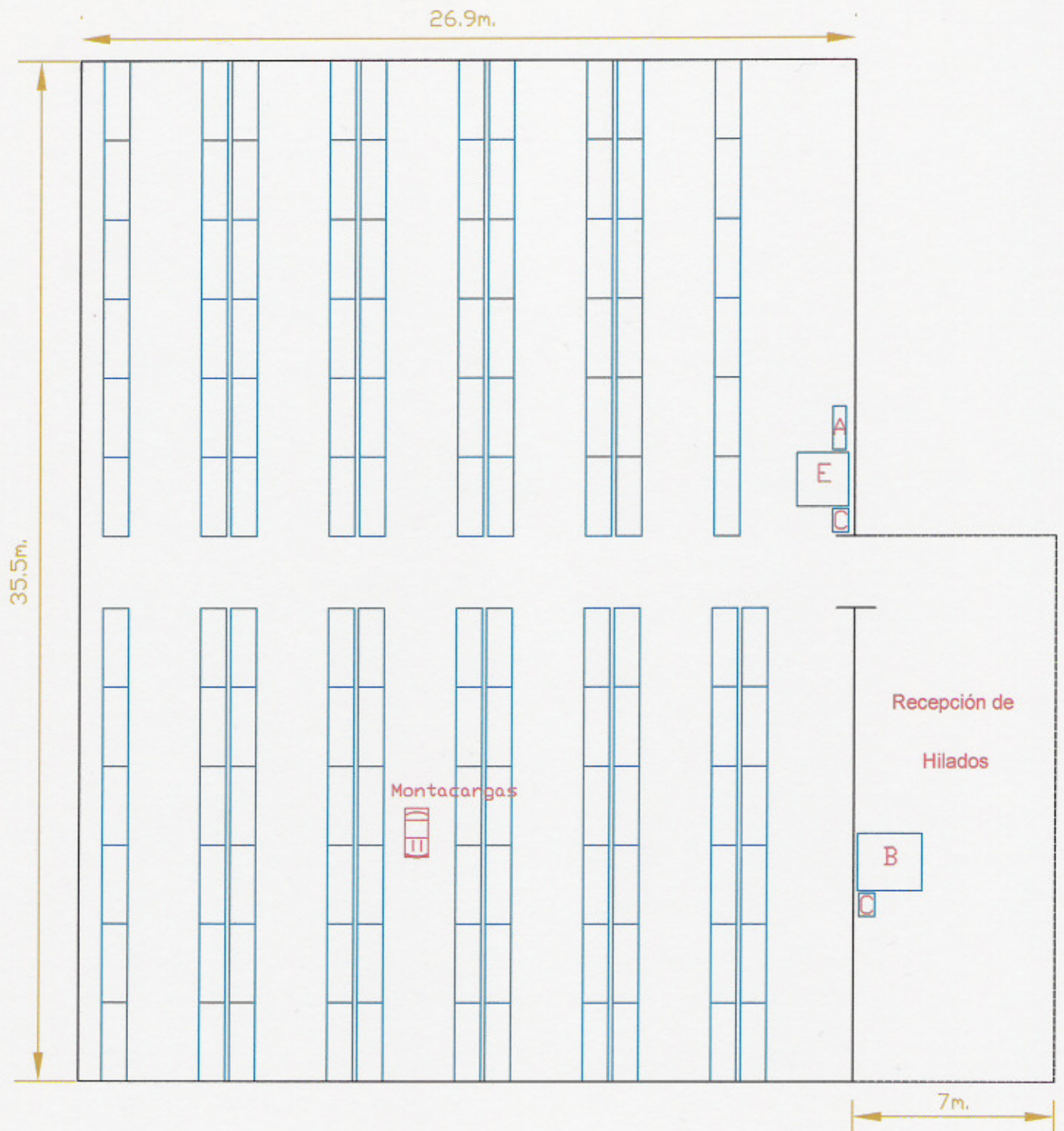
Como ya se ha dicho una de las ventajas de los anaqueles es la flexibilidad que tienen para cambiar su tamaño, esta característica nos permitirá escoger los anaqueles que mejor se adecuen a la capacidad hallada. Otro factor que influirá en la distribución será el tipo de equipo usado para el almacenamiento. Para este caso se utiliza un montacargas de 1.70 m. de largo por 0.80 m. de ancho, esto nos ayuda a calcular las dimensiones de los pasillos, que como regla nos dice que debe tener un ancho igual al largo del montacargas mas un 50% adicional, que es el espacio necesario para que pueda girar e introducir y extraer las parihuelas. De esta forma establecemos que los pasillos deben tener 2.55 m. de ancho.

Además la existencia de un montacargas como equipo de almacenaje, permite utilizar el factor altura en beneficio nuestro, de esta forma establecemos que los anaqueles tengan 3 niveles de altura, y considerando que tengan 6 slots de largo (cantidad mínima recomendada para el recorrido del montacargas), definimos la cantidad de anaqueles necesarios para la capacidad de hilado que queremos distribuir, en 21.

$$6 \text{ slots} \times 3 \text{ niveles} \times 21 \text{ anaqueles} = 378 \text{ slots}$$

$$378 \text{ slots} \times 1050 \text{ Kg.} = 396.9 \text{ TN.}$$

Notamos que la cantidad de slots es algo superior a la requerida, sin embargo nos es preferible trabajar con este margen de holgura a trabajar con un déficit. Finalmente, en la siguiente página se muestra el Layout del Almacén de Hilados, diseñado para soportar una capacidad de 396.9 TN. de hilado.



Proyecto	Area	Versión	Fecha	Escala
Distribución de Planta - Empresa Textil S.A.	Almacén de Hilados	1	08/07/2002	1:200

4.3 DISEÑO DE OFICINAS

La distribución de oficinas suele afectar tanto a la productividad como a la calidad de vida laboral. Una oficina produce información, subdividida en papeles, archivos electrónicos, conversaciones personales y telefónicas. Los criterios de distribución de planta en oficinas, aunque difíciles de cuantificar, son la reducción al mínimo costo de comunicación y el incremento al máximo de la productividad de los empleados; por lo que el objetivo consiste en diseñar distribuciones en torno a los flujos de trabajo y los patrones de comunicación.

4.3.1 Factores en la Distribución de Oficinas

Podemos hablar de un primer factor de Proximidad que influye en la distribución. El hecho de tener fácil acceso a los compañeros de trabajo y a los supervisores fomenta la comunicación y desarrolla el interés mutuo, a la vez que puede ayudar al empleado a percibir con claridad lo que se espera de él en el trabajo y en otros aspectos. Un procedimiento común a este factor es intentar maximizar la proximidad de los trabajadores cuyos empleos requieren una interacción frecuente.

La Privacidad es el otro factor clave en el diseño de oficinas, las perturbaciones externas y el hacinamiento pueden perjudicar el rendimiento del trabajador. Los trabajadores pueden reaccionar de manera distinta dependiendo de la labor que hagan, algunos se pueden sentir favorables a trabajar en oficinas abiertas, mientras que otros pueden reaccionar negativamente al sentir que pierden algo de control sobre su privacidad.

El objetivo de proporcionar tanto proximidad como privacidad a los empleados plantea un dilema a la gerencia; la proximidad se consigue abriendo el área de trabajo, la privacidad se obtiene con normas de espacio más liberales, puertas, muros divisorios y gruesas alfombras que absorban el ruido; es decir con características más costosas que reducen la flexibilidad de la distribución. Por eso la gerencia tiene que encontrar la mejor solución entre la proximidad y la privacidad, y para lograrlo se dispone de tres tipos o enfoques diferentes de distribución, que veremos a continuación.

4.3.2 Tipos de Distribuciones de Oficinas

Se pueden clasificar en tres: distribución convencional, distribución panorámica y distribución de planta abierta.

A. Distribución Convencional:

Las distribuciones convencionales incluyen oficinas cerradas para las jerarquías superiores y abiertas para todos los demás, hay largos pasillos, pero no hay divisiones entre los escritorios, y están todos en líneas rectas. En este tipo de distribución, cada persona tiene asignado un sitio y su localización, tamaño y mobiliario, denotan la jerarquía de esa persona en la organización.

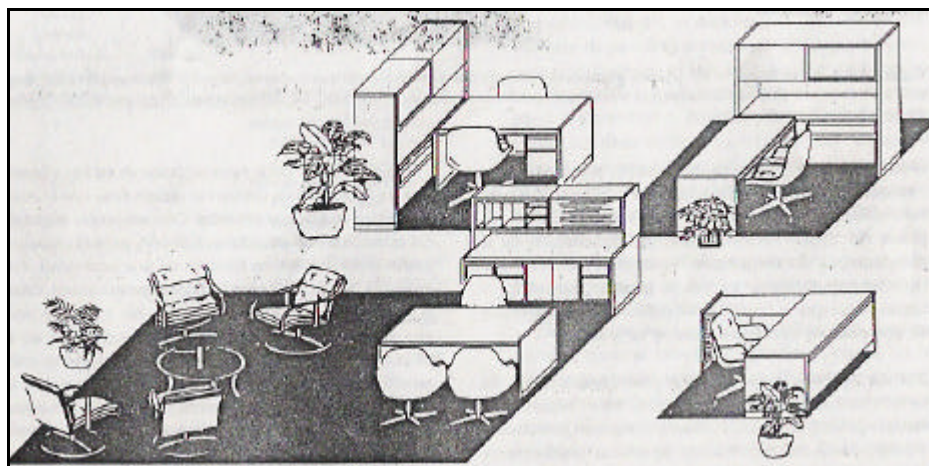
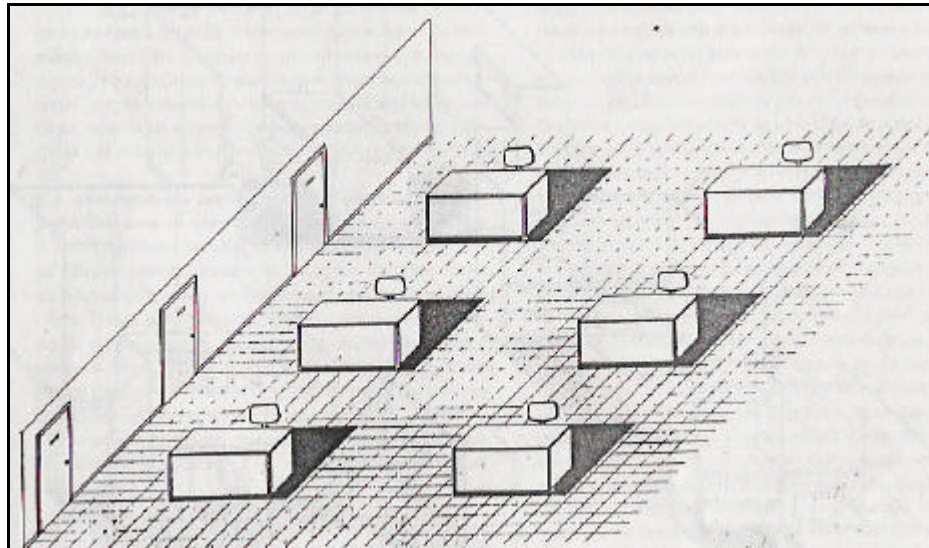
B. Distribución Panorámica:

En este tipo de distribución que surgió a finales de los años cincuenta, no hay oficinas privadas, algunas divisiones se logran con los muebles, no hay líneas rectas y los escritorios tienen cerca alguna unidad de almacenamiento. Se utiliza dos conceptos básicos: igualdad y ausencia de líneas rectas. La igualdad se entiende como la desaparición de símbolos de estatus y jerarquía de las oficinas, desaparecieron los muros interiores permanentes, la privacidad visual de la estación de trabajo se lograba mediante divisiones curvas que obstruían las líneas de visión. Cuando la tarea a realizar exigía completa privacidad, la persona tenía que desplazarse a un área privada especial. La razón principal para la supresión de las oficinas privadas fue que las divisiones fijas restringían el constante reacomodo de oficinas.

C. Distribución de Planta Abierta:

En este tipo de distribución existen algunas oficinas privadas, hay un amplio número de divisiones, líneas rectas y curvas, superficies de trabajo y unidades de almacenamiento, en una amplia variedad de tamaño y forma. El concepto clave utilizado fue que las necesidades de cada estación de trabajo son variables; los escritorios, sillas y archivos se reemplazaron por unidades en que se combinan las superficies de trabajo. La modularidad del mobiliario permite la reducción de costo de reacomodo, existen tableros que

sirven como superficies de trabajo y almacenamiento y los archivos se pueden empotrar en mesas de trabajo o colgar sobre los tableros.



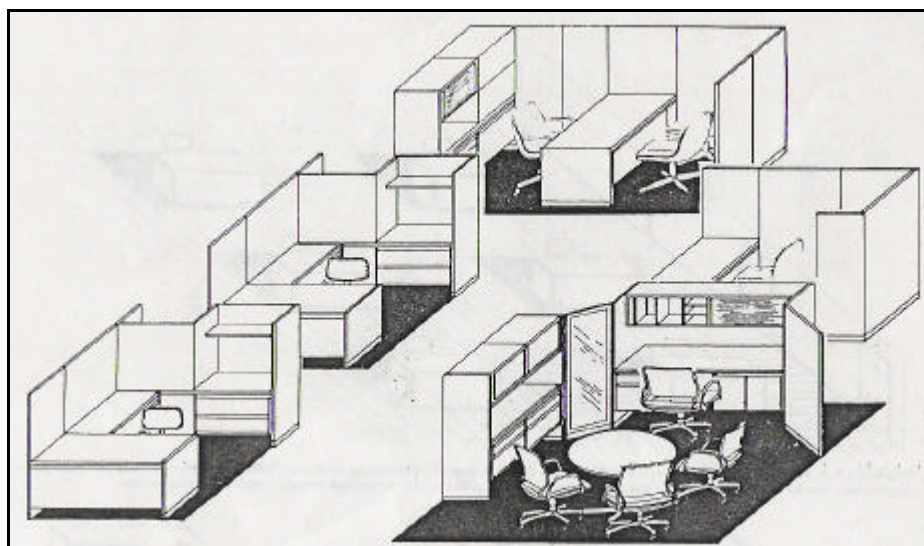


FIGURA 4.5 TIPOS DE DISTRIBUCIONES DE OFICINAS

Arriba: distribución convencional, al medio: distribución panorámica, abajo: distribución de planta abierta.

4.3.3 Layout de Oficinas

En las siguientes páginas se muestra el layout de las oficinas centrales de la planta, distribuidas en dos niveles; en el primer nivel se han dispuesto las áreas de contabilidad, logística, costos y ventas; mientras que en la segunda planta está la gerencia general y el personal de staff de la empresa, junto con el área de reuniones y el auditorio de la empresa, que aunque no existía en la disposición inicial, fue un requerimiento de la dirección. El resto de oficinas queda distribuido en otros sectores, atendiendo a criterios de cercanía con la actividad del proceso en la que tengan mayor interrelación.

El modelo de distribución aplicado es más parecido al de planta abierta, el mobiliario tiene características de flexibilidad para facilitar reacomodos futuros y funcionalidad para lograr múltiples usos del puesto de trabajo, las

instalaciones tienen sólo la cantidad necesaria de paredes y muros divisorios. En cuanto a posibles factores de distracción, el tratamiento debe ser aumentar el ruido ambiental para enmascarar señales que distraigan al trabajador, como por ejemplo la conversación en un escritorio contiguo. El nivel recomendado de ruido ambiental debe estar en 45 decibeles aproximadamente.

El área de recepción debe proporcionar un monitoreo visual al recepcionista, del tráfico de visitantes que entran y salen, permitiendo o evitando su acceso o simplemente informando. También debe proporcionar cierta privacidad auditiva para atender llamadas telefónicas y escribir, ya que con frecuencia las labores de recepción se combinan con las de secretaria.

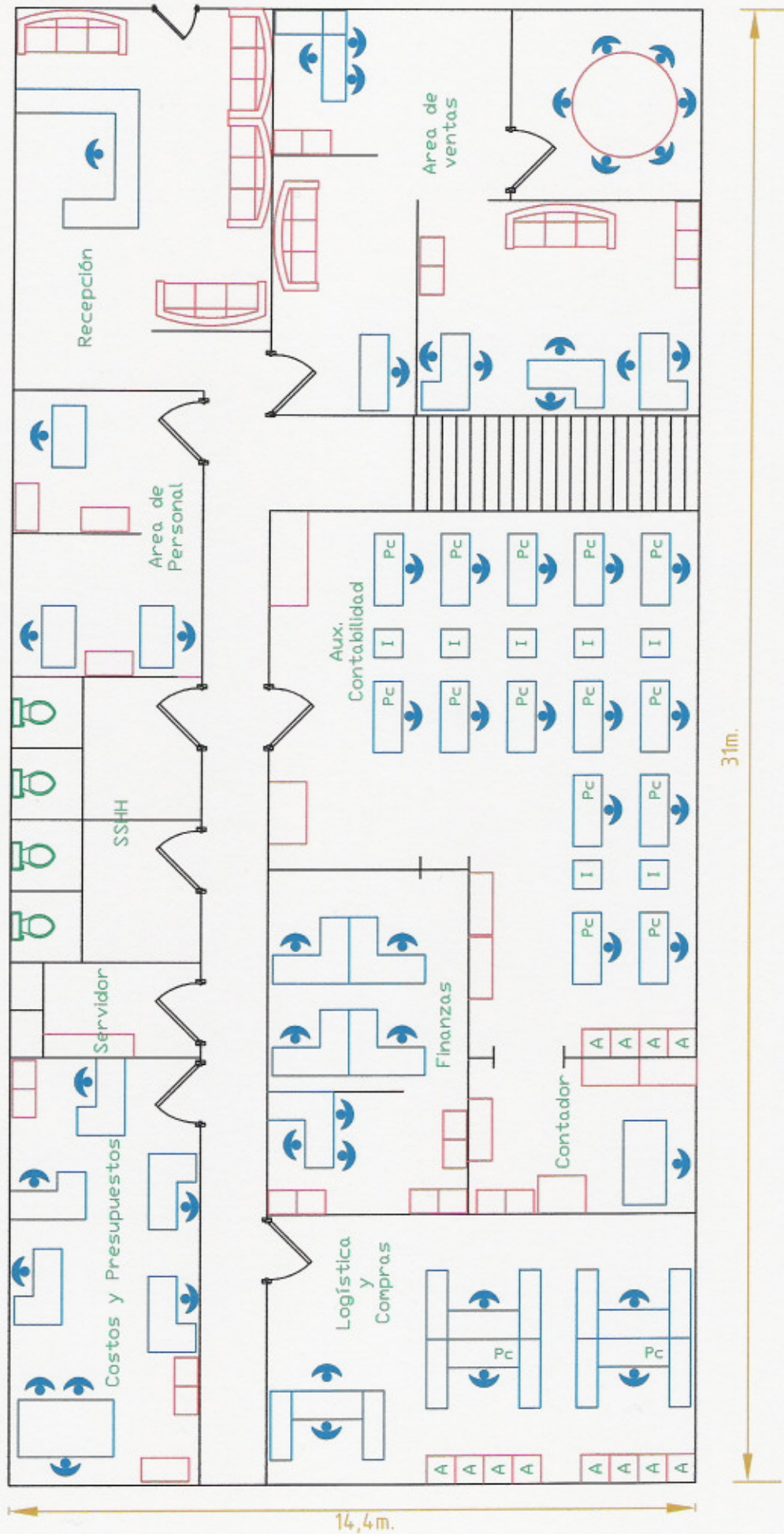
En cuanto a la sala de reuniones o de conferencias, las mesas deben servir no sólo para escribir, sino también para almacenar, cada persona debe tener un espacio con un ancho de más o menos 40 pulg. y una profundidad entre 18 pulg. y 24 pulg. Con un espacio bajo la mesa de 29 pulg. más o menos. La forma recomendada para las mesas es la circular, que no tiene lados ni cabecera, si lo que se quiere es propiciar la sensación de igualdad; y la semi rectangular con los lados ovalados, que es mejor cuando la cantidad de personas oscila entre 10 y 12. Las sillas deben ser lo suficientemente confortables para mantener un ambiente cómodo y reducir la fatiga a los participantes, deben poder girarse e inclinarse, para que las personas puedan hacer ajustes a su postura, también deben tener cojines y

brazos para que no se apoyen sobre la mesa o sobre si mismos, restringiendo posiciones.

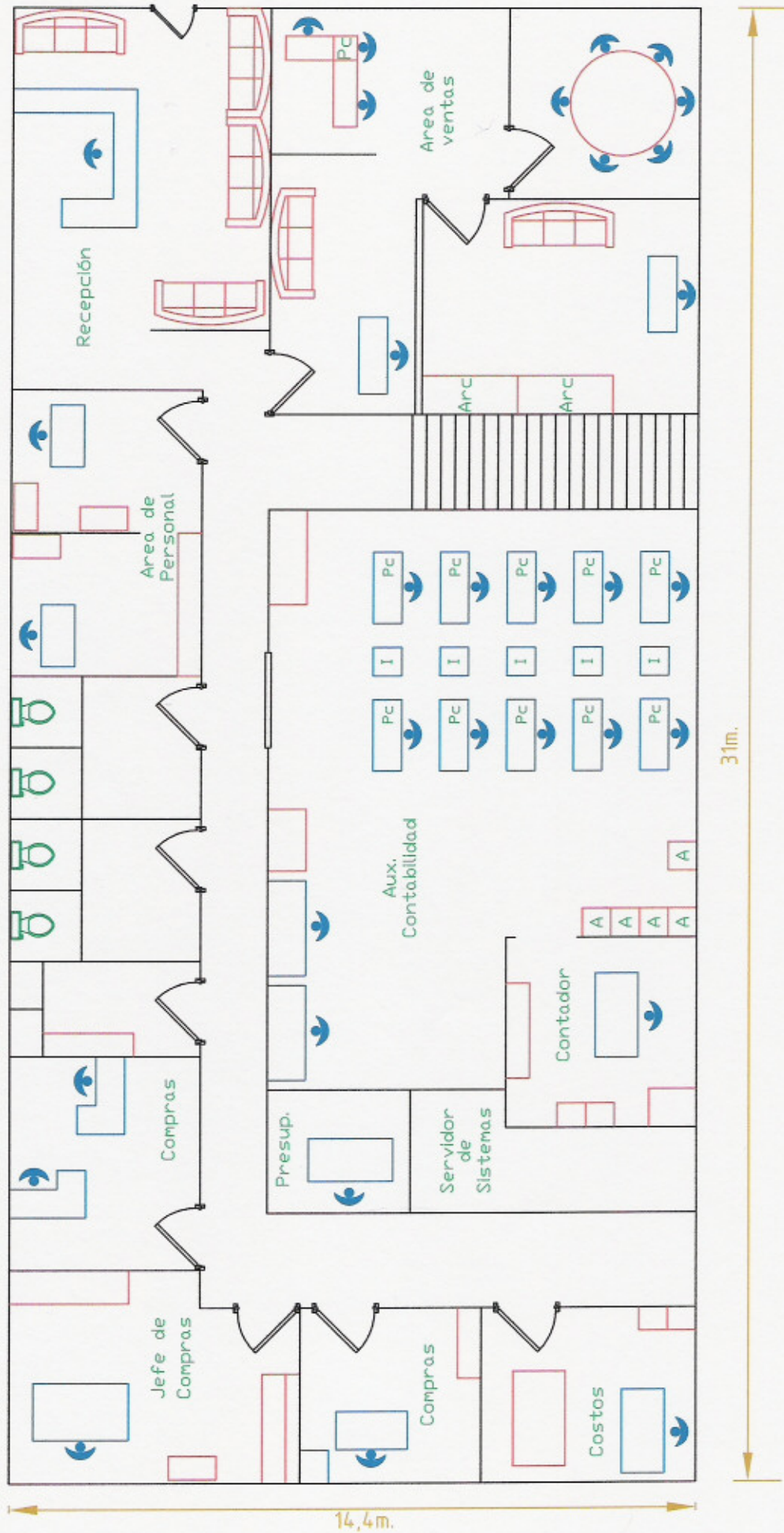
Sobre el apoyo visual a la reunión (proyector, pantalla de video, audio, etc.), se deben tener éstos en soportes con ruedas que permitan su movimiento. Lo mejor es que no existan ventanas para eliminar la luz exterior y la distracción, pero si las hay, deben tener cortinas o persianas. Y en cuanto a las presentaciones, la luz no debe quedar completamente apagada, lo mejor es disponer de una luz de atril, independiente del alumbrado general, que permanezca encendida durante las presentaciones.

(Aquí va plano de oficinas 1er piso)

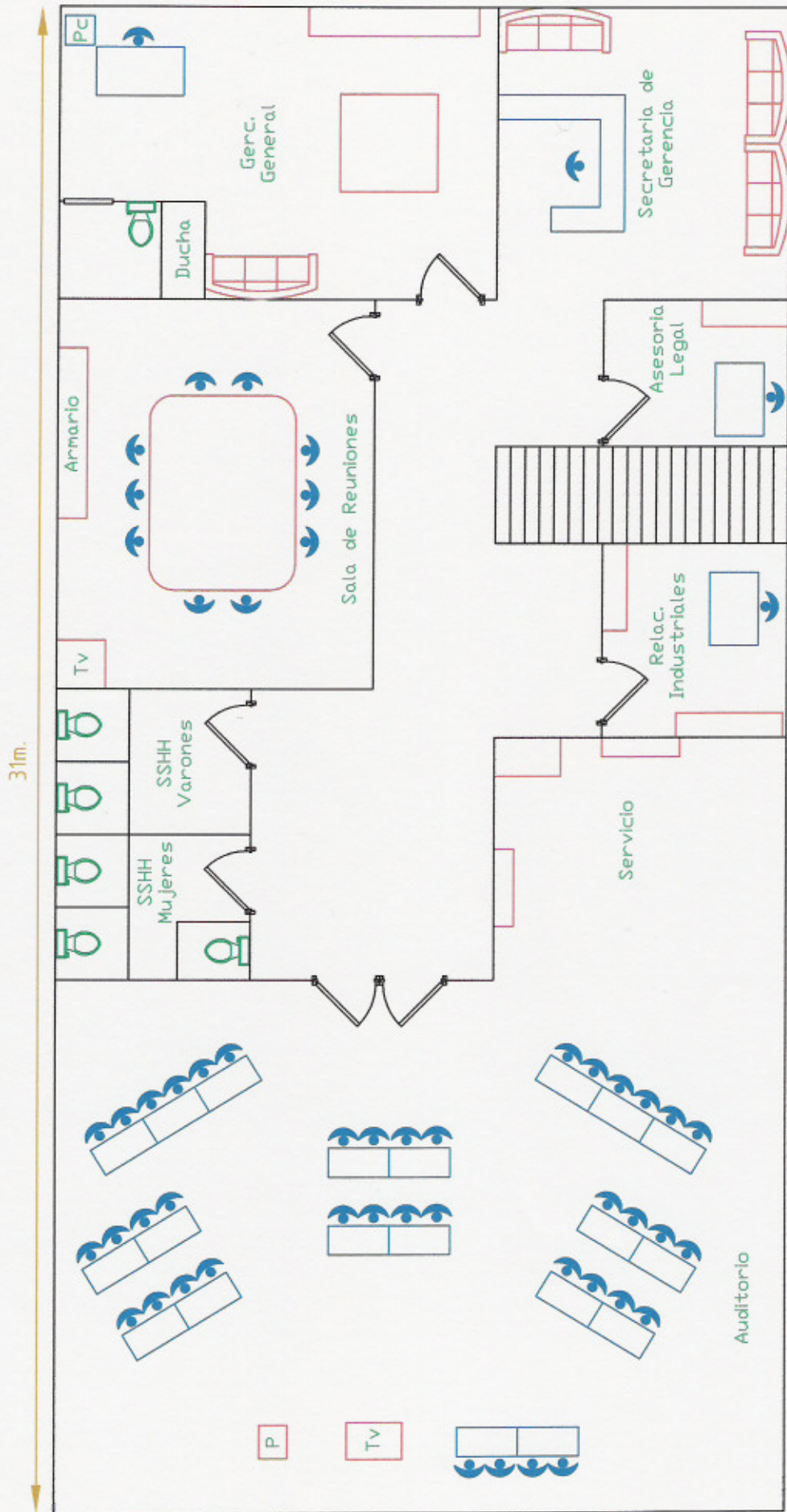
(Aquí va plano de oficinas 2do piso)



Proyecto	Area	Versión	Fecha	Escala
Distribución de Planta - Empresa Textil S.A.	Oficinas A (1er Nivel)	2	18/07/2002	1:125



Proyecto	Area	Versión	Fecha	Escala
Distribución de Planta - Empresa Textil S.A.	Oficinas A (1er Nivel)	2	20/07/2002	1:125



Proyecto	Area	Versión	Fecha	Escala
Distribución de Planta - Empresa Textil S.A.	Oficinas A (2do Nivel)	2	20/07/2002	1:125

CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Ha quedado establecido que la distribución en planta es la integración de toda la maquinaria, materiales, recursos humanos e instalaciones de la empresa, en una gran unidad operativa; que trabaja conjuntamente con efectividad, minimizando los costos de producción y elevando al máximo la productividad.

2. Como consecuencia de lo anteriormente dicho se deduce que de la adecuada planeación y diseño que se realice de la distribución dependerá el buen funcionamiento de los procesos que se ejecuten en la empresa.

3. En la mayoría de casos, la eficiencia de una distribución en planta se puede evaluar en torno a factores como; la inversión de capital requerida para la nueva disposición, su flexibilidad y el costo de manejo de materiales. Estos criterios han sido utilizados a lo largo de este trabajo para alcanzar el diseño final.

4. Existen cuatro tipos de distribución en planta: por procesos, por posición fija, por producto y distribuciones híbridas; la manera como cada empresa lleve

a cabo su producción determinará el tipo que requiere. En esta distribución se ha utilizado la ordenación por procesos con las máquinas agrupadas, atendiendo a operaciones de la misma naturaleza y teniendo una amplia variedad de productos con volúmenes intermitentes de producción.

5. La distribución del área de tejeduría rectilínea es una muestra del tipo de distribución por proceso utilizado; sin embargo, aunque este tipo de distribución es el predominante en todas las áreas de la empresa, la distribución por producto también se aplicó a otras cuantas, como al área de costura, donde se dispuso una ordenación en líneas de producción e incluso se utilizó células de distribuciones híbridas.

6. Las fases de la distribución y los pasos en el proceso de diseño expuestos en este trabajo, conforman un método ordenado y aplicable a la situación de la empresa; que corrobora la importancia y eficacia del planeamiento sistémico de la distribución, como método general a seguir en los proyectos de distribución.

7. El diseñar primero el todo sin preocuparnos de los detalles, es decir, el flujo principal de la distribución sin entrar a la ordenación física dentro de las áreas; nos permite obtener un modelo claro y preciso de la distribución, sin restricciones que puedan limitar nuestra capacidad de diseño.

8. El origen de los datos y su método de obtención constituyen el punto más crítico del proceso de diseño. Los errores generados en esta etapa suelen hacer fracasar todo el proyecto, por eso la fiabilidad de la información que se procese no debe dejar ninguna duda. Es preferible, en cuanto sea posible, realizar registros de información actual que muestren mejor el funcionamiento y las relaciones actuales de los departamentos de la empresa.

9. El proceso de retroalimentación se da constantemente conforme se va entrando en el detalle de distribución de cada área, esto quiere decir que el diagrama general de conjunto o plano de bloques, hallado en la fase III, no es definitivo y variará, aunque en aspectos mínimos, de acuerdo a las especificaciones de diseño de cada área, nuevos requerimientos encontrados, cambios de último momento en las instalaciones, y en general cualquier otro tipo de factor que incida directamente sobre el diseño de la distribución.

10. El sistema de almacenamiento utilizado en el almacén de hilados proporciona una completa utilización del espacio, clasificando los artículos en el espacio disponible, a la hora de su llegada al almacén. Esto añade como ventaja, tener un control total del stock y una buena accesibilidad para localizar y llegar hasta los artículos necesitados.

11. La distribución de oficinas muestra el efecto que la distribución ejerce sobre las personas, en cuanto a su productividad en el puesto y calidad de

vida. El diseño de planta abierta en oficinas, con un área de trabajo grande, con escritorios modulares y multifuncionales y sin muchas paredes y muros divisorios; es el más apropiado para facilitar la comunicación entre los empleados a la vez que respeta su privacidad.

RECOMENDACIONES

Del trabajo realizado se desprenden las siguientes recomendaciones:

1. En la realización de una distribución en planta no se deben seguir pasos improvisados, por el contrario, se debe contar con modelos y técnicas adecuadas, como el método de planeación sistémica de la distribución; para lograr una eficaz y eficiente organización de cada uno de los factores que intervienen en ella y de esta manera optimizar tanto herramientas, como espacio y dinero.

2. La responsabilidad de una buena distribución no es sólo del ingeniero o diseñador encargado, sino de toda la empresa en su conjunto. Desde el desarrollo del diagrama general de conjunto hasta la elaboración de los planos detallados de distribución, el compromiso y la participación de los miembros de la empresa se hace necesaria e imprescindible para llegar a los resultados óptimos esperados.

3. El equipo del proyecto de distribución debe estar conformado por lo menos por tres personas ajenas a la empresa, que puedan aportar ideas nuevas e innovadoras a los métodos y procesos de la empresa. A menudo el personal de la empresa llega tanto a acostumbrarse a la forma de trabajo, que

le es muy difícil distinguir tareas que se están haciendo mal y percibir mejoras a los métodos de trabajo.

4. No se debe caer en el error de considerar únicamente como objetivo de la distribución el incremento de productividad y la reducción de costos. Es también importante enfocar el diseño que hagamos al factor hombre, una correcta distribución en planta mejorará el nivel de vida de los trabajadores y sus condiciones de trabajo.

5. Un proyecto de distribución es una buena oportunidad para realizar cambios y eliminar costumbres arraigadas en los métodos de trabajo, que perjudican las operaciones. El principal obstáculo para el cambio lo constituyen los propios trabajadores; éste es un momento inmejorable para que junto con la nueva ubicación del área y su ordenamiento físico, se termine con hábitos de prácticas ineficientes.

6. La mejor forma de conseguir el apoyo y participación de todos los trabajadores de la empresa, es hacerlos sentir parte del proyecto. Se debe pedir la opinión e ideas de quienes quieran aportar algo a la nueva distribución. Un método recomendable es disponer de buzones y hojas para recabar sugerencias.

7. Para presentar el diseño de la distribución y convencer a la dirección se debe hacer uso de los mejores medios y tecnología que se disponga. A las clásicas maquetas se pueden agregar simulaciones por computador o planos en tres dimensiones, elaborados en programas como Autocad o Architectural Desktop. No se debe escatimar recursos en la presentación de la distribución, ya que en realidad lo que estamos haciendo es vender el nuevo diseño a los directivos de la empresa.

BIBLIOGRAFIA

1. ÁVILA ACOSTA, Roberto. (1997). **Introducción a la Metodología de la Investigación: La Tesis Profesional**. Ed. Estudios y Ediciones R.A. Lima – Perú.
2. KONZ, STEPHAN. (1987). **Diseño de Instalaciones Industriales**. Ed. Limusa S.A. México.
3. KRAJEWSKI, LEE y RITZMAN, LARRY (2000). **Administración de Operaciones, estrategias y análisis**. Ed. Pearson Educación. México
4. MAYNARD, H. B. (1987). **Industrial Engineering Handbook**. Ed. McGraw-Hill. New York - U.S.A.
5. MUTHER, RICHARD (1982). **Distribución en Planta**. Ed. Hispano Europea S.A. Barcelona - España.
6. REED, RUDELL. (1971). **Localización Layout y Mantenimiento de Planta**. Ed. Crat. México

ANEXOS

	Páginas
ANEXO 1 : Factores para el levantamiento de información	1
ANEXO 2 : Cálculos para hallar la superficie por la fórmula de Guerchet	7
ANEXO 3 : Formatos para la recopilación de información en almacenes	12
ANEXO 4 : Guía para la distribución de pasillos	14

ANEXO 1

FACTORES PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

(Del Capítulo III, Pág. 51)

1. FACTOR MATERIAL

	Tipo	Unidad de Carga	Dimensión			Observación
			l	a	h	
Material de Ingreso						
Material en proceso						
Desperdicios						
Material Terminado						
Reprocesos y rechazos						

Tipo: rollos de tela algodón (M.P) cierres, telas cortadas.

Unidad de carga: 1 bolsa c/rollo, 1 caja c/cierres, 1 paquete c/100 unid.

Dimensión: que sea de la unidad

Observación: estado, peso, especificaciones

2. FACTOR ESPERA

	Tipo	Cantidad de Unidad de carga	Frecuencia	Dimensión Unidad de carga			Elemento Almacenaje	Dimensión		
				l	a	h		l	a	h
Material Entrante										
Puntos de espera en proceso										
Demoras entre dos operaciones										
Productos terminados										
Desechos										
Almacén Máquinas										

3. FACTOR HOMBRE

	Puesto	Sexo	Cantidad	# Turnos	Condiciones
Operarios					
Jefes					

Condiciones: Temperatura, suelos resbaladizos, polvo, vapores, vibraciones, altura del puesto (ergonomía)

4. FACTOR MOVIMIENTO

	Tipo	Dimensiones (m)			Cantidad	Observaciones
		l	a	h		
Rampas						
Transportadores						
Ascensores						
Montacargas						
Vehículos industriales						
Recipientes para material móvil						

5. FACTOR MAQUINARIA

	Tipo	Dimensiones (m)			Peso (Kg.)	Cantidad	Operación	Requer. Especial	Observaciones
		l	a	h					
Maquinaria Producción									
Equipos									
Dispositivos									
Paneles de Control									
Maquinaria de repuesto y/o mantenimiento									

Requerimientos especial: tubería, extracción de gases, protecciones

Observaciones: voladizos

6. FACTOR SERVICIO

Descripción	Tipo	Dimensiones (m)			Cantidad	Observaciones
		l	a	h		
Relojes marcadores						
Área de Descanso						
Paneles de avisos						
Fuentes de agua potable						
Teléfonos						
Altavoces						
Sistema de Seguridad						
Iluminación						
Sistemas de Climatización						

Sistema de seguridad: calefacción, ventilación y extractores

Sistema de climatización: alarmas, sensores

ANEXO 2

CÁLCULOS PARA HALLAR LA SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA SEGÚN

LA FÓRMULA DE P. F. GUERCHET

(Del Capítulo IV, Pág. 84)

Máquina	Largo (mts.) (L)	Ancho (mts.) (A)	Alto (mts.) (H)	N° lados operables (N)
M1	1.68	0.80	2.16	1
M2	1.68	0.80	2.16	1
M3	1.68	0.80	2.16	1
M4	1.68	0.80	2.16	1
M5	1.68	0.80	2.16	1
M6	1.68	0.80	2.16	1
M7	1.68	0.80	2.16	1
M8	1.68	0.80	2.16	1
M9	1.68	0.80	2.16	1
M10	1.68	0.80	2.16	1
M11	1.68	0.80	2.16	1
M12	1.68	0.80	2.16	1
M13	1.68	0.80	2.16	1
M14	1.68	0.80	2.16	1
M15	1.68	0.80	2.16	1
M16	1.68	0.80	2.16	1
M17	1.68	0.80	2.16	1
S1	3.10	1.20	2.25	1

S2	3.10	1.20	2.25	1
S3	3.10	1.20	2.25	1
S4	3.10	1.20	2.25	1
S5	3.10	1.20	2.25	1
S6	3.10	1.20	2.25	1
S7	3.10	1.20	2.25	1
S8	3.10	1.20	2.25	1
S9	3.10	1.20	2.25	1
S10	3.10	1.20	2.25	1
S11	3.10	1.20	2.25	1
S12	3.10	1.20	2.25	1
S13	3.10	1.20	2.25	1
S14	3.10	1.20	2.25	1
S15	3.10	1.20	2.25	1
MT1	3.5	0.5	2.15	1
MT2	3.5	0.5	2.15	1
E1	0.8	0.8	2.05	1
P1	3.8	0.8	2.25	1
P2	3.8	0.8	2.25	1
U1	4.0	1.31	2.12	1
A1	5.10	0.80	2.72	1
A2	5.10	0.80	2.72	1
A3	5.10	0.80	2.72	1
A4	5.10	0.80	2.72	1
A5	5.10	0.80	2.72	1

A6	5.10	0.80	2.72	1
Pc1	7.00	1.10	2.28	2
Pc2	7.00	1.10	2.28	2
Es1	1.60	0.80	0.80	2
Es2	1.60	0.80	0.80	2
Es3	1.60	0.80	0.80	2
A1	1.00	0.40	1.40	1
A2	1.00	0.40	1.40	1
A3	1.00	0.40	1.40	1
A4	1.00	0.40	1.40	1
		Total Altura	112.32 m.	

$$K = 1.65 / (2 \times (112.32 / 53)) = 0.3893$$

CÁLCULO DE LAS SUPERFICIES PARCIALES Y LA SUPERFICIE TOTAL:

Estación	N	S_s (L) x (A)	S_g (S_s)x (N)	(1) $S_s + S_g$	S_e K x (1)	S tot.
E1	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E2	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E3	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E4	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E5	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E6	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E7	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722

E8	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E9	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E10	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E11	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E12	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E13	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E14	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E15	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E16	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E17	1	1.344	1.344	2.688	1.034	3.722
E18	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E19	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E20	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E21	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E22	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E23	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E24	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E25	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E26	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E27	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E28	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E29	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E30	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302

E31	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E32	1	3.72	3.72	7.44	2.862	10.302
E33	1	1.75	1.75	3.5	1.346	4.846
E34	1	1.75	1.75	3.5	1.346	4.846
E35	1	0.64	0.64	1.28	0.492	1.772
E36	1	3.04	3.04	6.08	2.339	8.419
E37	1	3.04	3.04	6.08	2.339	8.419
E38	1	5.24	5.24	10.48	4.031	14.511
E39	1	4.08	4.08	8.16	3.139	11.299
E40	1	4.08	4.08	8.16	3.139	11.299
E41	1	4.08	4.08	8.16	3.139	11.299
E42	1	4.08	4.08	8.16	3.139	11.299
E43	1	4.08	4.08	8.16	3.139	11.299
E44	1	4.08	4.08	8.16	3.139	11.299
E45	2	7.7	15.4	23.1	8.886	31.986
E46	2	7.7	15.4	23.1	8.886	31.986
E47	2	1.28	2.56	3.84	1.477	5.317
E48	2	1.28	2.56	3.84	1.477	5.317
E49	2	1.28	2.56	3.84	1.477	5.317
E50	2	0.4	0.4	0.8	0.308	1.108
E51	2	0.4	0.4	0.8	0.308	1.108
E52	2	0.4	0.4	0.8	0.308	1.108
E53	2	0.4	0.4	0.8	0.308	1.108

					S Total	414.142 m²
--	--	--	--	--	----------------	--

Elementos de Almacenaje	Cantidad	Dimensiones			N° de niveles
		l	a	h	

Elementos de Transporte	Cantidad	Dimensiones			Características	Observación
		l	a	h		

Sistema de Seguridad / Climatización	Descripción	Ubicación	Dimensiones			Observación
			l	a	h	

Otros Elementos	Cantidad	Dimensiones			Características	Observación
		l	a	h		

Cantidad de personas que trabajan por turno _____

ANEXO 4

GUÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PASILLOS

(Del Capítulo IV, Pág. 88)

PRINCIPIOS	DESCRIPCIÓN
1. Hacer los pasillos rectos	Disponer tan pocos ángulos como sea posible y, sobre todo, evitar esquinas ciegas (sin visibilidad)
2. Conservar los pasillos despejados	No permitir salientes de maquinaria dentro de los pasillos, ni equipos, columnas, extintores de fuego o fuentes para beber.
3. Marcar los límites de los pasillos	Marcar en el suelo los límites de los pasillos. Con sólo esto se puede conseguir la ordenación de una distribución confusa
4. Situar los pasillos con vistas a lograr distancias mínimas	Las tablas y diagramas de flujo, y otros medios de análisis de movimientos y proximidad nos dirán donde existen mayor tráfico, es decir, dónde deberán estar los pasillos.
5. Disponer pasillos de doble acceso lateral	Los pasillos situados a lo largo de una pared desnuda, o contra la espalda de una zona, o sea, sólo ofrecen la mitad de su utilidad potencial.
6. Disponer pasillos principales	Usar los pasillos principales para el tráfico de primer orden a través de toda la planta; usar económicamente los sub pasillos para la distribución dividiendo o no por zonas los tipos o elementos del equipo de manejo.
7. Disponer las intersecciones a 90°	Los pasillos que se intersecan en ángulo distinto del recto causan una enorme pérdida de superficie de suelo