

**Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo
Departamento de Ingeniería Industrial**

**CONFECCIÓN DEL CAPÍTULO “DISTRIBUCIÓN
ESPACIAL DE INSTALACIONES” PARA EL LIBRO
DE TEXTO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

**Tesis presentada en opción al título de
Ingeniero Industrial**

Autora: Yisel Acosta Batista

Tutora: MSc. Lidia María Pérez Vallejo

Holguín 2016

PENSAMIENTO

“Es justamente la posibilidad de realizar un sueño lo que hace que la vida sea interesante”.

Paulo Coelho



AGRADECIMIENTOS

*Existen tantas personas a las cuales debo agradecer por haber llegado hasta aquí, que resulta inapropiado mencionarlas una por una por miedo a dejar de nombrarlas. A todas ellas les agradezco infinitamente por haberme apoyado en cada paso en el transcurso de todos los años de estudio y principalmente en estos últimos cinco, tanto en las situaciones buenas, como difíciles y por dedicar parte de su tiempo en brindarme consejos, ayuda y comprensión. A todas esas personas: **Muchas Gracias.***

DEDICATORIA

A mis padres Nelvis y Roberto por su infinito amor, comprensión y ayuda en todo momento y por creer en mí para poder alcanzar mis sueños

A toda mi familia por quererme y apoyarme siempre

A mi pareja Juan Carlos por comprenderme y estar siempre presente en cada instante que lo necesito

A mis amigos por alegrarme los días y estar en las buenas y en las malas

A mis abuelos maternos y paternos por mimarme en cada instante y por sobre todo a mi abuelo Roberto que aunque no esté presente físicamente, siempre creyó

en mí

RESUMEN

En el ámbito universitario de la sociedad cubana actual se acrecienta cada vez más la necesidad de formar un profesional íntegro, que desarrolle la capacidad del estudio independiente para enriquecer los conocimientos que vayan más allá de los tratados en clases. Es por ello que reviste gran importancia contar en estos centros de estudios con bibliografías básicas y complementarias para las asignaturas que se ofrecen en cada carrera, las cuales actúen como soporte del proceso enseñanza-aprendizaje.

En la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, la carrera de Ingeniería Industrial presenta una situación desfavorable con respecto a una de las asignaturas que se imparten en ella. Las insuficiencias se manifiestan en la carencia de un libro de texto básico en la asignatura Distribución en Planta que integre el tema “Distribución espacial de las instalaciones”, lo que constituye el problema profesional a resolver. En correspondencia con lo antes expuesto, la presente investigación se realizó con el objetivo fundamental de desarrollar el capítulo antes mencionado para formar parte del libro de texto básico de la asignatura, ya que la misma no cuenta con un material de estudio que contenga los cuatro temas que se imparten en ella.

A lo largo de la investigación se utilizaron una serie de métodos teóricos y empíricos, entre los cuales se encuentran: análisis-síntesis, histórico-lógico, inducción-deducción, sistémico-estructural, revisión de la literatura especializada de la carrera y de literatura pedagógica, entrevistas informales, encuestas, observación directa, tormenta de ideas y el método de expertos. A través de este último se validó el estado de pertinencia de la estructura y redacción del capítulo confeccionado, concluyéndose que este cumple con los requisitos para los cuales fue elaborado.

ABSTRACT

At the university environment of the current Cuban society grows increasingly the need to form an entire professional that develops the capacity of the independent study to enrich the knowledge that go beyond the treaties in classes. It is therefore very important to have in these study centers basic and complementary bibliographies for the subjects that offer in each career, the which act as support teaching and learning process.

At the University of Holguin "Oscar Lucero Moya", the career Industrial Engineering presents an unfavorable situation with respect to one of the subjects taught in her. The shortcomings are manifested in the lack of a basic textbook in the subject Distribution in plant that integrate the theme "Spatial distribution of installations", which is the professional problem to solve. In correspondence with the before exposed, the present investigation was carried out with the fundamental objective of to develop the chapter before aforementioned to form part of the basic textbook of the subject, since the same doesn't have a study material that containing the four topics that are imparted in her.

Along the investigation were used a series of theoretical and empiric methods, such as: analysis-synthesis, historical-logical, induction-deduction, systemic-structural, revision of the specialized literature of the career and of pedagogic literature, informal interviews, surveys, direct observation, storm of ideas and the method of experts. Through this last one it was validated the state of relevancy of the structure and drafting of the made chapter, which showed that it fulfills the requirements for which it was elaborated.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE EL SISTEMA DE MEDIOS DE ENSEÑANZA Y EL LIBRO DE TEXTO	5
1.1 El sistema de medios de enseñanza como subsistema del proceso de enseñanza – aprendizaje	5
1.2 El libro de texto como un medio esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje	12
1.3 El libro de texto de la asignatura Distribución en planta en la carrera de Ingeniería Industrial	20
CAPÍTULO II. GENERALIDADES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS INSTALACIONES.....	26
2.1 Tipos de distribución en planta	26
2.1.1 Distribución por producto.....	27
2.1.2 Distribución por proceso.....	29
2.1.3 Distribución por posición fija.....	30
2.1.4 Distribución celular o híbrida	31
2.2 Particularidades de la distribución en planta en empresas de servicios	32
2.2.1. Clasificación de los servicios.....	33
2.2.2. Características de la distribución en planta en los servicios.....	34
2.3 Métodos para determinar la distribución espacial de la planta.....	40
VALORACIÓN SOCIAL.....	52
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas a nivel mundial se encuentran transitando por un entorno cada vez más competitivo, por lo que requieren poseer mayores capacidades de adaptación para enfrentar las disímiles exigencias del mercado consumidor y poder subsistir a pesar de las constantes transformaciones producidas en el contexto empresarial.

En este sentido las organizaciones cubanas no quedan exentas de esta realidad, por lo que constituye un elemento esencial para su permanencia en el mundo de los negocios, contar con un capital humano con las competencias necesarias. Es por ello que resulta ineludible tal y como se plantea en el lineamiento 172 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución: “proyectar la formación de fuerza de trabajo calificada en correspondencia con las demandas actuales y el desarrollo del país, para lo cual es preciso corregir las desviaciones que hoy presenta la estructura de la formación de especialistas de nivel superior, técnicos de nivel medio y obreros calificados”.

En este contexto las universidades cubanas, como institución social, juegan un papel crucial en la formación de cada individuo que se desempeña en una determinada organización. “El paradigma de esta radica en brindar a la sociedad un profesional formado de manera íntegra, profesionalmente competente, con preparación científica para aceptar los retos de la sociedad moderna y con un amplio desarrollo humanístico para vivir en la sociedad de esta época y servirla con sencillez y modestia, con los valores como pilar fundamental de su formación”(Ginoris Quesada, 2009).

Para dar cumplimiento a lo anterior, adquiere una connotación importante el proceso de enseñanza-aprendizaje en las universidades, el cual se caracteriza, según Fernández (2000) “por ser un proceso esencialmente interactivo y comunicativo, de intercambio de información, compartiendo experiencias, conocimientos y vivencias, que logran una influencia mutua en las relaciones interpersonales”(Ginoris Quesada, 2009).

Este proceso está integrado por seis componentes: objetivo, contenido, método, medio, formas de organización y evaluación. Entre ellos, los medios de enseñanza juegan un importante rol, ya que “constituyen una parte esencial del proceso de adquisición de conocimientos, hábitos, habilidades y convicciones por parte del estudiante” (González Castro, 1986).

Para la carrera de Ingeniería Industrial, así como para todas en el país, estos tienen un gran significado desde el punto de vista educativo, debido a que propician el correcto desarrollo de las clases. Esta carrera se caracteriza por hacer las cosas del mejor modo posible y de organizar, evaluar y buscar las mejores formas de hacerlas. En ella se preparan profesionales integrales comprometidos con la Revolución, cuya función es la de analizar, diseñar, operar, mejorar y dirigir procesos de producción y de servicios en toda la cadena de aprovisionamiento, transportación, producción, venta, servicios de posventa con el objetivo de lograr eficiencia, eficacia y competitividad; mediante el análisis de las relaciones que se presentan entre los recursos humanos, financieros, materiales, energéticos, equipamiento, información y ambiente; con un enfoque integrador y humanista, donde prevalecen criterios que sustentan los altos intereses del país (Plan de estudio D, 2007).

Para lograr una correcta formación académicamente, el estudiante de esta carrera, adquiere durante sus cinco años de estudio una vasta preparación en diferentes materias a través de los diversos planes de estudio, los cuales “se elaboran en correspondencia con las necesidades sociales existentes en el país, los avances científicos y tecnológicos de la época actual y las particularidades de la profesión en cuestión” (Resolución No.210, 2007).

El actual Plan de Estudio D, constituido por un currículo base, propio y optativo, se estructura de dieciocho disciplinas. Una de estas es Gestión de Procesos y Cadena de Suministros, la cual está integrada por cinco asignaturas bases, dos propias y tres optativas. Entre las asignaturas pertenecientes al currículo base se encuentra Distribución en Planta, impartida en el primer semestre del último año académico de la carrera, tanto en el curso regular diurno como el curso por encuentro como materia integradora de conocimientos precedentes.

La misma ha transitado por disímiles cambios a través de los distintos planes de estudios. Inicialmente estuvo presente en los Planes de Estudio A y B con el nombre de Proyecto de fábricas; luego se eliminó en los Planes de Estudio C y C modificado, para luego ser reincorporada en el Plan de Estudio D como Distribución en Planta. La inestabilidad de esta asignatura originó que los especialistas enfocados en esta área, se orientaran hacia el estudio de otras materias, lo cual trajo como consecuencia para la carrera a nivel nacional, la inexistencia de un material de estudio que integre el sistema de conocimientos que se imparten en ella.

La situación que presenta la materia en cuestión es la siguiente: la bibliografía especializada existente resulta dispersa y escasa y no cumple a cabalidad con los objetivos declarados en el programa analítico de la asignatura, debido a que carece de todo el bagaje de información científica propio para la misma, lo cual dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto para docentes como estudiantes. Esta realidad provoca que en las conferencias se abarque la mayor cantidad de contenidos, resultando poco dinámicas y tediosas por la extensa toma de notas que los estudiantes deben realizar, ya que no cuentan con un libro de texto básico para el estudio y trabajo independiente. En relación al folleto de ejercicios de la asignatura este presenta errores y no contiene ejercicios propuestos y resueltos por cada método que se utiliza para el tema 2,3 y 4, situación que genera que los estudiantes no consoliden lo aprendido con mayor profundidad.

Lo expuesto anteriormente constituye la **situación problemática** que originó la presente investigación y que deriva un **problema profesional** a resolver que se manifiesta en la carencia de un libro de texto básico en la asignatura Distribución en Planta que integre el tema “Distribución espacial de las instalaciones”.

El **objeto de investigación** lo constituye el Sistema de Medios de Enseñanza.

Persiguiendo como **objetivo general** de la investigación: desarrollar el capítulo “Distribución espacial de las instalaciones” para formar parte del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta.

Para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación se proponen los **objetivos específicos** siguientes:

1. Elaborar el marco teórico referencial de la investigación a partir del análisis del sistema de medios de enseñanza como componente del proceso de enseñanza-aprendizaje y el libro de texto como parte de este.
2. Confeccionar el capítulo “Distribución espacial de las instalaciones” para formar parte del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta.

El **campo de acción** es el libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta enmarcado en la “Distribución espacial de las instalaciones”.

Para contribuir a la solución del problema planteado se formuló la **idea a defender** siguiente: la confección del capítulo “Distribución espacial de las instalaciones” como parte del libro de texto básico de Distribución en Planta contribuye a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura.

En el desarrollo de la investigación se utilizan diferentes **métodos teóricos** y **empíricos**, entre los que se encuentran:

Métodos teóricos:

- Análisis - síntesis: en el procesamiento de la información teórica, para desarrollar el análisis del objeto de estudio y campo de acción y en la elaboración de las conclusiones
- Histórico - lógico: para el análisis de los antecedentes y evolución de la carrera y la asignatura Distribución en Planta a través de los planes de estudio
- Inducción - deducción: útil para determinar la relación del sistema de medios de enseñanza con el libro de texto como medio esencial del mismo y su utilización en la asignatura Distribución en Planta
- Sistémico - estructural: para desarrollar el análisis del objeto de estudio y el campo de acción a través de su descomposición en los elementos que lo integran.

Métodos empíricos:

- Revisión de la literatura especializada de la carrera y de la literatura pedagógica, entrevistas informales, encuestas, observación directa y la tormenta de ideas para el análisis de la información
- El método de criterio de expertos para determinar el estado de pertinencia de la bibliografía especializada propuesta.

Para su presentación, esta tesis se estructuró de la forma siguiente: un capítulo I, en el que se expone el marco teórico referencial que sustentó la investigación, un capítulo II donde se desarrollan los aspectos teóricos referentes a la Distribución espacial de las instalaciones, las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, la bibliografía consultada y finalmente, un grupo de anexos de necesaria inclusión, como complemento de la investigación realizada.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE EL SISTEMA DE MEDIOS DE ENSEÑANZA Y EL LIBRO DE TEXTO

El estudio bibliográfico desarrollado en la investigación está dirigido al texto básico como parte del sistema de medios de enseñanza. En el mismo se exponen las distintas definiciones sobre medios de enseñanza, su clasificación, funciones e importancia para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Posteriormente se profundiza en los diferentes conceptos sobre libro de texto como parte de los medios de enseñanza, además de sus características, tipología, componentes, funciones e importancia. Finalmente, se analizan las principales características de la carrera Ingeniería Industrial, la disciplina Gestión de Procesos y Cadena de Suministros y la asignatura Distribución en Planta. En la figura 1.1 se muestra la lógica que fue seguida.

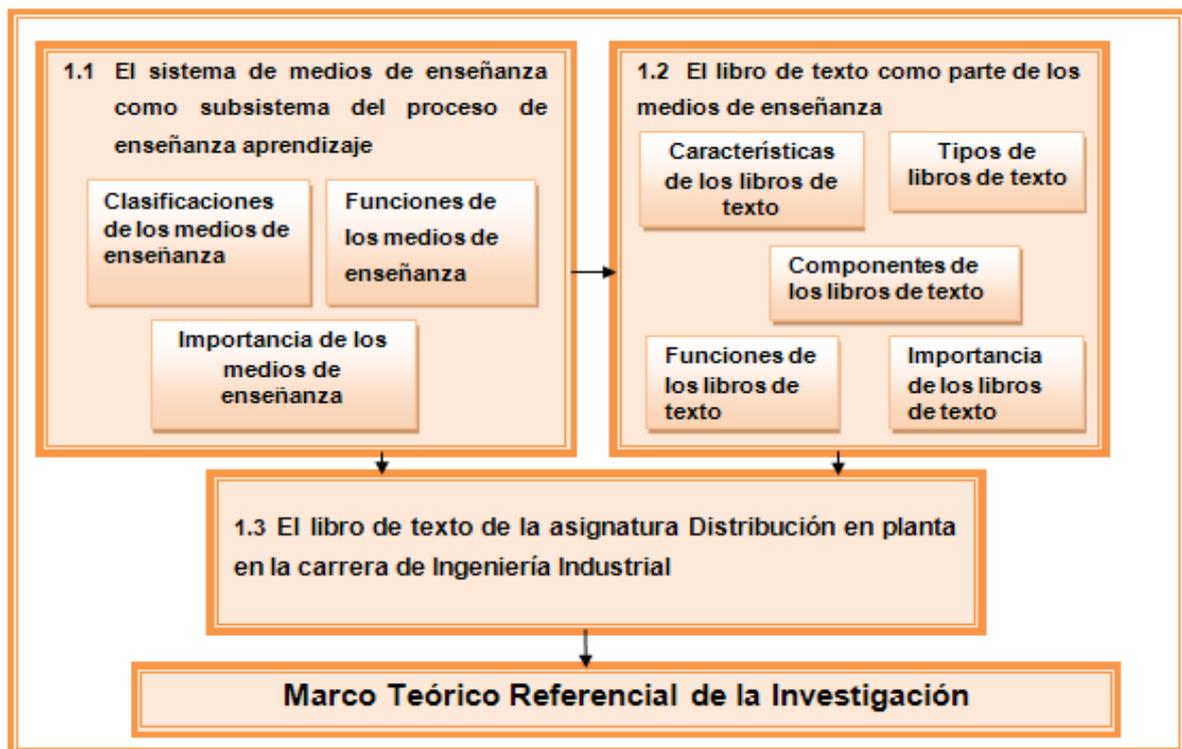


Figura 1.1. Estructura del marco teórico referencial de la investigación

1.1 El sistema de medios de enseñanza como subsistema del proceso de enseñanza – aprendizaje

Para tratar sobre el sistema de medios de enseñanza y aprendizaje, resulta imprescindible abordar acerca el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA), ya que constituye la base de este sistema. Este proceso se caracteriza de formas diferentes, que van desde su identificación como proceso de enseñanza, con un

marcado acento en el papel central del maestro como transmisor de conocimientos hasta las concepciones más actuales en las que se concibe el PEA como un todo integrado, en el cual se pone de relieve el papel protagónico del alumno.

En este último enfoque se revela como característica determinante la integración de lo cognitivo y lo afectivo y lo instructivo y educativo, como requisitos psicológicos y pedagógicos esenciales. Este proceso tiene lugar en el transcurso de las asignaturas escolares y tiene como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del alumno y constituye la vía fundamental para la adquisición de conocimientos, procedimientos, normas de comportamiento y valores legados por la humanidad (García Batista, 2003).

En la figura 1.2 se muestran los componentes que conforman dicho proceso.

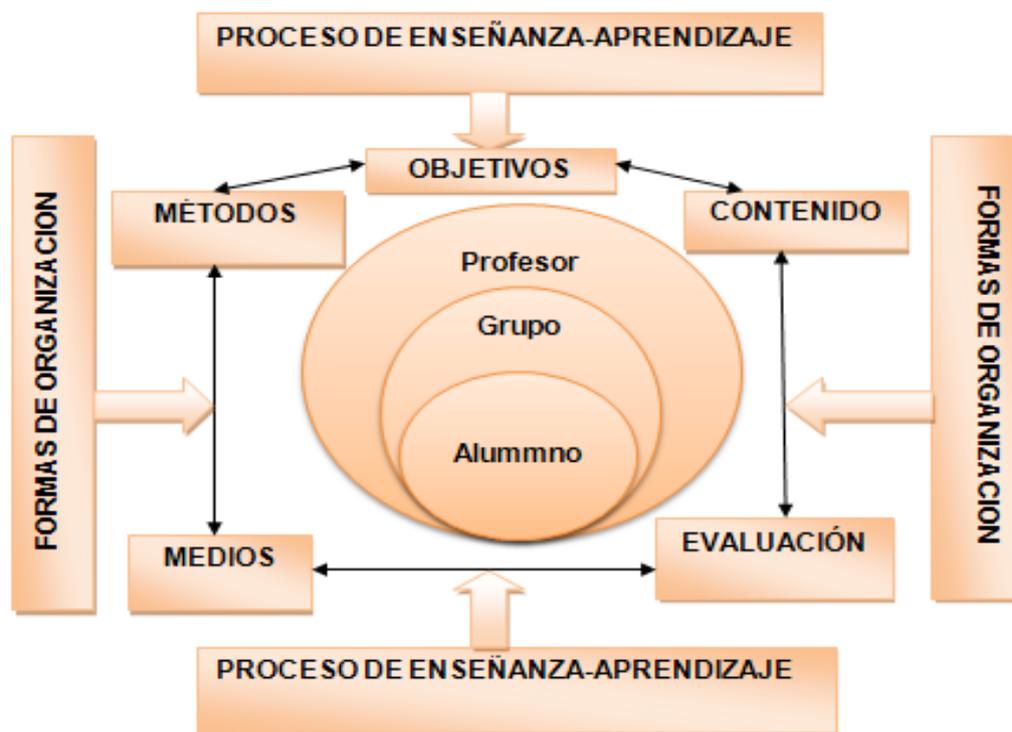


Figura 1.2. Relación de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje. Fuente: Adaptado de Ginoris Quesada (2009)

Con respecto a estos, Addine Fernández (2004) plantea: “el objetivo son los propósitos y aspiraciones que durante el proceso se van conformando en el modo de pensar, sentir y actuar del estudiante, el contenido es aquella parte de la cultura y experiencia social que debe ser adquirida por los estudiantes y se encuentra en dependencia de los objetivos propuestos, el método es el elemento director del proceso, responde a ¿cómo desarrollar el proceso?, ¿cómo enseñar?, ¿cómo aprender?, representa el sistema de acciones de profesores y estudiantes, como

vías y modos de organizar la actividad cognoscitiva de los estudiantes o como reguladores de la actividad interrelacionada de profesores y estudiantes, dirigidas al logro de los objetivos, el medio es el componente que establece una relación de coordinación muy directa con los métodos, representando el “con qué” desarrollar el proceso, la forma de organización refleja las relaciones entre profesor y estudiantes en la dimensión espacial y temporal del proceso y la evaluación responde a la pregunta ¿en qué medida? han sido cumplidos los objetivos del proceso de enseñanza - aprendizaje”.

El trabajo de diploma se centra en el estudio de la cuarta categoría, visto como sistema de medios de enseñanza. Antes de tratar sobre el sistema de medios de enseñanza resulta de gran importancia responder a las siguientes interrogantes: ¿qué se entiende por sistema? y ¿qué es un medio de enseñanza?

Según Pérez Campaña (2008) varios autores abordan la definición de sistema, a continuación se muestran los mencionados por la anterior autora en su investigación:

Maynard (1968) define como sistema “grupo, serie o conjunto de componentes, naturales o artificiales, que forman un todo conexo o complejo”.

Koontz (1973) define a un sistema como “un conjunto de cosas interrelacionadas o interdependientes, de manera que forman un todo complejo. Estos elementos pueden ser físicos, biológicos y teóricos”.

Hernández Cotón (1982) plantea como sistema “conjunto de objetos, fenómenos y relaciones, cuya interrelación producirá la aparición de nuevas cualidades no inherentes a los componentes aislados que constituyen el sistema. El sistema posee nuevas cualidades no implícitas en los componentes que lo forman”.

Carnota Lauzán (1987) plantea un “sistema es el conjunto de elementos, propiedades y relaciones que perteneciendo a la realidad objetiva, representan para el investigador el objeto de estudio o análisis. Un sistema es un todo, y como tal es capaz de poseer propiedades o resultados que no son posibles hallar en sus componentes vistos de forma aislada (efecto sinérgico). Todo este complejo de elementos, relaciones y resultados se produce en determinadas condiciones de espacio y tiempo”.

Uriegas Torres (1987) y Hicks (1989) definen a un sistema como “el conjunto de elementos que actúan en forma coordinada para la consecución de objetivos determinados”

Cuervo (1994) precisa que “un sistema está constituido por una serie de dos o más elementos de cualquier clase (conceptos, ideas, objetos, personas), cumpliéndose que cada parte influye sobre el todo pero de forma aislada respecto a los demás componentes del sistema. Además, cada posible subsistema tiene las mismas propiedades que el sistema que lo contiene”.

Las definiciones anteriormente mencionadas coinciden en que un sistema es un conjunto de elementos y componentes relacionados entre sí que forman un todo complejo, sin embargo no todas ellas abordan sobre las características de un sistema, ni sobre lo que persigue lograr. Frente a estas inquietudes Pérez Campaña (2008) realizó un análisis de las definiciones antes expuestas y concluyó que un sistema es un “conjunto natural o artificial de elementos, propiedades y relaciones que pertenecientes a la realidad objetiva, actúan de forma coordinada para lograr un fin u objetivo. Cada parte o subsistema posee las mismas propiedades del sistema, influye sobre el resto y de esta interrelación surgen nuevas propiedades que no poseen los elementos por separado. El sistema está delimitado por factores biológicos teóricos o físicos y su existencia está asociada a condiciones de espacio y tiempo”.

Con esta definición la autora de la presente investigación posee total acuerdo, ya que se plantea un concepto amplio de sistema, el cual integra cada una de las particularidades que lo componen y lo caracterizan.

En el caso de las definiciones acerca de medios de enseñanza (ME), existe un amplio espectro de opiniones de diversos pedagogos, tales como: (Mattos, 1973; Klingberg, 1978; Gimeneo, 1981; Escudero, 1983; García Galló, 1983; Araújo y Chadwick, 1988; Colom, Sureda y Salinas, 1988).

Algunos de estos autores los definen en un sentido más restringido cuando solo los describen como medios visuales y dejan fuera de ellos a los medios sonoros y de laboratorios, a las computadoras y los software correspondientes (González Castro, 1986).

Otros se centran en lo cognitivo, la transmisión de información o la comunicación, descontextualizando su relación con las categorías didácticas o sin reconocer de manera explícita el carácter científico de su utilización por el docente, y otros lo consideran en sentido amplio, acercándolos aún más a la función de los medios de enseñanza y aprendizaje en su concepción como categoría didáctica que depende de los objetivos y el contenido de enseñanza (Ginoris Quesada, 2009).

Este es el caso de Colectivo de autores (1984) que plantean “los medios son los componentes del PEA que sirven de sostén material a los métodos (...), están determinados, en primer lugar, por el objetivo y el contenido, los que se convierten en criterios decisivos para su selección y empleo (...), constituyen distintas imágenes y representaciones (...), abarcan objetos materiales e industriales (...), los cuales contienen información y se utilizan como fuente de conocimiento, (...) contribuyen a que la enseñanza sea activa”.

Por otra parte Berndt, Brost y Zuckert(1975) expresan: “el componente didáctico ME, al igual que el componente método, está determinado, en primer lugar, por el objetivo y el contenido de la educación. El objetivo y el contenido son los criterios decisivos de selección y empleo de los ME. Realmente se cumple el principio de que un ME correctamente seleccionado y empleado, coopera en el proceso de asimilación a precisar el objetivo y comprender más claramente el contenido”.(Klingberg, 1978)

Los ME siempre están unidos con el contenido, sirven para impartir y asimilar la materia de enseñanza e influyen específicamente sobre el PEA. Los ME apoyan la conducción del proceso de aprendizaje por parte del maestro y la autoactividad de los alumnos (Klingberg, 1978).

Por lo antes expuesto, la autora de la presente investigación, coincide con las definiciones anteriores, ya que consideran al ME, no tan solo como un objeto material que apoya a la labor educativa y de aprendizaje del docente y el alumno respectivamente, sino también como una categoría del PEA que su utilización y selección dependen de dos de los restantes componentes de este proceso: objetivo y contenido. El único aspecto negativo a señalar en una de las definiciones antes planteadas es que solo definen a los ME como imágenes, representaciones, objetos materiales e industriales; y no solo se conoce de esa forma, sino también como objetos físicos, siendo el caso de los laboratorios y las aulas especializadas que también son considerados ME.

Ya precisado lo que se conoce como sistema y ME, cabe destacar que el sistema de medios de enseñanza es “aquella combinación de medios de enseñanza y aprendizaje técnico o no, cuya integración produzca un resultado superior a la aplicación aislada o a las combinaciones parciales de sus componentes. Es de la relación entre ellos en la que cada uno se enriquece a sí mismo y acentúa la acción de los demás” (González Castro, 1986). En los ME, el enfoque sistémico tiene el

propósito de reducir al mínimo las dificultades para el aprendizaje y los errores que pueden cometerse para de esta manera elevar la productividad de profesores y estudiantes.

En cuanto a las clasificaciones de los ME existen numerosas: unas atienden a su evolución histórica de acuerdo al desarrollo científico y tecnológico, otras a sus características constitutivas y otras a sus funciones(Ginoris Quesada, 2009). Cada autor que estudia los ME establece la categorización o agrupamiento que más se ajusta a sus puntos de referencia. Cada clasificación tiene sus aspectos positivos y negativos, las cuales pueden ajustarse mejor a una u otra necesidad según el caso(González Castro, 1986).

Varios autores plantean diferentes clasificaciones de ME, como son: (Cubero Allende, 1976; Klingberg, 1978; Llerena Cabrera, 1983; González Castro, 1986).En la presente investigación se expone la clasificación planteada por Colectivo de autores (1984). Esta clasificación tiene la gran ventaja de que es amplia y operativa y posibilita analizar a un mismo medio según diferentes funciones. En la tabla 1.1 se evidencian los cuatro grupos de clasificación con sus respectivos ejemplos.

Tabla 1.1 Clasificación de los medios de enseñanza. Fuente: Ginoris Quesada (2009)	
Clasificación	Ejemplos
Medios para la transmisión y apropiación de la información	Películas, videos, software educativos, grabaciones, libro de textos, manuales, enciclopedias y otras fuentes bibliográficas, objetos naturales y/o conservados, medios planos y tridimensionales
Medios para la experimentación por el estudiante	Máquinas herramientas, instrumentos de laboratorio, computadoras, cámaras fotográficas, videos, grabadoras de sonido
Medios para el entrenamiento	Equipos y programas computarizados, simuladores que requieren habilidades manipulativas
Medios para el control del enseñar y aprender	Incluye desde las variantes de pruebas impresas, hasta el uso de programas de computación para evaluar

La determinación de la función de los ME no solo es posible a partir de la clase, pues están influenciados por el desarrollo social, el objetivo educativo formulado y el contenido de la instrucción general(Obst y Topp, 1965). Además, su empleo de manera científica favorece el desarrollo de la personalidad de los estudiantes(Ginoris Quesada, 2009). En la tabla 1.2 se muestran las diferentes funciones de los medios de enseñanza.

Tabla 1.2. Funciones de los medios de enseñanza. Fuente: Adaptado de Ginoris Quesada (2009)

Funciones	Descripción
Instructiva	Promueven la apropiación de los conocimientos y el desarrollo de habilidades. Permiten estudiar los objetos, fenómenos o procesos de la manera más objetiva posible
Cibernética	Influyen en el estudiante y este llega a ofrecer respuestas, las que provocan un cierto mecanismo de reflejo, que contribuye a regular el proceso de enseñanza- aprendizaje, al permitir conocer las preferencias del estudiante, sus motivaciones o maneras de actuar
Formativa	Influyen en la educación del estudiante, en la formación de sus convicciones y valores, a la vez que favorecen la elevación de su cultura e instrucción, enriqueciendo su visión del mundo y de sí mismo
Lúdica-Recreativa	Favorecen la distracción y el entretenimiento, a la par que se instruye y se educa. Permiten cambios de actividad y en determinados tipos, un descanso físico y mental. En la educación básica favorecen la utilización de juegos
Desarrolladora-Control	Favorecen el desarrollo integral de la personalidad del estudiante. Propician el control, autocontrol y valoración del aprendizaje
Motivadora-Innovadora-Creadora	Correctamente utilizados son poderosos elementos que motivan al estudiante a aprender, lo entusiasman por apropiarse del contenido y crean intereses e inclinaciones

El uso de los ME adquiere una importancia vital para el desarrollo de un adecuado PEA. Sobre la importancia que poseen estos Klingberg (1978) expresa:

- La utilización de los ME facilita al maestro el tiempo de preparación para la clase, porque en ello dispone de las indicaciones de los objetivos y contenidos importantes del plan de enseñanza que tienen una utilidad efectiva de acuerdo con la concepción didáctico-metódica del plan de enseñanza general
- Mediante la utilización de los ME, el maestro se libera temporalmente de tener que exponer la materia. El maestro puede entonces concentrarse intensamente en la conducción del proceso de aprendizaje y darle a los alumnos ayuda, e instrucciones individuales en su actividad
- El empleo pedagógico adecuado de los ME en la clase, eleva la eficacia del proceder metódico del maestro y de su dirección pedagógica, mejora el mecanismo de reacción en el proceso pedagógico, conduce a una mayor variedad metódica en el proceso de enseñanza y reduce el gasto de tiempo para determinados trabajos de preparación.

Dentro de los ME se destaca el libro de texto (LT), el cual es considerado como el material educativo de mayor uso en el PEA de todos los tiempos (Maques Graells, 2005), ya que actúa como complemento de las temáticas y explicaciones magistrales abordadas en clases por parte del profesor, siendo el mediador por excelencia de este. También es considerado como un medio que ayuda al alumno en el aprendizaje y enriquecimiento del conocimiento. En relación a este ME, está dedicado el próximo epígrafe, en el cual se abordan las principales particularidades y características del mismo.

1.2 El libro de texto como un medio esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje

El LT, constituye el ME más utilizado en cualquier país, independientemente de su nivel de desarrollo, tanto por los docentes como por los alumnos (Sánchez Meleán, 2006). Este recurso didáctico, juega un papel fundamental en la sociedad, siendo el encargado conjuntamente con el profesor, de enriquecer mentalmente la conciencia de todo individuo. Para el sistema escolar, la existencia de estos resulta imprescindible para el buen funcionamiento de la actividad docente y la relación profesor-alumno.

Los LT desempeñan un papel fundamental en la educación puesto que estructuran los PEA, tienen una decisiva influencia tanto sobre profesores y estudiantes, siendo no sólo fuente de contenido curricular sino también una exposición organizada en una estructura de un cuerpo de conocimientos, junto a un implícito estilo didáctico (Acero, 2008). Es a partir del LT que se cumple con los propósitos de los programas escolares y planes de estudios, ya que representan el conjunto de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que un alumno debe poseer.

Cuando se habla del LT varias definiciones salen a relucir, pues diversos autores y especialistas han emitido sus criterios al respecto. A continuación se presentan algunas de estas definiciones:

Richaudeau (1981) plantea que el LT "es un material impreso, estructurado, destinado a utilizarse en un determinado proceso de aprendizaje y formación".

González Castro (1986) define al LT como "...el medio principal de enseñanza y educación en el cual se consideran los requisitos necesarios para el nivel de conocimientos, habilidades y hábitos requeridos por los alumnos y que se formulan en los objetivos".

Zuev (1988) define el LT escolar contemporáneo como “un libro docente de masas, donde se expone el contenido de las asignaturas que forman la enseñanza y se definen los tipos de actividades que el programa escolar destina a ser asimilados obligatoriamente por los alumnos, teniendo en cuenta las particularidades de sus edades y otros”.

Selander (1990) comenta que el LT “se puede caracterizar como un estilo de escribir socialmente determinado, enmarcado por su objetivo institucional... La idea básica implícita en el libro de texto es que éste se configura no como algo destinado a presentar conocimientos nuevos, sino a reproducir conocimientos ya sabidos”.

Prendes (1994) en una definición sintética señala que los LT son “... libros editados para su uso específico como auxiliares de la enseñanza y promotores del aprendizaje”.

Hutchinson y Torres (1994) conciben al LT como “un marco o guía que ayuda a los estudiantes a organizar su aprendizaje tanto dentro como fuera de clase. Para los profesores, el libro de texto constituye un material que hace la enseñanza más fácil, más organizada, más adecuada: proporciona confianza y seguridad. Ninguna situación de enseñanza-aprendizaje es completa hasta que tiene su LT relevante”.

Las definiciones antes mencionadas, conceptualizan muy bien lo que se entiende y se conoce por LT. Todas ellas de una forma u otra presentan un denominador común cuando indican que estos ME actúan como auxiliares del PEA tanto para los docentes como los alumnos. Otras cuestiones similares que se evidencian en algunas de estas definiciones son: la estructura de estos y los contenidos que tratan, los cuales están en correspondencia con el grado o año académico y con los objetivos del programa escolar.

Para la autora de la presente investigación resulta muy interesante dos aspectos mencionados en las definiciones de Selander (1990) y Hutchinson *et al.* (1994). En relación con el primero cuando hace referencia a que los LT no están destinados a presentar conocimientos nuevos, sino a reproducir ideas ya sabidas y en cuanto al segundo cuando hace alusión de que ninguna situación de enseñanza-aprendizaje es completa hasta que tiene su libro de texto relevante. Estas particularidades son acertadas debido a que en los LT se exponen conocimientos investigados con anterioridad y lo que se hace es reproducirlos, estructurarlos y abordarlos de la mejor forma posible, de manera que transmitan una idea clara y comprensible para el lector. La segunda disertación resulta muy importante, en todo sistema de

enseñanza debe existir para todas las asignaturas que se imparten bibliografías básicas y complementarias para el correcto funcionamiento de la labor de enseñanza del docente y el aprendizaje del alumno.

Como características básicas y diferenciadoras del LT respecto a otros materiales impresos utilizados en el sistema escolar, Cabero Almenara, Duarte Hueros y Romero Tena (2002) destacan las siguientes: es un instrumento destinado a la enseñanza e instrucción con un fuerte sentido escolar, que incluye teóricamente la información que debe ser procesada por el estudiante supuestamente en un período de tiempo regulado, que posee una configuración de acuerdo a pautas de diseño específicas que persiguen presentar la información de una manera sistemática de acuerdo a principios didácticos y psicológicos que faciliten la comprensión, dominio y recuerdo de la información por parte del estudiante, y que tiende a compartimentalizar los contenidos, tanto diacrónicamente como sincrónicamente.

Desde el punto de vista didáctico, el LT es delimitado como el que concreta las orientaciones del plan de enseñanza y proporciona al maestro sugerencias adicionales esenciales para la planificación y conducción de la clase, ayuda al enriquecimiento del instrumental metódico, transmite al estudiante conocimientos fundamentales, educación e instrucción filosóficas, presenta resúmenes, preguntas, estímulos para el trabajo independiente, impulsos al pensamiento y problemas para resolver (Klingberg, 1978).

Mora (2012) plantea que existen cuatro tipologías de LT, según el presente autor estas son:

El libro de enseñanza: este tipo de libro centra su atención en la enseñanza y por supuesto en el docente, quien es la persona que por definición tradicional asume ese papel. Ofrece un material o contenido totalmente ordenado, acabado y altamente estructurado, sin que exista la posibilidad de incorporar modificaciones o innovaciones durante el transcurso del PEA. Estos libros se centran en informaciones más o menos generales, convirtiéndose para los estudiantes solo en libros de consulta y no en libros de aprendizaje.

El libro de aprendizaje: este tipo de LT está orientado en el proceso del aprendizaje, su énfasis está en el trabajo de los estudiantes. Contiene diversas baterías de preguntas y actividades pensadas para el trabajo independiente. En la mayoría de los casos tales tareas aparecen al inicio o al final de la lección, reservando el cuerpo principal de la misma para el suministro de informaciones que

servirán para responder las preguntas inicialmente planteadas o aquellas que aparecerán al final de ella.

El libro de trabajo: este tipo de libro ha sido producto de las profundas críticas recibidas por los dos tipos de libros anteriores. La idea consiste en que este tipo de LT debe brindar amplias posibilidades de trabajo por parte de los estudiantes mediante preguntas, situaciones problemáticas, indicaciones procedimentales y metódicas, experimentaciones, investigaciones y trabajo de campo, en fin, un compendio de actividades variadas de trabajo, cuyo énfasis estaría centrado en el trabajo cooperativo y colaborativo.

El libro mixto, combinado o híbrido: se trata de un único libro orientado en la enseñanza, el aprendizaje y el trabajo, especialmente productivo e investigativo. Este sería el LT ideal, aquél que pudiese encontrar un equilibrio real entre el aprender, el enseñar y el trabajar dentro y fuera de las aulas de clase. Este debe ser un buen libro para el aprendizaje independiente y autónomo de cada uno de los participantes, permitir al docente y a los estudiantes enseñar al otro desde una perspectiva de interacción socio-didáctica y por último, debe ser un libro que contenga un conjunto de actividades y situaciones problemática que estén orientadas a la indagación, la investigación, el trabajo productivo sociocomunitario y la formación integral del sujeto.

El LT, está integrado por dos componentes los textos y los componentes extratextuales, con relación a estos Zuev (1988) presentó un modelo general, en el cual relaciona los elementos que lo integran como se muestra en la figura 1.2.

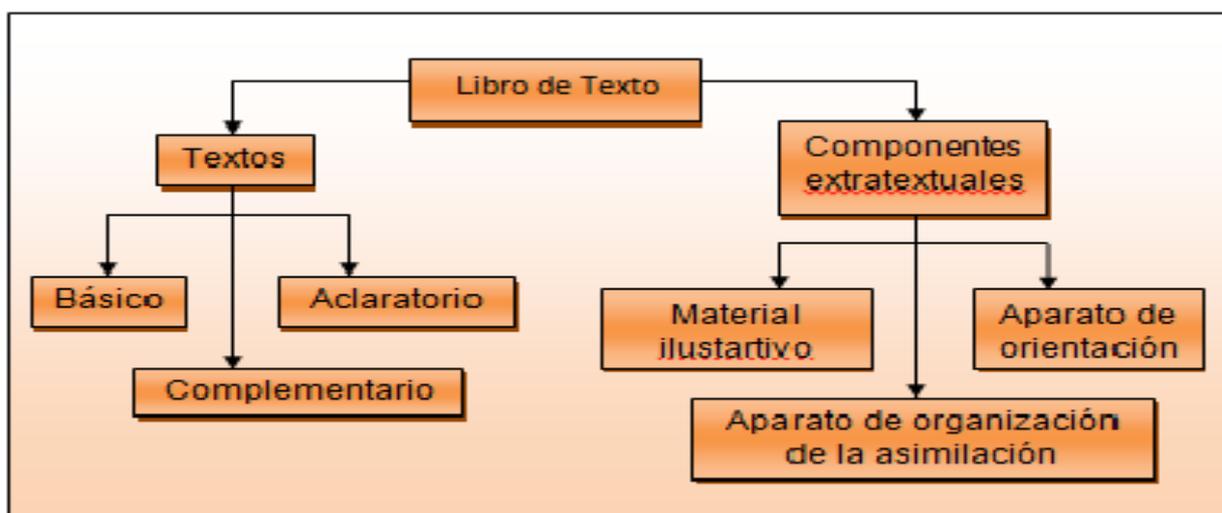


Figura 1.3. Modelo del libro de texto escolar. Fuente: Adaptado de Zuev (1988)

Los textos comportan los conocimientos y actividades que deben ser asimilados por los estudiantes; los componentes extratextuales tienen por función organizar la asimilación del contenido de enseñanza y facilitar su comprensión y uso práctico. A su vez el subsistema estructural texto está compuesto por el texto básico, texto complementario y texto aclaratorio y los componentes extratextuales están constituidos por: el aparato de organización de la asimilación (AOA), el material ilustrativo (MI) y el aparato de orientación (AO). A continuación se abordan las características de cada componente y de sus elementos.

El texto básico: comprende los textos teórico-cognoscitivos y los textos práctico-instrumentales; estos se caracterizan de la siguiente manera:

- Los teórico-cognoscitivos tienen por función dominante la presentación de la información. Sus contenidos son: los términos principales y el lenguaje de una esfera concreta del conocimiento científico que representa una asignatura docente dada; los conceptos claves y sus definiciones; los hechos principales; las características de las leyes fundamentales, las regularidades y sus consecuencias; el reflejo de las teorías principales; las características del desarrollo de las ideas rectoras y de las direcciones perspectivas en una determinada rama del saber; los materiales básicos para formar una actitud emocional-axiológica hacia el mundo; las generalizaciones y valoraciones ideológicas acerca de la concepción del mundo; las conclusiones y el resumen.
- Los textos práctico-instrumentales cumplen una función predominantemente transformadora (aplicación de conocimientos) y sus contenidos son las características de los métodos de actividad necesarios para asimilar el material docente y obtener independientemente los conocimientos; las características de los principios y reglas de aplicación de los conocimientos; las características de los métodos fundamentales del conocimiento en una rama determinada del saber, incluyendo los métodos aplicados; la descripción de las tareas, ejercicios, experiencias, experimentos y situaciones necesarias para deducir las reglas y generalidades para asimilar la información teórico-cognoscitiva; la elaboración del conjunto de ejercicios, tareas, experimentos y trabajos independientes necesarios para formar el complejo de habilidades básicas; las características de las normas ideológicas, morales y estéticas necesarias para la actividad en una esfera dada; las características de las operaciones lógicas y de los procedimientos necesarios para organizar el proceso de asimilación de la información teórico-cognoscitiva; los

resúmenes y las secciones especiales que sistematizan e integran el material docente; los elementos especiales de un texto que sirven para la consolidación e incluso, la repetición generalizadora del material docente.

El texto complementario: tiene por función dominante reforzar y profundizar los postulados del texto básico; sus elementos son: documentos; materiales antológicos; fragmentos de literatura científico-popular y de memorias; descripciones literarias y narraciones; notas o llamadas; información bibliográfica y científica; resúmenes estadísticos, incluyendo tablas; todo género de listas, relaciones, principales rasgos detallados de fenómenos y conceptos que puntualizan el cuadro general de acontecimientos; materiales informativos de carácter complementario (que rebasan los marcos del programa de estudios).

El texto aclaratorio: su función es servir a la comprensión y asimilación completa del material docente permitiendo la organización y realización de la actividad cognoscitiva independiente de los estudiantes. Tiene como elementos: introducción al libro de texto o a sus diferentes partes y capítulos; observaciones, notas y aclaraciones; glosarios; alfabetos; índices; pies de mapas, esquemas, planos, diagramas, gráficos y otros tipos de ilustraciones gráficas; tablas de fórmulas, sistemas de unidades, coeficientes, elementos y resúmenes de normas; índice (relación) de los signos convencionales adoptados en una esfera dada del conocimiento; índice de las abreviaturas usadas en el libro.

El aparato de organización de la asimilación: este por parte del estudiante se inicia por la acción sobre su esfera emocional motivadora; en consecuencia, el autor debe tener en cuenta las necesidades de los estudiantes según su edad, la información y la actividad que para ellos sean importantes, la necesidad de autoafirmación y las tareas de la educación, los componentes del AOA son: las preguntas y tareas, las respuestas a ellas y las tablas generalizadoras y sistematizadoras.

El material ilustrativo: tiene por función reforzar la acción cognoscitiva, ideológica, estética y funcional del material docente sobre el estudiante, para lograr su asimilación. Sus elementos son, entre otros: las ilustraciones (artístico-figurativas, documentales, técnicas, foto-ilustrativas), los dibujos, los esquemas, los planos, los diagramas, los gráficos y los mapas.

El aparato de orientación: hace factible la orientación adecuada a un propósito del estudiante, en el contenido y la estructura del libro, sentando las bases necesarias

para el trabajo autónomo con él; sus elementos son: el prefacio, el encabezamiento, la rúbrica, los señalamientos con caracteres gruesos o en colores, los símbolos-señales, los índices temáticos y onomásticos, la bibliografía y los títulos.

Con respecto a las funciones del LT varios son los autores que tienen una concepción diferente de estas. Las funciones didácticas que le corresponden a estos según Zuev (1988) son:

Informativa: presentación de la totalidad de la información indicada por el programa de la respectiva asignatura

Transformadora: en dos sentidos: reelaboración didáctica de los contenidos y conversión de la actividad puramente cognoscitiva de los estudiantes en actividad transformadora

Sistematizadora: exposición del material docente en una secuencia rigurosa sistematizada, para que el estudiante domine los procedimientos de la sistematización científica

De consolidación y de control: contribución para que los estudiantes se orienten en el conocimiento adquirido y se apoyen en él para realizar la actividad práctica.

De autopreparación: formación en los estudiantes del deseo de aprender y de la capacidad de aprender por sí mismos.

Integradora: ayuda a los estudiantes para asimilar y seleccionar los conocimientos como un todo único.

Coordinadora: aseguramiento del empleo más efectivo y funcional de todos los ME y del uso de medios extradocentes de información masiva.

Desarrolladora y educadora: contribución a la formación activa de los rasgos esenciales de la personalidad armónica y desarrollada.

En sentido general los libros de texto están destinados tanto a la transmisión de información, como a otras funciones no menos importantes en el aprendizaje, estos sirven para organizar y sistematizar el conocimiento, para orientar la autoevaluación, para dirigir la actividad cognoscitiva del estudiante, para mostrar e ilustrar métodos de investigación, impulsan la formación de habilidades en la solución de ejercicios y tareas, contiene la orientación para el estudio individual, el trabajo experimental y la educación del individuo en sentido amplio y además sirve de guía ideológica y educativa para el profesor (González Castro, 1986).

El LT constituye el recurso instruccional fundamental para la educación y principalmente en la enseñanza superior tienen gran importancia, ya que estos permiten (Area Moreira, 1991; Sánchez Meleán, 2006):

- Que el profesor tenga una relación especial con los alumnos en el proceso de enseñanza: la clase deja de ser la magistral tradicional, dictada desde un estrado, que convierte al profesor en un autómatas que transmite información y al alumno en un ávido tomador de apuntes, en actitud pasiva. Ahora, la clase, cuando los alumnos tienen entre sus manos un libro guía, puede ser muy diferente, más dinámica, pues ya no existe la premura de informar de todo
- En momentos en que la relación profesor- alumno tiende a acortarse, el LT permite superar con éxito, cualquier hecho no previsto o sobrevenido. Este representa el gran plan de contingencia para alcanzar con éxito el cumplimiento cabal de los objetivos del aprendizaje, ya que el alumno tiene la posibilidad de remitirse al mismo para aclarar cualquier duda
- Ser la fuente principal de consulta para planificar las clases, ya sea que el profesor los siga linealmente o que simplemente le sirvan para hacerse un plan mental de lo que quiere desarrollar en la docencia
- Cumple un alto papel formativo-educativo en los diversos ámbitos de nuestros sistemas educativos, desde la educación inicial hasta la más compleja y especializada actividad de la educación universitaria
- Constituye un medio indispensable para el tratamiento de contenidos intra e interdisciplinarios y es un mediador del PEA.

Planteadas estas argumentaciones sobre la importancia del LT, se evidencia la necesidad que existe de contar con estos medios en cualquier sistema de enseñanza y principalmente en la educación superior, ya que en las universidades es donde se produce en menor manera la lógica de dictar nota por nota los contenidos referentes a una determinada materia. Es en estos centros donde se aspira a que el estudiante desarrolle la capacidad de un mayor conocimiento de los contenidos impartidos en clases a través de la utilización de los LT.

Lo antes expuesto guarda relación con una problemática vigente con respecto a una de las asignaturas que se imparte en la carrera de Ingeniería Industrial (II) en la Universidad de Holguín y a nivel nacional. La asignatura en cuestión es Distribución

en planta (DP), la cual no cuenta con un LT básico que recoja e integre los contenidos que se imparten en ella.

El próximo epígrafe estará dedicado a caracterizar esta asignatura, la disciplina a la cual pertenece y la carrera donde se imparte la misma, ya que esta materia no puede ser vista como una parte aislada y si como un elemento perteneciente a un sistema, en este caso el plan de estudio.

1.3 El libro de texto de la asignatura Distribución en planta en la carrera de Ingeniería Industrial

Históricamente el surgimiento de la II data del triunfo revolucionario del primero de enero de 1959. A mediados del año 1961, los profesores ingenieros José Manuel del Portillo Vázquez, Diosdado Pérez Franco, José Altshuler Gutwert y Edgardo González Alonso, presentan una primera concepción para la creación de una carrera de II, con el objetivo de preparar un ingeniero para la industria, lo cual resultaba imprescindible debido al vertiginoso desarrollo de los planes de industrialización que el país comenzaba a acometer.

En ese momento la existencia de una carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Química Azucarera en la Universidad de la Habana, de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Oriente e Ingeniería Química Industrial en esta última y en la Universidad de las Villas, no eran capaces de dar respuestas a las nuevas necesidades planteadas.

Ante la situación que se presentaba, en noviembre del año 1961, se crea la Facultad de Tecnología de La Universidad de la Habana, con seis escuelas, una de ellas, la escuela de II, con dos departamentos: Unidades Industriales y Organización Industrial. De esa forma, la II surge en Cuba como especialidad en la formación de ingenieros en 1962 como resultado de la necesidad que tenía la Revolución de impulsar la formación de ingenieros que desarrollaran y explotaran eficientemente la creciente y sostenida base productiva que el proceso de industrialización estaba generando.

Esta facultad se convirtió en 1976 en una universidad técnica independiente: el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echavarría (ISPJAE), pasando la hasta entonces llamada escuela, a Facultad de Ingeniería Industrial. En sus inicios, este ingeniero tenía como objetivo fundamental la dirección de los procesos productivos, la explotación y mantenimiento eficiente del equipamiento industrial y la organización de procesos productivos auxiliares.

Actualmente la carrera se estudia además de La Habana, en las provincias de Matanzas, Santa Clara, Cienfuegos, Santiago de Cuba y Holguín, en esta última se comenzó a estudiar en el año 1982.

En el proceso de desarrollo de la carrera, sus planes y programas de estudio se han ido atemperando a los requerimientos modernos del desarrollo de la ciencia y la tecnología y a los cambios del entorno. Entre los elementos relevantes de estas transformaciones se encuentra el uso pionero y sostenido de la computación y la formación sólida en disciplinas tecnológicas y en las técnicas de dirección(Plan de estudio D, 2007).

Caracterizado por estos rasgos generales, el proceso de formación y desarrollo del II ha sido un largo y sostenido trabajo de perfeccionamiento. A partir de 1973 se produce un proceso intenso de reestructuración de los planes de estudio, comenzando a denominarse estos de forma alfabética y donde se logra un proceso de integración, perfección y orden de todo el conjunto de disciplinas. En la tabla 1.3 se manifiesta la evolución de la carrera, con los elementos de mayor relevancia.

Tabla 1.3. Evolución de la carrera Ingeniería Industrial a través de los planes de estudio. Fuente: Ávila Vega (2015)

Plan de estudio	Observaciones
Plan "A" (1973-1976)	Tiene como objeto la rama industrial y en este plan se estrechó el perfil con respecto a los anteriores. La formación en Ciencias Sociales recibe un fuerte impulso, al igual que la preparación militar de los egresados. La preparación en Matemática, Física, Química y asignaturas tecnológicas tiene 1368 h y con la Matemática Aplicada, 1720 h para un 46%.
Plan "B" (1976-1987)	Continúa teniendo como objeto a la rama industrial pero amplió su perfil, dado que por sus conocimientos funcionales fue en realidad ubicado en todas las ramas y sectores, incluyendo los no productivos. En este plan de estudio se eleva la cantidad de horas dedicadas a las asignaturas de ejercicio profesional, que alcanzan 1354 horas para un 32,7 %.
Plan "C" (1987-1991)	Se enfoca en la resolución de problemas ya llegando a los talleres y departamentos. En este plan disminuyen las horas dedicadas a asignaturas básicas, aumentando las dedicadas a las básicas específicas (de 1048 horas en el Plan B, pasaron a 1156 en el C para un 29.8 % del total), en tanto las de ejercicio de la profesión tienen una ligera disminución (de 1354 horas en el B, pasan a 1316 horas en el C, para un 33.9 % del total) y aparecen asignaturas integradoras en cada año (Problemas Prácticos).

Tabla 1.3. Evolución de la carrera Ingeniería Industrial a través de los planes de estudio. Fuente: Ávila Vega (2015)

Plan de estudio	Observaciones
Plan "C" (1991-1999)	Adquiere una visión integral en la gestión de los procesos, así como en el diseño, análisis y optimización de los sistemas empresariales. En este plan se conciben una serie de transformaciones en los enfoques con una mejor definición de objetivos generales, concepción de las disciplinas e integración de los componentes organizacionales del proceso docente – educativo.
Plan "D" (2007- actualidad)	Posee un perfil amplio, se enfoca en proyectar o mejorar los sistemas Hombre-Máquina-Materiales-Finanzas- Información-Medio ambiente, para lograr eficacia-eficiencia-competitividad. El egresado de este plan está en condiciones de trabajar en cualquier sistema de producción y servicios como gestor de procesos de cambio.

Entre las bondades que manifiesta el Plan "D" para el desarrollo de la carrera se pueden mencionar las siguientes:

- Denominación de las asignaturas en función de las tendencias internacionales
- Distribución semestral de las asignaturas consecutivamente permitiendo la continuidad en la sistematización de habilidades y el enfoque de proceso
- La aparición de nuevas asignaturas optativas/electivas que enriquecen el perfil del II
- Definición de los valores éticos-políticos morales de las asignaturas, relacionados con las habilidades y modo de actuación
- Clara definición de las habilidades de cada asignatura.

El actual Plan de estudio "D" constituido por un currículo base, propio y optativo, se estructura de dieciocho disciplinas. Una de estas es Gestión de Procesos y Cadena de Suministros, la cual está integrada por cinco asignaturas pertenecientes al currículo base, dos al propio y tres al optativo. Las particularidades de esta disciplina se muestran en la tabla 1.4.

Tabla 1.4. Currículo base, propio y optativo de la asignatura Distribución en Planta. Fuente: Adaptado del Plan de estudio D (2007)

Currículo base				
Asignaturas	Horas clases	Evaluación	Año	Semestre
Gestión de procesos I	48	Examen final	4to	1ro
Gestión de procesos II	64	Examen final	4to	2do
Logística I	48	Proyecto integrador	4to	2do

Tabla 1.4. Currículo base, propio y optativo de la asignatura Distribución en Planta. Fuente: Adaptado del Plan de estudio D (2007)

Currículo base				
Asignaturas	Horas clases	Evaluación	Año	Semestre
Logística II	64	Examen final	5to	1ro
Distribución en Planta	48	Taller integrador	5to	1ro
Currículo propio				
Procesos de servicios	32	Trabajo final	3ro	1ro
Herramientas para la gestión por procesos	32	Trabajo final	3ro	2do
Currículo optativo				
Herramientas estadísticas para la toma de decisiones	32	Trabajo final	3ro	1ro
Sistemas actuales de producción	32	Trabajo final	4to	1ro
Herramientas modernas para la toma de decisiones	32	Trabajo final	5to	1ro

Estas asignaturas se han creado de forma tal, que los contenidos sean tratados de lo general a lo particular y con un enfoque de sistema. El objetivo fundamental de esta disciplina es concebir un egresado capaz de analizar, perfeccionar y operar los sistemas de organización, planificación y control de procesos; así como perfeccionar y ejecutar la gestión logística y de cadenas de suministros garantizando la máxima satisfacción de los clientes y de las exigencias que actúan sobre la empresa. Esta disciplina es eminentemente práctica, está actualizada en correspondencia con el desarrollo científico-técnico y resulta de utilidad para la solución de los problemas y las nuevas condiciones del desarrollo económico-social de nuestro país (Plan de estudio D, 2007).

La asignatura Distribución en planta constituye una de las materias pertenecientes al currículo base de la Disciplina Gestión de Procesos y Cadena de Suministros. Esta asignatura estuvo presente en los Planes de Estudio A y B con el nombre de Proyecto de fábricas; luego se eliminó en los Planes de Estudio C y C modificado, para luego ser reincorporada en el Plan de Estudio D como Distribución en Planta. Se imparte en el primer semestre del último año académico de la carrera tanto en el curso diurno como el curso por encuentro. Se estructura de cuatro temas:

1. El sistema inversionista en Cuba y la Dirección Integrada de Proyectos
2. El Plan general y la localización de instalaciones

3. Factores que intervienen en la Distribución en Planta

4. Distribución espacial de las instalaciones

Es considerada como una asignatura integradora porque recoge varios de los contenidos de asignaturas precedentes tales como: Procesos de servicios, Ingeniería de Métodos, Estudio de tiempos de trabajo, Investigación de operaciones, Gestión de procesos y Logística, lo cual constituye una ventaja para el desarrollo del PEA tanto para el docente como el estudiante. El modo de evaluación de la asignatura es por el desempeño de los estudiantes a través de evaluaciones frecuentes realizadas en los distintos tipos de clases, del desarrollo de dos pruebas parciales y de un taller final donde se comprueba el sistema de conocimientos adquiridos durante la impartición de la misma y la capacidad del alumno para desarrollar un caso de estudio con un enfoque integrador con relación a materias ya vencidas. Para un mejor acercamiento a las tecnologías de la información, la asignatura trabaja con el software WinQSB, Autocad y Logware lo que permite al estudiante desarrollar de manera agilizada los diferentes ejercicios, sin tener que auxiliarse del trabajo manual.

Esta se desarrolla, a través de cinco tipologías de clase: conferencias, clases prácticas, talleres, seminarios y laboratorios. Las cantidades de horas clases correspondientes a cada una de ellas se muestran en la tabla 1.5.

Tabla 1.5. Distribución por temas del fondo de tiempo total. Fuente: Pérez Vallejo (Curso 2014-2015)								
Temas	C	CTP	CP	L	T	PP	S	Total
I	2	-	-	-	-	-	2	4
II	2	2	4	2	-	2	-	12
III	2	4	4	-	-	-	-	10
IV	2	2	4	6	4	4	-	22
Total	8	8	12	8	4	6	2	48h

Actualmente la asignatura, no dispone de bibliografía básica, lo cual imposibilita el correcto desarrollo de la misma tanto para la ejecución de las clases por parte del docente como para el estudio independiente por el estudiante, siendo esto una debilidad para la disciplina y la carrera. La inexistencia de un libro de texto básico para la asignatura está dada en gran parte por la inestabilidad de ella través de los planes de estudios. Lo cual originó que los especialistas de esta materia se orientaran hacia el estudio de otras aristas y por consiguiente, que hoy día, a nivel

nacional no exista para la carrera de II un material de estudio que exponga todos los aspectos referentes a los cuatro temas impartidos en la asignatura.

La situación que presenta la asignatura en cuestión es la siguiente: la bibliografía especializada existente resulta dispersa y escasa y no cumple a cabalidad con los objetivos declarados en el programa analítico de la asignatura, debido a que carece de todo el bagaje de información científica propio para la misma, lo cual dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto para docentes como estudiantes. Esta realidad provoca que en las conferencias se abarque la mayor cantidad de contenidos, resultando poco dinámicas y tediosas por la extensa toma de notas que los estudiantes deben realizar, ya que no cuentan con un libro de texto básico para el estudio y trabajo independiente. En relación al folleto de ejercicios de la asignatura este presenta errores y no contiene ejercicios propuestos y resueltos por cada método que se utiliza para el tema 2, 3 y 4, situación que genera que los estudiantes no consoliden lo aprendido con mayor profundidad.

Para erradicar las insuficiencias actuales, resulta necesario conformar un LT que recoja de forma coherente y organizada cada uno de los temas impartidos en la asignatura. El compendio de la teoría que se expondrá en cada temase hará a partir de la consulta de bibliografías nacionales e internacionales, las cuales cumplan con los requisitos necesarios para formar parte del LT. Para ello contará con cuatro capítulos en los cuales se definirán las principales consideraciones teóricas acerca de las temáticas en cuestión, además de ejercicios resueltos y propuestos, con el propósito de que el estudiante desarrolle las habilidades pertinentes y consolide lo impartido.

Un LT para la asignatura constituirá un gran privilegio para la misma porque facilitará un mejor desarrollo de la docencia impartida por el profesor, ya que este material de estudio servirá como guía para la planificación de las clases. Para el alumno resultará de gran ayuda en el estudio independiente y en la realización de seminarios y trabajos; y para las personas interesadas en el estudio del tema servirá como material de consulta para el análisis de los contenidos.

El capítulo II del presente trabajo de diploma, se dedicará al tema4: "Distribución espacial de las instalaciones".

CAPÍTULO II. GENERALIDADES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS INSTALACIONES

En el presente capítulo se abordan los principales elementos teóricos que abarca la Distribución espacial de las instalaciones. Entre ellos los tipos de distribución en planta que existen, las particularidades de la distribución en planta en organizaciones de servicios y los métodos que se utilizan para determinar la distribución espacial de una planta, los cuales se ejemplifican mediante la elaboración de una serie de ejercicios resueltos y propuestos, con el propósito de permitir una mejor comprensión de la temática. Además, se valida el estado de pertinencia de la estructura y redacción del capítulo, a través del criterio de expertos. El diseño de instalaciones es parte esencial dentro de cualquier empresa, ya que se encarga de planificar la manera más idónea en que el recurso humano, tecnológico, las áreas de trabajo y los lugares de almacenamiento dentro de una unidad productiva y de servicios deben ubicarse. Esta distribución debe obedecer a las limitaciones de disponibilidad de terreno y del propio sistema productivo a fin de optimizar las operaciones de la empresa(García, 2004).

Una correcta distribución de las áreas de trabajo pretende aumentar la eficiencia de las operaciones y de la producción, reducir costos, favorecer los métodos de trabajo, garantizar la seguridad y salud de los obreros y lograr un mejor desempeño de las labores, así como reducir los ciclos de producción, tiempos muertos, trabajo en proceso, número de cuellos de botella o tiempos de manejo de material(Sule, 1994).

2.1 Tipos de distribución en planta

Antes de abordar sobre las diferentes variantes de distribuciones, se hace necesario comprender lo que se entiende por producción. Esta es el resultado obtenido de un conjunto de hombres, materiales y maquinaria (incluye la herramienta y equipo) actuando bajo alguna forma de dirección. Los hombres trabajan sobre cierta clase de material con ayuda de la maquinaria, cambian la forma o características del material o le añaden otros materiales distintos, para convertirlo en un producto(Buffa y Rakesh, 1992).

En cualquier sistema productivo juega un papel importante el factor movimiento el cual se relaciona con los tres elementos que interactúan en la producción (hombres, materiales y maquinarias). Fundamentalmente, existen siete modos de relacionar el

movimiento propio de un sistema productivo en cuanto a estos elementos, las características de cada uno de estos movimientos se muestran en el **anexo 1**.

Según Heizer y Render (2009) existen tres tipos básicos de distribución en planta:

- ✓ Por posición fija
- ✓ Por proceso o función
- ✓ Por producto o en línea

Cuando se combinan técnicas de distribución por proceso y por producto, en la cual se agrupan máquinas para elaborar productos similares, surge la variante denominada distribución celular o híbrida. En la figura 2.1 se muestran estos tipos.

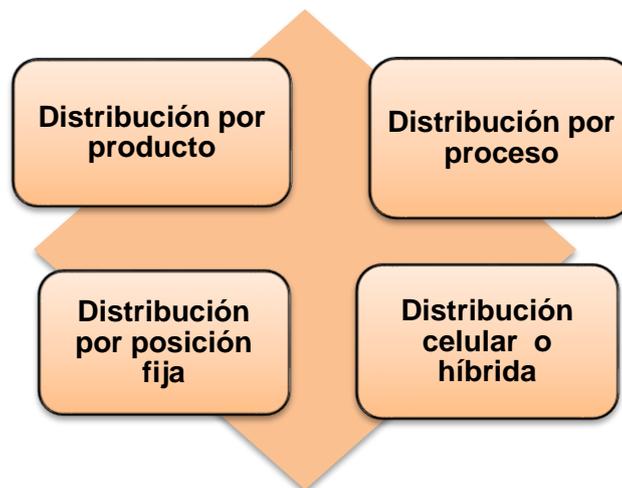


Figura 2.1 Tipos de distribución en planta

La manera como cada empresa lleve a cabo su producción, determinará el tipo que requiere. A continuación, se explican las características y particularidades de cada una de estas.

2.1.1 Distribución por producto

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 secuencial de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados (Muñoz Cabanillas, 2007).

Ejemplos típicos son el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles, el enlatado de conservas, cadenas de lavado de vehículos, centrales eléctricas, manufactura de pequeños aparatos eléctricos: tostadoras, planchas, batidoras; aparatos mayores: lavadoras, refrigeradoras, cocinas; equipos electrónicos:

computadoras, equipos de discos compactos (Muñoz Cabanillas, 2007; Salas Bacalla, 2008b).

El flujo de materiales en este tipo de distribución puede seguir una línea recta o cualquier otra ruta. Esto depende, del espacio disponible, de otras operaciones dentro de la misma planta, la supervisión necesaria, requerimientos de manipulación de materiales y la ubicación de operaciones secundarias. Las más usuales aparecen en el esquema siguiente:

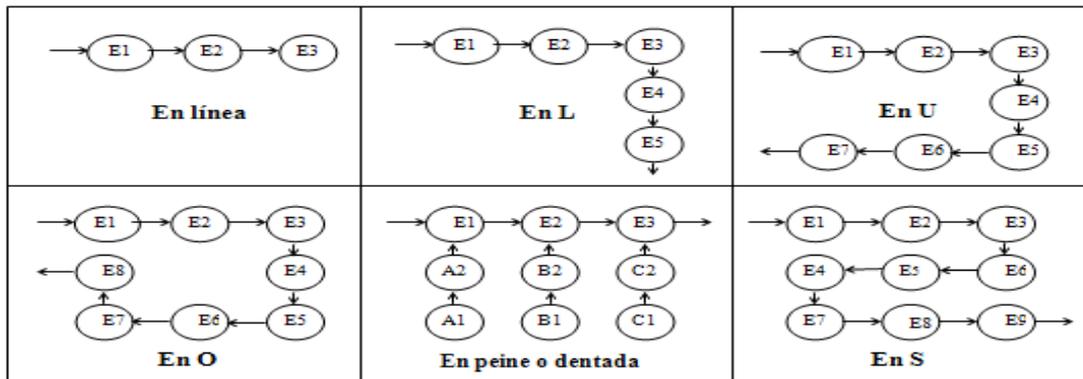


Figura 2.2 Formas más habituales de la distribución en planta por producto.

Fuente: (Gómez Figueroa, Diéguez Matellán, Negrín Sosa y Pérez Gosende, 2007)

Existen dos tipos de distribuciones orientadas por producto: línea de fabricación o producción y línea de ensamblaje o montaje, en el **anexo 2** se representan las especificidades de cada una de ellas, así como las representaciones gráficas de las mismas.

Algunas de las ventajas y desventajas que presenta este tipo de distribución según Muñoz Cabanillas (2007) son:

Ventajas

- El trabajo se mueve siguiendo rutas mecánicas directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación
- Menor manipulación de materiales debido a que el recorrido es más corto sobre una serie de máquinas sucesivas, contiguas o puestos de trabajo adyacentes
- Estrecha coordinación de la fabricación debido al orden definido de las operaciones sobre máquinas contiguas. Menos probabilidades de que se pierdan materiales o que se produzcan retrasos de fabricación
- Tiempo total de producción menor. Se evitan las demoras entre máquinas
- Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y en el tránsito entre estas.

Desventajas

- Elevada inversión en máquinas debido a sus duplicidades en diversas líneas de producción
- Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo porque las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares, como en la disposición por proceso
- 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
- Mayor peligro de que se pare la producción si una máquina sufre una avería.

2.1.2 Distribución por proceso

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 (Muñoz Cabanillas, 2007). Ejemplos de esta distribución se presenta tanto en empresas productivas como de servicios, en el **anexo 3** se muestra una representación gráfica de la distribución por proceso en sus dos variantes.

Muñoz Cabanillas (2007) plantea que algunas de las ventajas y desventajas que presenta este tipo de distribución son:

Ventajas

- 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 cual proporciona mayores incentivos individuales
- Las averías en la maquinaria no interrumpen toda una serie de operaciones. Basta trasladar el trabajo a otra máquina si está disponible
- Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento

Desventajas

- 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

- La falta de disposiciones compactas de producción en línea y por lo general, el mayor esparcimiento entre las unidades del equipo en departamentos separados, significa más superficie ocupada por la unidad de producto
- Sistemas de control de producción mucho más complicado y falta de un control visual

2.1.3 Distribución por posición fija

Se trata de una distribución en la que el producto o la infraestructura que se debe elaborar no se desplaza, sino que los insumos, la mano de obra, las herramientas y la mayoría de los equipos y maquinarias se dirigen hacia un sitio específico a fin de darle al producto el acabado final (García, 2004). Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y solo se producen pocas unidades al mismo tiempo (Muñoz Cabanillas, 2007).

Ejemplos de este tipo de distribución son los siguientes (Gómez Figueroa *et al.*, 2007):

- Proyectos de construcción (edificios, carreteras, diques, puentes, túneles)
- Proyectos de manufactura por posición fija (astilleros, aeronáutica, locomotoras, vehículos espaciales)
- Proyectos múltiples que se realizan en un mismo lugar (agencias de publicidad, estudios de arquitectura, departamentos de I+D, películas, salas de urgencias y quirófanos en los hospitales).

Algunas de las ventajas y desventajas que presenta este tipo de distribución según Muñoz Cabanillas (2007) son:

Ventajas

- Reduce el manejo de piezas grandes, aunque se aumenta el de piezas pequeñas
- Altamente flexibles. Permiten cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente
- No requieren una ingeniería de distribución costosa.

Desventajas

- Ausencia de flexibilidad en el proceso, un simple cambio en el producto puede requerir cambios importantes en las instalaciones
- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta
- Inversión elevada en equipos específicos

- 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.

En el **anexo 4** se muestran las características principales de los tres tipos básicos de distribución en planta. Los elementos que se tienen en cuenta para su caracterización son: producto, flujo de trabajo, mano de obra, personal staff, manejo de materiales, inventarios, utilización del espacio, necesidades del capital y costo del producto.

2.1.4 Distribución celular o híbrida

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 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(Muñoz Cabanillas, 2007).

Existen dos técnicas para crear diseños híbridos: las células de un trabajador con 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 familias de ítems(Barrera Meza, 2011).

Célula de un trabajador con 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(Muñoz Cabanillas, 2007). En el **anexo 5** se muestra una representación de un puesto de trabajo bajo este tipo de distribución.

Célula de 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(Muñoz Cabanillas, 2007). En el **anexo 5** se aprecian

los flujos de producción en un taller antes y después de distribuir por célula de tecnología de grupo.

Algunas de las ventajas y desventajas que presenta este tipo de distribución son las siguientes(Thompkins, White, Bozer y Tanchoco, 2006):

Ventajas

- Mejora las relaciones humanas (en las células, un equipo de trabajadores completa una unidad de trabajo. Estos son entrenados para manejar cualquiera de las máquinas de su célula y asumen de forma conjunta la responsabilidad del resultado de los outputs)
- Disminución de los tiempos de fabricación
- Se facilita la supervisión y el control visual.

Desventajas

- Incremento en el costo y desorganización por el cambio de una distribución por proceso a una distribución celular
- Riesgo de que las células queden obsoletas a medida que cambian los productos y/o procesos.

2.2 Particularidades de la distribución en planta en empresas de servicios

Para conocer acerca de las particularidades de la distribución en planta en empresas de servicios resulta necesario abordar primeramente acerca de las características de los servicios de manera general, con el fin de propiciar una información referente a estos, la cual sirva como base para una mejor comprensión de la temática de distribución en planta en los servicios.

Tradicionalmente los sistemas económicos han estado formados por tres grandes sectores. El sector primario que agrupa todas aquellas unidades que desenvuelven actividades agrícolas, pecuarias y extractivas. El sector secundario constituido por aquellas unidades productoras que se caracterizan por la intensa utilización del factor producción capital, sobre la forma de máquinas y equipamientos (industria automovilística, de equipos electrónicos, de ropas) y el sector terciario que se diferencia de los otros dos por el hecho de que su producto no es tangible, concreto, aunque sea de gran importancia en el sistema (unidades productoras que prestan servicios como los bancos, escuelas, el comercio, las empresas del transporte, el turismo)(Parra Ferié, Negrín Sosa y Gómez Figueroa, 2009).

2.2.1. Clasificación de los servicios

Una de las clasificaciones de servicios más conocida es la planteada por Schmenner (1986), donde habla acerca del grado de interacción y adaptación a los clientes y el grado de intensidad de la mano de obra.

Según este autor, la interacción es alta cuando el consumidor puede intervenir en el proceso y requiere un tratamiento especial y la adaptación es alta cuando la empresa proporciona servicios diseñados para el cliente. En el caso del grado de intensidad de la mano de obra esta se manifiesta de dos maneras:

- Baja intensidad: Organizaciones que requieren de mucho personal profesional o altamente calificado y no requieren de instalaciones, o equipamiento costoso
- Alta intensidad: Organizaciones que no requieren de mucho personal profesional o altamente calificado (en relación al total de trabajadores) y requieren de instalaciones o equipamiento costoso.

Como resultado de estas dos dimensiones el autor antes citado plantea que surgen cuatro tipos de sistemas de prestación de servicios: fábrica de servicios, taller de servicio, servicio de masas y servicios profesionales. Los tipos de organizaciones y ocupaciones que pertenecen a cada una de estas variantes se muestran en el **anexo 6**.

Servicios profesionales: Son los servicios intensivos en mano de obra y con alta interacción y adaptación al cliente. Están abiertos a la retroalimentación y las organizaciones se encuentran dispuestas a modificar el servicio en respuesta de las necesidades del consumidor.

Taller de servicio: Son los servicios altamente automatizados aunque con cierto grado de adaptación. Aunque el taller de servicio está altamente automatizado, es lo suficientemente flexible como para satisfacer a una gran variedad de servicios.

Servicio de masas: Son los servicios con alta intensidad en mano de obra y una baja interacción-adaptación. En estos servicios se utilizan un formato altamente estandarizado y se producen en forma masiva.

Fábrica de servicios: Son los servicios con baja intensidad de mano de obra y baja interacción-adaptación. La mayoría de los restaurantes de comidas rápidas proporcionan un bajo nivel de adaptación e interacción, el cliente debe seleccionar un menú prescrito y la interacción es limitada, aun cuando estos servicios tengan un alto nivel de contacto con el cliente.

Las características principales de los cuatro tipos de sistemas de prestación de servicios planteados por Schmenner (1986), se definen en el **anexo 7**. Por otra parte Lovelock (2002) analiza otras clasificaciones de servicios, las cuales se exponen a continuación:

- Sistemas que realizan acciones tangibles sobre personas (procesamiento de personas) en los cuales el cliente debe estar presente para obtener el servicio
- Sistemas que realizan acciones tangibles sobre posesiones (procesamiento de posesiones) donde el objeto debe estar presente pero el cliente no necesariamente tiene que estarlo
- Sistemas que realizan acciones intangibles sobre personas (procesamiento del estímulo mental) donde el cliente debe estar presente solo mentalmente
- Sistemas que realizan acciones intangibles sobre posesiones (procesamiento de información) donde la presencia del cliente no es necesaria una vez que se ha iniciado la solicitud del servicio.

En el **anexo 8** se muestran las distintas organizaciones de servicios que se encuentran en cada una de las clasificaciones antes mencionadas.

2.2.2. Características de la distribución en planta en los servicios

Por lo general, las empresas de servicio cuentan con un trato más directo con el cliente, en ocasiones la presencia de este en las instalaciones es indispensable para que el servicio pueda realizarse; esto hace que con frecuencia el énfasis de la distribución se ponga más en la satisfacción y comodidad del cliente interno y externo que en el propio desarrollo de las operaciones del proceso. En estas empresas la comodidad durante el servicio y la apariencia atractiva de aquellas áreas en contacto directo con los clientes constituyen objetivos a añadir para la consecución de una buena distribución en planta (Gómez Figueroa *et al.*, 2007).

A continuación se detallarán las particularidades que respecto a la distribución en planta requieren algunos servicios.

Distribución 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, telefónicas y por ordenador. 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(Vallhonrat y Corominas, 1991). Entre los factores a considerar en la distribución de oficinas se encuentran(Muñoz Cabanillas, 2007):

Proximidad: 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. Una manera de cumplir con este factor es intentar maximizar la proximidad de los trabajadores cuyas funciones requieren una interacción frecuente.

Privacidad: el aislamiento en determinadas ocasiones de las oficinas resulta vital para las organizaciones, debido a que las perturbaciones externas y el hacinamiento pueden perjudicar el rendimiento del trabajador. Los trabajadores pueden reaccionar de formas distintas dependiendo de la labor que hagan, algunos se pueden sentir favorables a trabajar en oficinas abiertas, mientras que otros pueden responder negativamente al sentir que pierden control sobre su privacidad

Entre los tipos de distribución de oficinas se encuentran: distribución convencional, distribución panorámica y distribución de planta abierta(Muñoz Cabanillas, 2007). A continuación se describen las particularidades que expone el presente autor de cada una de estas.

Distribución convencional: las distribuciones convencionales incluyen oficinas cerradas para las jerarquías superiores y abiertas para todos los demás empleados, 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.

Distribución panorámica: en este tipo de distribución 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 utilizan 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.

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 forma y tamaño

Las representaciones gráficas de cada tipo de distribución de oficinas se muestran en el **anexo 9**.

Algunos de los aspectos de vital importancia a considerar en el layout de oficinas según Padrón Robaina (2013) son:

- Los trabajadores dentro de los grupos de trabajo que mantengan contactos frecuentes entre sí, así como determinados grupos que interactúan frecuentemente entre ellos, se han de disponer en puntos próximos
- Algunos trabajos se realizan mejor en oficinas privadas, mientras que otros, como procesamiento rutinario, se realizan mejor en áreas abiertas
- Los pasillos deben diseñarse de tal forma que todas las oficinas sean accesibles, y eviten un alto tráfico de personas por delante de las oficinas privadas
- Las instalaciones y equipos compartidos como ordenadores, archivos, copiadores deben tener un acceso cómodo para sus usuarios
- Las oficinas individuales deben reflejar el estatus del trabajador normalmente a través del tamaño, localización, espacio y/o existencia de ventana a exterior
- Algunas empresas, sobre todo aquellas que suministran servicios profesionales necesitan una sala de conferencias.

Distribución de comercios

En las organizaciones de ventas (tiendas, supermercado, grandes almacenes) el objetivo del layout consiste en maximizar el beneficio neto que cabe alcanzar por unidad de superficie ocupadas por los géneros o productos expuestos (Martín Peña y Díaz Garrido, 2013).

Cuando se habla de comercio Padrón Robaina (2013) manifiesta que se deben tener en cuenta dos variables: ordenación general o modelo de flujo del establecimiento y la distribución del lineal entre varios productos.

Según este autor, la ordenación general o modelo de flujo del establecimiento estudia la distribución de los pasillos y los puntos calientes y fríos.

Pasillos: hay que determinar su número, anchura y disposición (rectangular, angular, circular). La disposición rectangular requiere instalaciones menos costosas y permite disponer de mayor espacio para exponer producto. La angular, permite al cliente disponer de una visión más amplia de los productos y ofrece un ambiente de venta más agradable.

Puntos fríos: son aquellos lugares del establecimiento cuyo rendimiento al nivel de ventas está por debajo de la medida general, debido a las circunstancias diversas como la orientación del flujo del público, zonas muy cerca de la entrada y a la izquierda y zonas de poca luz.

Puntos calientes: son los emplazamientos donde la venta de cualquier producto expuesto es mayor por metro de lineal que la venta media del establecimiento (área de parada, cajas registradoras, cabeceras de estanterías).

La segunda variable considera dos aspectos principales: familias del lineal y niveles de exposición.

Familias del lineal: las familias de producto (productos de limpieza, conservas, etc.) pueden presentarse vertical u horizontalmente. Aunque existan defensores de ambos tipos de presentaciones la más utilizada es la vertical por tener mayor grado de visibilidad y comodidad.

Niveles de exposición: existen tres niveles de exposición de los productos en una estantería: nivel de los ojos, niveles de las manos y nivel del suelo. Según diferentes estudios, los productos situados en el primer nivel son los que más posibilidades tienen de venta, después los del nivel de las manos y por último los del tercer nivel.

Con respecto a la distribución física de los comercios existen dos tipos: diseño de cuadrícula y diseño del flujo libre. Las representaciones gráficas de cada una de estas se muestran en el **anexo 10**.

Con respecto a la ordenación global del espacio disponible en los comercios existen seis principios a tener en cuenta según Heizer y Render (1998):

1. Colocar los productos de consumo diario alrededor de la periferia.
2. Colocar en lugares prominentes los productos de compra impulsiva y aquellos con altos márgenes.
3. Suprimir los pasillos que permitan pasar de unas calles a otras sin recorrerlas completamente. En el caso más extremos los clientes podrán seguir tan solo un camino a lo largo de toda la tienda.
4. Distribuir los productos reclamos a ambos lados de una calle y dispersarlos para incrementar la exposición de los artículos adyacentes
5. Usar como expositores los finales de las calles.
6. Transmitir la imagen del negocio a través de una cuidadosa selección de la primera sección a la que se accede.

Distribución de almacenes

El papel de los almacenes en la cadena de abastecimiento ha evolucionado de ser instalaciones dedicadas a almacenar, a convertirse en centros enfocados al servicio y al soporte de la organización. El layout de un almacén corresponde a la disposición de los elementos dentro de este. La distribución interna del mismo debe asegurar el modo más eficiente para manejar los productos que en él se dispongan. Cuando se realiza el layout de un almacén, se debe considerar la estrategia de entradas y salidas del almacén y el tipo de almacenamiento que es más efectivo, dadas las características de los productos, el método de transporte interno dentro del almacén, la rotación de los productos, el nivel de inventario a mantener, el embalaje y pautas propias de la preparación de pedidos (Salazar López, 2012b).

Según Hernández Muñoz (2013) existen una serie de principios básicos de almacenamiento, entre los cuales se encuentran:

1. Ubicación de los productos en el almacén
2. Correcta distribución en planta
3. Utilizar la tercera dimensión
4. Protección del producto contra riesgos potenciales y/o ambientales
5. Mantenimiento de instalaciones
6. Rotación de los productos
7. Control de las existencias
8. Conocimiento de las reglas, principios y documentos normativos
9. Minimizar los costos de almacenamiento
10. Velar por la protección e higiene del trabajo
11. Garantizar la conservación

Sobre el segundo principio, el autor anteriormente mencionado expone: la distribución en planta es la forma en que se colocan las estanterías y estibas en el almacén, pudiendo ser ésta longitudinal (paralela al lado más largo de la zona de almacenamiento) o transversal (perpendicular al lado más largo de la zona de almacenamiento). En el caso de las estanterías para cargas fraccionadas y las estanterías convencionales para paletas, con la distribución en planta longitudinal, se logran por lo general mayores niveles de aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento, sin embargo la misma provoca un aumento de los recorridos de los dependientes y de los equipos de manipulación. Cuando se trata de las estibas directas y las estanterías por acumulación se requiere de un análisis casuístico.

Para una correcta distribución en planta en almacenes se hace necesario conocer las principales áreas que lo conforman, siendo estas las siguientes (Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2006):

Área de recepción: se realizan actividades relacionadas con la recepción de las mercancías y su preparación para el almacenamiento. Su tamaño depende de las características de los productos (cantidad, variedad, tamaño, etc.), la periodicidad de los arribos, entre otras.

Área de despacho: se realizan las actividades de preparación para el despacho y entrega. En ocasiones es aconsejable separar área de preparación y completamiento de pedidos

Área principal: está integrada por el área de almacenamiento y área de pasillos

Área de pasillos

Existen tres tipos de pasillos fundamentales:

- Pasillos de trabajo: generalmente deben tener un ancho de 1 m, si la operación es manual y 1,2 -1,5m si se emplean carretillas. Cuando se utilizan equipos de manipulación e izaje, el ancho del pasillo se determina de acuerdo al tipo de equipo y la unidad de carga
- Pasillos de circulación: deben ser del ancho del equipo, más 60cm de holgura. Si son de doble sentido, el ancho del equipo se multiplica por 2
- Pasillos de seguridad e inspección: se establecen de 60 - 80cm.

Área de almacenamiento: el área de almacenamiento debe estar organizada de forma que se logre su mayor aprovechamiento permisible, manteniendo los pasillos necesarios para la manipulación de las cargas, procurando que estos sean mínimos con relación al área total del almacén. Los productos deben colocarse atendiendo a un orden de clasificación, el cual debe garantizar un lógico y rápido sistema de selección de productos, así como la rotación interna.

La organización de esta área depende del tipo de producto a almacenar:

- Área de productos masivos estibados en bloques
- Área de productos en estantes para paletas
- Área de productos fraccionados

Con respecto a la distribución en planta de almacenes, también resulta importante conocer algunas de las regulaciones que expone la Resolución No. 59 (2004) acerca

del diseño, requerimientos constructivos y ubicación de medios de almacenamiento en estos.

Artículo 7: los almacenes techados en su diseño generalmente son de forma rectangular, orientándose el eje longitudinal del almacén perpendicular a la dirección predominante de las brisas.

Artículo 11: en los almacenes grandes techados deben existir como mínimo 2 puertas de acceso a los mismos, cada una tendrá 2.0 m de ancho y 2.1 m de alto como dimensiones mínimas.

Artículo 14: las ventanas se colocan en las paredes de las fachadas longitudinales del almacén techado de manera que garantice la ventilación natural mínima y la extracción de los gases emanados por los productos y equipos.

Artículo 20: los productos almacenados en estibas en bloque tienen un área máxima permisible de 15 m de largo por 10 m de ancho. Se deja como mínimo una separación entre las estibas en bloques de 1.0 m y entre éstas y las paredes o salientes de las mismas de 0.60 m.

Artículo 22: los pasillos y las puertas de acceso al almacén se deben mantener libres de productos u objetos que obstaculicen o entorpezcan el paso de los equipos de manipulación, izaje, los medios auxiliares de manipulación y el personal directo de los almacenes.

Artículo 31: los almacenes tienen bien definidas las superficies con destino a las diferentes funciones principales del almacenamiento, que deberán señalizarse con líneas pintadas sobre el piso. Estas superficies son: recepción, despacho y estiba directa.

Artículo 34: la estantería de hasta 1.0 m de ancho se adosa a la pared si no obstruye las ventanas o sistemas de ventilación instalados en el almacén.

2.3 Métodos para determinar la distribución espacial de la planta

Este epígrafe tiene como principal objetivo brindar una descripción de los métodos de mayor trascendencia desarrollados en el campo de la ingeniería para la resolución de problemas de distribución en planta. Entre los principales resultados del estudio se encuentra la recopilación de seis métodos, cinco de carácter cuantitativo y uno cualitativo. A continuación se hará un análisis de cada uno de estos.

Modelo lineal de ordenamiento (método húngaro)¹

Este método se usa cuando se está en presencia de una estructura espacial basada en el principio de organización individual de los puestos de trabajo (estructura individual). En correspondencia con esta estructura espacial, las máquinas solo poseen relación con los elementos limítrofes de otros sistemas parciales relacionados con este. Entre las máquinas consideradas no existe acoplamiento funcional alguno (o al menos insignificante).

El punto de partida para aplicar el método es una matriz del gasto del transporte del sistema parcial considerado (Q), que se obtiene al multiplicar la matriz de intensidad de transporte del sistema (I) con la matriz de las distancias (S) como se muestra en la ecuación 1.

$$Q = I * S(1)$$

Una vez obtenida la matriz Q, la solución de ordenamiento se obtiene mediante la consecución de los pasos siguientes:

Paso 1: transformación sucesiva de la matriz Q hasta el paso en que en cada fila y columna de la matriz transformada exista al menos un elemento nulo.

Paso 2: selección, en primer término de aquellos elementos nulos en la matriz transformada que en cada fila y columna posibilitan un ordenamiento único.

Proceso para lograr la transformación:

- 1) Restar de la matriz Q un vector columna formado por el menor valor de cada fila.
- 2) Restar de la matriz resultante un vector fila formado por el menor valor de cada columna.
- 3) Buscar si existe solución óptima (una ubicación para cada instalación).

Si no existe realizar el proceso iterativo siguiente:

- 4) Seleccionar los elementos nulos en aquellas filas de Q transformada que poseen uno solo y tachar los restantes en la columna correspondiente al elemento nulo seleccionado.
- 5) Seleccionar los elementos nulos en aquellas columnas que poseen uno solo y tachar los restantes no tachados en la fila correspondiente al elemento nulo seleccionado.
- 6) Marcar las filas que no tienen asignación, o sea, elementos nulos seleccionados.

¹(Woithe y Hernández Pérez, 1986)

- 7) Marcar todas las columnas que tengan elementos nulos, incluso tachados, en la fila marcada.
- 8) Marcar todas las filas que tengan asignaciones, o sea, elementos nulos seleccionados en las columnas marcadas.
- 9) Trazar una línea vertical por las columnas marcadas y una horizontal por las filas no marcadas.
- 10) Examinar todos los elementos de la matriz no cubierto por las líneas anteriores y seleccionar el menor de ellos.
- 11) Restar este valor a los elementos no cubiertos por las líneas verticales y horizontales de la matriz y sumarlo a los elementos de dicha matriz comprendidos en las intersecciones de estas líneas para obtener una matriz transformada.
- 12) Examinar la matriz y analizar si cumple con la solución óptima. (Si no cumple se repite el proceso).
- 13) Determinar los gastos de transporte inherentes a la solución.

Modelo no lineal de ordenamiento con selección ilimitada de lugares (método triangular)²

Pertenece a los métodos de carácter aproximado o heurístico. Por lo tanto el resultado de su aplicación no puede ser considerado como óptimo, aunque sí como una excelente guía para realizar el ordenamiento de máquinas organizadas espacialmente, según el principio de taller (estructura de taller) y de grupo o red (estructura de grupo). El fundamento de este método es el ordenamiento esquemático de las máquinas o grupos de ellas en los vértices de una red triangular equilátera, de forma tal que el gasto de transporte total del sistema sea mínimo

El método triangular se desarrolla en seis pasos sucesivos. A continuación se detallará su procedimiento.

Paso1: definición y planteamiento de las relaciones entre las unidades estructurales y su cuantía. A partir del programa de producción y del proceso tecnológico se obtienen las relaciones entre las máquinas y su cuantía.

²(Woithe *et al.*, 1986)

Relaciones/unidades		Intensidad de las relaciones (t/mes),(t/turno)
Desde (i)	Hasta (j)	
1	J	I_1
2	J	I_2
n	J	I_3

Paso 2: obtención de la matriz cuadrada orientada de la intensidad de las relaciones entre las unidades estructurales. A partir de la tabla anterior se confecciona la matriz cuadrada de la intensidad de las relaciones entre las unidades estructurales. Esta matriz se forma colocando, tanto en filas (i) como en columnas (j), las diferentes unidades estructurales consideradas.

$i \setminus j$	1	2	n
1	0	I_{12}	I_{1j}
2	I_{21}	0	I_{2j}
n	I_{i1}	I_{i2}	0

Paso 3: obtención de la matriz triangular de las relaciones totales entre las unidades estructurales consideradas. Esta matriz triangular (no orientada) de las relaciones totales se obtiene a partir de la matriz cuadrada anterior, haciendo:

$$I = I_{ij} + I_{ji}$$

I_{ij} – Intensidad de transporte entre las unidades i y j en t/mes, t/turno, etc

I_{ji} – Intensidad de transporte entre las unidades j e i,

Paso 4: obtención de la matriz cuadrada no orientada de las relaciones totales entre las unidades estructurales. Este paso se realiza partiendo de la matriz triangular obtenida en el paso anterior, por un proceso de transposición de los elementos para lograr una matriz cuadrada simétrica donde los elementos de la diagonal principal son ceros. Este proceso se realiza haciendo: $I_{ij} = I_{ji}$

$i \setminus j$	1	2	n
1	0	I_{21}	I_{n1}
2	I_{21}	0	I_{n2}
n	I_{n1}	I_{n2}	0

Paso 5: obtención del orden de asignación de las unidades estructurales a los vértices de la red triangular.

Para realizar este paso se ejecutan una serie de etapas sucesivas como se describe a continuación:

1. Seleccionar la diagonal principal y sustituir los ceros por cruces (x) y agregar una fila (Ne) de ceros.
2. Se busca el número mayor de la matriz, siempre va a aparecer par de veces, hay que escoger la fila que contenga al mayor y que tenga la mayor cantidad de números distintos de cero. Si hay empate, se selecciona la que la suma de los números sea mayor y se pone debajo de la fila Ne.
3. Se halla la fila S_1 (sumar el acumulado que se traía más la fila que se baje).
4. Cada vez que se baje una fila es necesario localizar el mayor valor de la suma, se ve a que columna pertenece y se baja la fila correspondiente con la columna.
5. Se halla la suma, se busca el mayor valor y se repite la operación anterior número + X = X
6. Se finaliza cuando se obtenga una fila donde todos sus elementos sean X.

Al final se tiene el orden de asignación por los números de filas bajadas.

Paso 6: representación gráfica del ordenamiento obtenido en una red triangular equilátera donde el gasto de transporte sea mínimo. Este proceso se realiza por un número de aproximaciones sucesivas, siguiendo el orden de asignación obtenido. En este paso se determina también el gasto de transporte ficticio del sistema a través de la ecuación 2:

$$Q' \text{ total} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m l_{ij} * d_{ij} \quad (2)$$

Q' total: Gasto de transporte ficticio del sistema en t*u. g. d/ año.

l_{ij} : Intensidad de transporte entre las unidades i y j respectivamente en t/mes, t/turno.

d_{ij} : distancia ficticia entre las unidades estructurales i y j respectivamente, medida sobre la red triangular o lo que es lo mismo que la cantidad de lados de los triángulos equiláteros que forman la red y que separan la unidad i de la j.

Metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (Systematic Layout Planning)

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Fue desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a

distribuciones de plantas ya existentes, ya sea de servicio o producción(Gómez Figueroa *et al.*, 2007)

Los pasos para la aplicación del método según Padrón Robaina (2013) son los siguientes:

Paso 1: se elabora una matriz de relaciones, también llamada matriz de Muther, donde se recoge la importancia de que dos departamentos estén próximos mediante un código de letra (índice de proximidad).

Valor	Proximidad	Código de línea
A	Absolutamente importante	=====
E	Especialmente importante	=====
I	Importante	-----
O	Ordinariamente importante	-----
U	No importante	
X	Indeseable	~~~~~

Paso 2: de esta matriz de relaciones se obtiene un diagrama de relaciones. En este diagrama los absolutamente necesarios deben localizarse uno al lado del otro o lo más cercano posible y los indeseables deben situarse lo más alejado posible.

Paso 3: se elabora un layout inicial, basado en el diagrama de relaciones ignorando las necesidades y limitaciones de espacio.

Paso 4: se obtiene el layout final ajustando cada departamento a las necesidades y limitaciones del edificio

Método relacional basado en la teoría de redes³

Constituye un método para determinar la posición relativa de las diferentes unidades estructurales (locales, áreas) en el edificio del taller sobre la base de las relaciones deseadas de adyacencia o cercanía de dichas unidades. Tiene sus limitaciones, ya que solo es factible aplicarlo en aquellos casos en que se desee la distribución de diferentes unidades estructurales en el área del edificio del taller a un solo nivel de piso.

Los pasos a seguir para su aplicación son los siguientes:

Paso 1: codificación de las unidades que intervienen en el análisis. Esta codificación se realiza enumerando las diferentes unidades estructurales que intervienen en el

³(Woithe *et al.*, 1986)

análisis sin requerirse ordenamiento previo alguno, incluyendo el exterior como una unidad estructural más a la cual se vinculan relaciones.

Paso2: construcción de la matriz de relaciones entre las unidades estructurales. En el extremo superior para las columnas e izquierda para las filas se ubican las Z unidades estructurales incluidas en el análisis de acuerdo con el código numérico establecido. La diagonal principal de la matriz es cero y las relaciones entre las unidades estructurales se señalan en forma binaria, se coloca un 1 cuando la relación de adyacencia o cercanía es deseada, ya sea por relaciones tecnológicas, organizativas, energéticas, etc. y un 0 cuando la relación no es deseada. El método posee la restricción de que en la matriz de relaciones no puede existir una cantidad de unos (1) superior a cinco en cada fila o columna.

Paso3: construcción de una red plana a partir de la matriz triangular de las relaciones entre las unidades estructurales. Este grafo está compuesto por tres elementos básicos: vértices o nodos (n), ramas o flechas (m) y regiones (f).

Para comprobar la condición de planaridad de una red se aplica el teorema de Euler, el cual plantea que $n-m+f= 2$.

Este paso consiste en representar en la red plana los resultados de la matriz de relaciones. En la red plana los vértices o nodos son las unidades estructurales, las ramas o flechas no son más que las líneas o curvas simples que representan las diferentes relaciones de adyacencia entre las unidades estructurales, las cuales se codifican según la combinación de los números correspondientes de los vértices que estas unen y las regiones son las que están inscritas en el marco de un grupo de flechas, las cuales se identifican con letras de una forma arbitraria. El exterior de una red plana también se considera una región más.

En esta red las líneas o curvas no se pueden cortar en otro lugar que no sean sus vértices.

Paso4: construcción de la red dual a partir de la red plana. Los vértices se convierten en regiones en la red dual y viceversa. Las flechas o ramas permanecen inalterables en su significado y codificación. El proceso siguiente consiste en identificar las nuevas regiones formadas, las cuales deben coincidir con los vértices de la red plana. Este proceso de identificación de las (f) regiones en la red dual se realiza de acuerdo con el número que se repite en todas las ramas que las circunscriben, ya que estas permanecen invariables en la red dual respecto a la red plana.

Paso 5: estructuración de los espacios. En este paso se procede a realizar la distribución en planta de las unidades estructurales según las relaciones que se evidencian entre ellas en la red dual. Puede suceder el caso de que no se cumplan las relaciones, ya que se debe tener en cuenta parámetros como el área que demanda cada local y las dimensiones del edificio.

Método de los momentos de carga⁴

Este método fue elaborado con el objetivo de reducir los retrocesos en el flujo de producción de una serie de productos o piezas que poseen secuencias de elaboración similares, pero no iguales y que su producción se organiza espacialmente según el principio de líneas (estructura en línea).

En correspondencia con esto, la secuencia de ordenamiento de las máquinas y puestos de trabajo en las líneas se determina a través de los siguientes pasos:

Paso 1: recopilación de la información inicial necesaria. Para la aplicación de este método se requiere de la información siguiente:

- Tipos de piezas o grupos de ellas y su secuencia tecnológica de elaboración
- Cantidades anuales de piezas a fabricar de cada tipo o de cada grupo
- Gasto de tiempo de trabajo efectivo necesario para la elaboración de cada pieza o grupo de ellas en cada paso de la secuencia tecnológica.

Esta información se recoge de forma ordenada en una tabla como la siguiente.

		Secuencia de pasos de trabajo (m) en las diferentes máquinas (Nei) con su gasto de tiempo efectivo (tei)							
		m₁		m₂		m₃		m_n	
Piezas	Vp anual	Nei	Tei	Nei	tei	Nei	tei	Nei	Tei
1									
2									
N									

Paso 2: obtención de los gastos de tiempo de trabajo efectivo (te) correspondiente a cada tipo de máquina (Ne) en cada paso de trabajo (m_i) y la intensidad total.

En este paso se suman los gastos de tiempo de trabajo efectivo correspondiente a cada tipo de máquina en cada paso de trabajo, con el objetivo de obtener los gastos de tiempo de trabajo efectivo total para cada tipo de máquina en el paso correspondiente.

⁴(Woithe *et al.*, 1986)

Paso 3: cálculo de las necesidades de máquinas de cada tipo

A partir de los gastos de tiempo de trabajo efectivo total calculado para cada tipo de máquina en los m_n pasos tecnológicos, se determinan las necesidades de máquina de cada tipo, aplicando la ecuación 3.

$$N_e = \frac{t_{iefecttotal}}{t_{fm} * 60} \quad (3)$$

Tiefect total: tiempo efectivo total

Tfm: fondo de tiempo anual disponible del equipo en (h/año)

Paso 4: análisis de los momentos de carga de las máquinas en los diferentes puntos de ordenamiento (pasos de trabajo).

Se calcula el momento de carga (M) resultante de situar la máquina o máquinas en los pasos de trabajo correspondientes a partir de la ecuación 4.

$$M = I * S \quad (4)$$

I: intensidad de carga, medida por la cantidad de piezas a elaborar por la máquina en el período que se considera, en (piezas/año), (piezas/turno), etc.

S: distancia ficticia medida desde cada intensidad a la posición analizada para la máquina en cuestión en unidades gráficas de separación (u.g.s.).

Como regla, cada máquina debe ser ordenada en aquel punto (paso de trabajo) donde la diferencia de los momentos de carga sea cero ($\Delta M = 0$).

En cualquier caso donde la diferencia de los momentos de carga a la izquierda y a la derecha del punto analizado sea diferente de cero ($\Delta M \neq 0$) deberá señalarse en qué sentido predomina el momento resultante. Si a la izquierda ($\Delta M = +$) y si a la derecha ($\Delta M = -$). En estos casos se sitúa la máquina en aquel o aquellos puntos (pasos de trabajo) donde ΔM sea mínimo y se señala con 1 el punto de ubicación elegido y el sentido del momento resultante con una flecha hacia la izquierda o hacia la derecha según sea el caso. En el caso que $\Delta M = 0$ se señala con 1 el punto de ordenamiento elegido y no se coloca flecha alguna.

Los resultados del análisis de los momentos de carga, específicamente de la posición elegida para cada máquina en el paso de producción correspondiente, así como la dirección del momento de carga en cada caso se registran en la tabla siguiente:

$N_e \setminus m_i$	m_1	m_n
N_{e_1}		
N_{e_n}		

Paso 5: fijación del esquema de ordenamiento de las máquinas en la línea. Para decidir de forma definitiva el ordenamiento de las máquinas en la línea se parte de la información de la tabla confeccionada en el paso anterior, aplicando la regla de decisión siguiente: comenzando por el primer paso m_1 y hasta el último m_n , se ordenarán primero las máquinas con flechas con dirección izquierda ($\Delta M = +$), luego las que no posean flecha alguna ($\Delta M = 0$) y por último aquellas con flecha con dirección derecha ($\Delta M = -$). En el caso de que en uno o más pasos de trabajo existan más de una máquina con igual condición, de acuerdo con la regla de decisión anterior, la decisión respecto al ordenamiento de las máquinas que se encuentran en este caso, se tomará mediante un análisis casuístico sobre la base de la magnitud de ΔM y el signo del momento.

Método de los eslabones

Con este método se persigue mejorar la ordenación relativa de los elementos físicos que integran el sistema, a partir de las interrelaciones existentes entre ellos. A ese fin y basándose en las consecuencias de fabricación de los distintos productos, se trata de hallar caminos cortos haciendo que los cruces y retrocesos sean mínimos. Constituye una herramienta que ayuda a una distribución eficiente de equipos, la cual muestre la intervención de estos en cada uno de los procesos evidenciando la importancia y necesidad de la ubicación de ellos dentro del procesamiento de los productos más importantes que maneja la empresa (Becerra Melo, 2006).

Según el autor anterior, para este método es necesario conocer un grupo de elementos:

Unidad de manutención (u.m): es la unidad de medida que se considera en cada estudio para tratar de homogeneizar los diversos materiales. Al establecerla se consideran volúmenes, peso y facilidades de manejo.

Superficie estática (se): es la ocupada físicamente por las máquinas, dadas sus dimensiones.

Superficie de gravitación (sg): es la reservada para los operarios que trabajan en cada máquina y para los materiales que ésta necesita. Se calcula multiplicando (se) por el número de lados accesibles en trabajo: n, a partir de la ecuación 5:

$$SG = n * se \quad (5)$$

Superficie de evolución (sv): es la reservada entre los puestos de trabajo para desplazamientos de personal y mantenimientos. Su valor viene dado por la ecuación 6.

$$SV= k (se + sg) \quad (6)$$

K: coeficiente que varía entre 0,05 -3.

Superficie total (st): se obtiene sumando las tres superficies obtenidas anteriormente a través de la ecuación 7. Esta superficie será la requerida para la sección que se estudia.

$$St =se+sg+sv \quad (7)$$

Pasos para la elaboración del método⁵:

Paso1: hacer un cuadro que muestre para cada producto las estaciones de trabajo sucesivas y los eslabones que ellas forman.

Paso 2: formular un cuadro de doble entrada (media matriz), colocando los puestos de trabajo en un determinado orden en forma horizontal y siguiendo el sentido inverso al hacerla verticalmente.

Paso 3: siguiendo el proceso de cada producto, se van marcando los eslabones en el cuadro de entrada.

Paso 4: se totaliza el número de eslabones que salen o llegan a una determinada estación

Paso 5: se dibuja un reticulado triangular para ensayar la distribución de los puestos de trabajos. Partiendo de la estación con frecuencia más alta de eslabones, alrededor de la cual se colocan las que tienen mayor número de uniones con él, luego los que tienen mayor número de uniones respecto a ellos y así sucesivamente.

Los ejercicios resueltos desarrollados para cada método anteriormente analizado se exponen en el **anexo 11**.

2.4 Validación de la bibliografía propuesta a través del criterio de expertos

Para determinar el estado de pertinencia de la bibliografía propuesta se empleó el método de expertos, el cual fue utilizado para determinar la opinión de distintos especialistas acerca de la conformación de los capítulos que formarán parte del texto básico de la asignatura. A estos se les aplicó una encuesta y el diseño de la misma se muestra en el **anexo 12**. Los especialistas seleccionados fueron siete, los cuales

⁵(Salas Bacalla, 2008a)

imparten la asignatura en las universidades de La Habana, Matanzas, Villa Clara y Cienfuegos y sustentan la categoría científica de máster o doctor en ciencias técnicas. Para validar los resultados de las encuestas aplicadas, se utilizó el software SPSS versión 15.0, con el que se pudo determinar que existe concordancia entre la opinión de los expertos (Coeficiente de concordancia de Kendall=0,81) y que la encuesta utilizada fue fiable para el estudio (Alfa de Cronbach=0,79) por lo que se comprobó que el diseño y contenido de cada capítulo es el adecuado.

VALORACIÓN SOCIAL

Con la realización de la presente investigación se obtienen impactos significativos desde el punto de vista social. El capítulo Distribución espacial de las instalaciones formará parte del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta, lo cual contribuye a la mejora del proceso de enseñanza – aprendizaje en la misma. Estudiantes y profesores contarán con un medio de consulta que integre los contenidos fundamentales de la materia, lo que traerá consigo que las clases se desarrollen con mayor dinamismo. El uso de este facilitará el estudio y trabajo independiente de los estudiantes y servirá de base de referencia para los profesionales, que realicen investigaciones científicas afines al tema.

CONCLUSIONES

1. La revisión bibliográfica permitió determinar los componentes fundamentales del libro de texto para facilitar la comprensión y asimilación del contenido en el capítulo elaborado.
2. La confección del capítulo Distribución espacial de las instalaciones permitió integrar los contenidos del tema y conocer los métodos que permiten determinar la mejor ubicación espacial de los equipos en el proceso productivo y de las áreas que intervienen en una organización.
3. Los ejercicios elaborados responden a las tendencias actuales de la política económica de la sociedad cubana y sirven de guía y ejercitación para la autopreparación de los estudiantes y otros profesionales interesados.
4. Se validó el contenido del capítulo propuesto a través del criterio de expertos, el cual arrojó resultados que permitieron considerarlo apropiado para integrar el libro de texto básico de Distribución en Planta.

RECOMENDACIONES

1. Tener en cuenta los resultados de la investigación para la conformación del libro de texto básico de la asignatura Distribución en Planta.
2. Continuar las tareas pertinentes para la futura edición del libro de texto básico de la asignatura.
3. Ampliar el estudio realizado mediante análisis de software informáticos y su aplicación en los problemas de Distribución en Planta.
4. Extender la experiencia de este trabajo a otras asignaturas impartidas en la carrera que presenten una situación similar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acero, F. (2008). Estructura del libro de texto universitario. Un análisis de textos de Álgebra Lineal.
2. Addine Fernández, F. (2004). *Didáctica: teoría y práctica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
3. Araújo, J. B. y Chadwick, C. B. (1988). *Tecnología educacional. Teorías de la instrucción*. Barcelona: Editorial Paidós.
4. Area Moreira, M. (1991). *Los medios, los profesores y el currículo* Barcelona: Sendai Ediciones.
5. Ávila Vega, A. (2015). *Propuesta metodológica para el diseño curricular de una asignatura. Aplicación parcial en la asignatura Ingeniería de Métodos* (Trabajo de Diploma), Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya, Holguín.
6. Barrera Meza, L. A. (2011). Distribución de Planta disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/Distribución> de Planta
7. Becerra Melo, D. X. (2006). *Propuesta de redistribución de plantas para la empresa Industrias Alimenticias Trigo y Miel LTDA*. (Trabajo de Diploma), Universidad de la Salle, Bogotá.
8. Buffa, E. y Rakesh, S. (1992). *Administración de la producción y de las operaciones*. México: Editorial Limusa.
9. Cabero Almenara, J., Duarte Hueros, A. y Romero Tena, R. (2002). Los libros de texto y sus potencialidades para el aprendizaje. <http://tecnologiaedu.us.es/revistaslibros/public5.htm>.
10. Colectivo de autores. (1984). *Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
11. Colom, A., Sureda, J. y Salinas, J. (1988). *Tecnología y medios educativos*. Madrid: Editorial Cincel.
12. Cubero Allende, J. (1976). La selección y la planificación de los medios de enseñanza. *Revista sobre Educación Superior*.
13. Escudero, J. M. (1983). Nuevas reflexiones en torno a los medios para la enseñanza. *Revista de Investigación Educativa*.
14. Everet, A. y Ebert, R. (1992). *Administración de la producción y las operaciones* (4ta ed.). México: Editorial Prentice Hall Internacional.
15. García Batista, G. (2003). *Compendio de Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

16. García, F. A. (2004). Distribución de planta
17. García Galló, J. (1983). *Papel del profesor en la educación comunista de los estudiantes*. (II Jornada Científica), Instituto Superior de Ciencias Médicas de Villa Clara.
18. Gimeneo, J. (1981). *Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículo*. La Habana: Editorial Félix Varela.
19. Ginoris Quesada, O. (2009). *Fundamentos didácticos de la Educación Superior Cubana*. La Habana: Editorial Félix Varela.
20. Gómez Acosta, M. I. y Acevedo Suárez, J. A. (2006). *La logística moderna en la empresa*. La Habana: Editorial Logicuba.
21. Gómez Figueroa, O., Diéguez Matellán, E. L., Negrín Sosa, E. y Pérez Gosende, P. A. (2007). *Localización y distribución en planta de instalaciones de producción y servicios. Apuntes para un libro de texto*. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
22. González Castro, V. (1986). *Teoría y práctica de los medios de enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
23. Heizer, J. y Render, B. (1998). *Production and operations management*: Editorial Allyn and Bacon.
24. Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (7ma ed.): Editorial Pearson Educación.
25. Hernández Muñoz, R. F. (2013). *Logística de almacenes*.
26. Hutchinson, T. y Torres, E. (1994). The textbook as agent of change. *ELT Journal*, 315-328.
27. Klingberg, L. (1978). *Introducción a la Didáctica General* La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
28. Llerena Cabrera, J. (1983). *Estudio comparativo de las clasificaciones de medios de enseñanza*. (Trabajo científico individual), Facultad de Superación de Profesores de ISPEJV, La Habana.
29. Lovelock, C. (2002). *Mercadotecnia de los servicios* (3 ed.). México: Ediciones Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
30. Maques Graells, P. (2005). *Didáctica. Los procesos de enseñanza y aprendizaje. La motivación*
31. Martín Peña, M. L. y Díaz Garrido, E. (2013). *Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios*. Madrid: Editorial ESIC.

32. Mattos, L. A. (1973). *Compendio de Didáctica General*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.
33. Mora, D. (2012). Concepción y características de los libros de textos y otros materiales para el aprendizaje y la enseñanza. *Revista Integra Educativa*.
34. Muñoz Cabanillas, M. (2007). Diseño de distribución en planta de una empresa textil. disponible en: [sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/ diseño de distribución en planta de una empresa textil.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/diseño%20de%20distribución%20en%20planta%20de%20una%20empresa%20textil.htm)
35. Obst, J. y Topp, E. (1965). *El sistema socialista unificado de educación y los medios de enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
36. Padrón Robaina, V. (2013). *Máster de gestión de empresas de servicios. Dirección de operaciones*.
37. Parra Ferié, C., Negrín Sosa, E. y Gómez Figueroa, O. (2009). *Procesos de servicios. Tendencias modernas para su gestión*. Editorial Universitaria.
38. Pérez Campaña, M. (2008). *Maestría en Ingeniería Industrial. Material auxiliar para la asignatura Sistemas actuales de producción*.
39. Pérez Vallejo, L. M. (2015). *Programa analítico de la asignatura Distribución en Planta*.
40. Plan de estudio D. (2007). *Plan de estudio D Ingeniería Industrial Presencial*. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
41. Prendes, M. P. (1994). *Nuevas tecnologías de la información y comunicación para la educación*. Sevilla: Editorial Alfar.
42. Resolución 210. Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la educación superior., Resolución 210 C.F.R. (2007).
43. Resolución 59. Reglamento para la logística de almacenes, Resolución 59 C.F.R. (2004).
44. Richaudeau, F. (1981). *Concepción y producción de manuales escolares. Guía práctica*. Santafé de Bogotá Editorial de la Unesco.
45. Salas Bacalla, J. (2008a). Método de los eslabones. disponible en: [sisbib.uhmsm.edu.pe/método de los eslabones.htm](http://sisbib.uhmsm.edu.pe/método%20de%20los%20eslabones.htm)
46. Salas Bacalla, J. (2008b). Tipos básicos de distribución en planta. disponible en: sisbib.uhmsm.edu.pe/bibvirtual/tiposbásicosdedistribuciónenplantapublicaciones/indata/vo1-n2/tipos.htm
47. Salazar López, B. (2012a). Diseño y distribución en planta. disponible en: www.ingenieríaindustrialonline.com

48. Salazar López, B. (2012b). Diseño y layout de almacenes. disponible en: www.ingenieríaindustrialonline.com
49. Sánchez Meleán, J. (2006). El gran recurso instruccional: el libro de texto. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Volumen 8*.
50. Schmenner, R. W. (1986). How can service business survive and prosper? *Sloan Management Review*.
51. Selander, S. (1990). *Análisis del texto pedagógico*. Granada: Editorial Proyecto Sur de Ediciones.
52. Sule, D. R. (1994). *Manufacturing Facilities Location, Planning and Design* (2da ed.). Boston: PWS Publishing Company.
53. Thompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A. y Tanchoco, M. A. (2006). *Planeación de instalaciones* (3 ed.). México: Editorial Thomson Learning.
54. Vallhonrat, J. M. y Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*. Barcelona: Editorial FOINSA.
55. Woithe, G. y Hernández Pérez, G. (1986). *Fundamentos de la proyección de fábricas de construcción de maquinarias*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
56. Zuev, D. D. (1988). *El libro de texto*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación

ANEXOS

Anexo 1. Tipos de movimiento en un sistema productivo

Fuente: Salazar López (2012a)

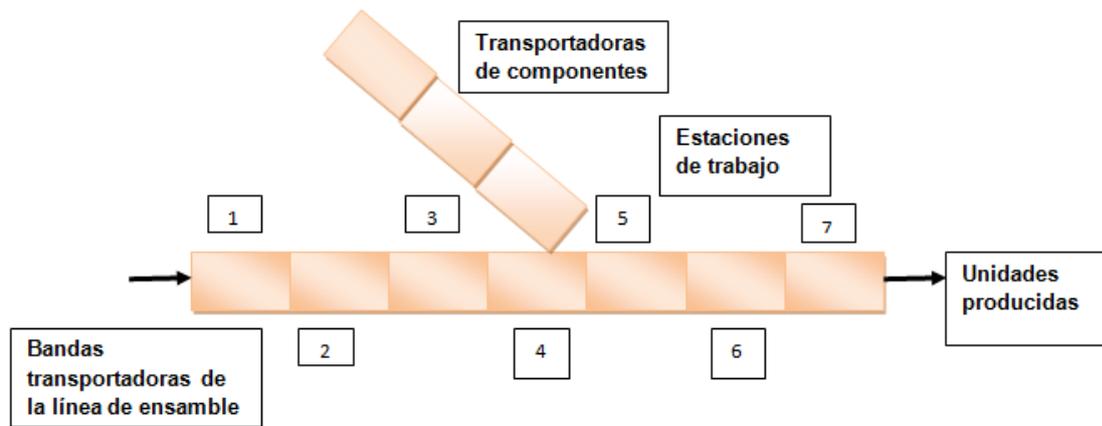
Elemento movido	Descripción	Ejemplos
Mover el material	Es probablemente el elemento más movido. El material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente	Planta embotelladora, Taller de maquinaria, Refinería de petróleo
Mover los hombres	Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, realizando las operaciones necesarias sobre cada pieza o parte del material, rara vez tiene lugar sin que los hombres lleven con ellos alguna maquinaria, o al menos, sus herramientas	Ordenar el material en un almacén
Mover la maquinaria	El trabajador mueve a su lugar de trabajo diversas herramientas o máquinas, para trabajar sobre una pieza grande	Máquina móvil de soldar, Taller móvil de forja
Mover material y hombres	El trabajador se mueve con el material realizando una determinada operación en cada máquina o lugar de trabajo	Fabricación de herramienta, Instalación de piezas especiales en una línea de producción
Mover el material y maquinaria	El material y la maquinaria o herramientas se llevan a los hombres que realizan la operación, raras veces es práctico, excepto en lugares de trabajo individuales	Herramientas y dispositivos de fijación que se mueven con el material a través de una serie de operaciones de mecanizado
Mover hombres y maquinarias	Los trabajadores se mueven con las herramientas y con el equipo, generalmente alrededor de una gran pieza fija	Pavimentado de una carretera, el afilador ambulante de tijeras
Mover material, hombre y maquinaria	Generalmente es demasiado caro e innecesario el mover los tres factores	Ciertos trabajo de montaje donde las herramientas y los materiales son pequeños

Anexo2. Tipos de distribución orientada al producto

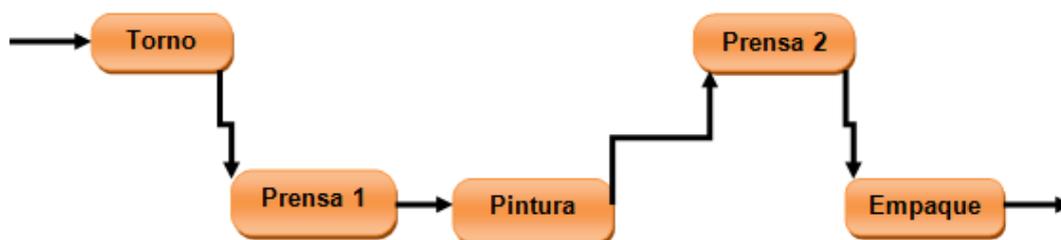
Fuente:Heizer *et al.* (1998)

Línea de fabricación o producción	Línea de montaje o ensamblaje
Construye componentes	Monta piezas fabricadas
Utiliza una serie de máquinas	Utiliza las estaciones de trabajo
Procesos repetitivos	Procesos repetitivos
Van al ritmo de las máquinas	Van al ritmo de las tareas
Pueden equilibrarse reasignando tareas de una persona a otra	Se equilibra cambiando las tareas

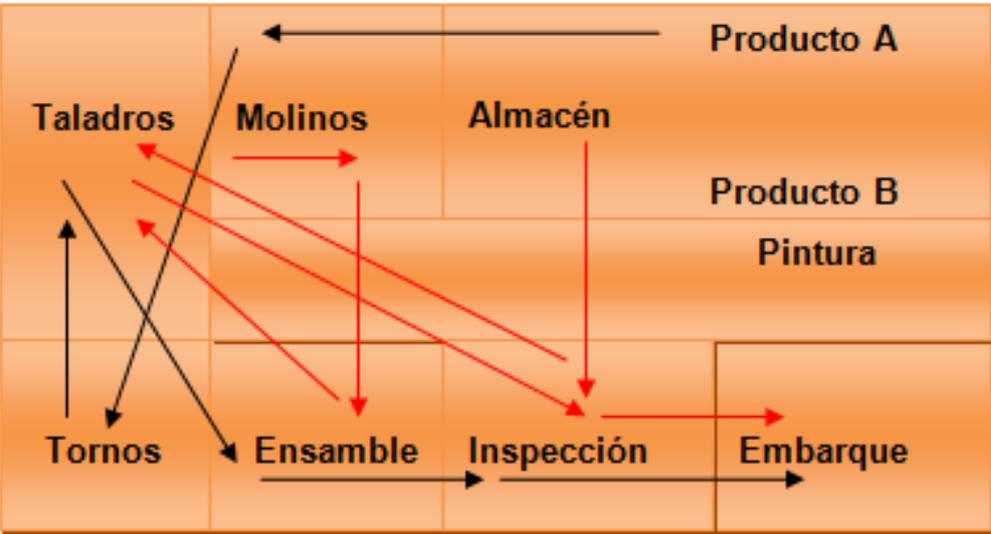
Línea de montaje o ensamblaje



Línea de fabricación o producción



Anexo 3. Esquema de la distribución en planta por proceso en sus dos variantes. Fuente: Heizer et al. (1998)



Anexo 4: Características generales de las distribuciones en planta básicas.

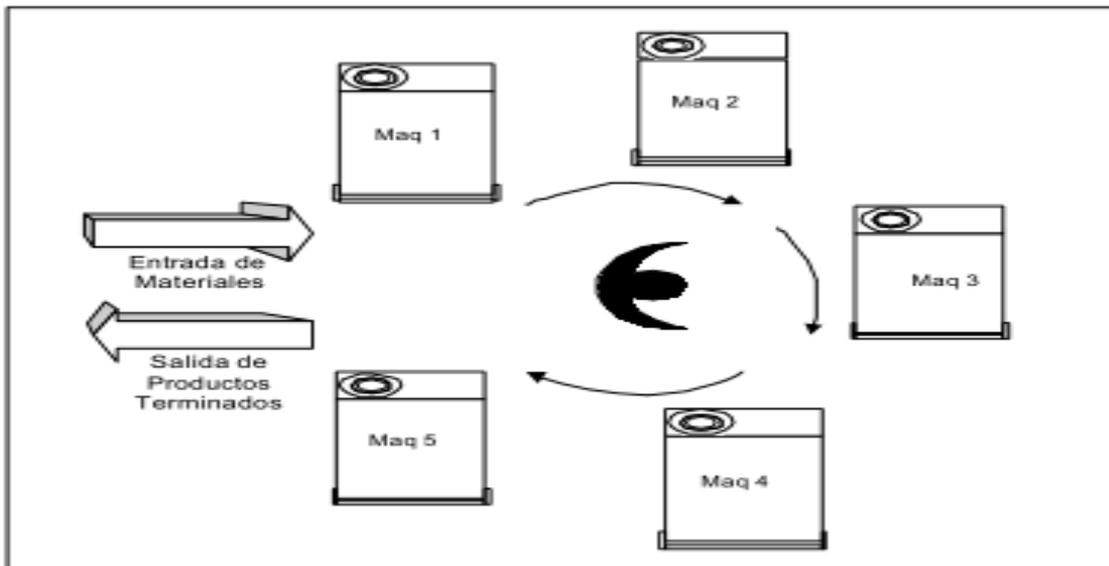
Fuente: Everet y Ebert (1992)

Elementos	D.P. por Producto	D.P. por Proceso	D.P. por Posición Fija
Producto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estandarizado ▪ Alto volumen de producción ▪ Tasa de producción constante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversificados ▪ Volúmenes de producción variables. ▪ Tasas de producción variables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Normalmente, bajo pedido ▪ Volumen de producción bajo (con frecuencia una sola unidad)
Flujo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Línea continua o cadena de producción ▪ Todas las unidades siguen la misma secuencia de operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flujo variable ▪ Cada ítem puede requerir una secuencia de operaciones propia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mínimo o inexistente ▪ El personal, la maquinaria y los materiales van al producto cuando se necesitan
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altamente especializada y poco calificada ▪ Capaz de realizar tareas rutinarias y repetitivas a ritmo constante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundamentalmente calificada, sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente aceptable 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta flexibilidad de la mano de obra (la asignación de tareas es variable)
Personal Staff	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Numeroso personal auxiliar en supervisión, control y mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Necesario en programación, manejo de materiales y control de la producción y los inventarios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundamental en la programación y coordinación de actividades

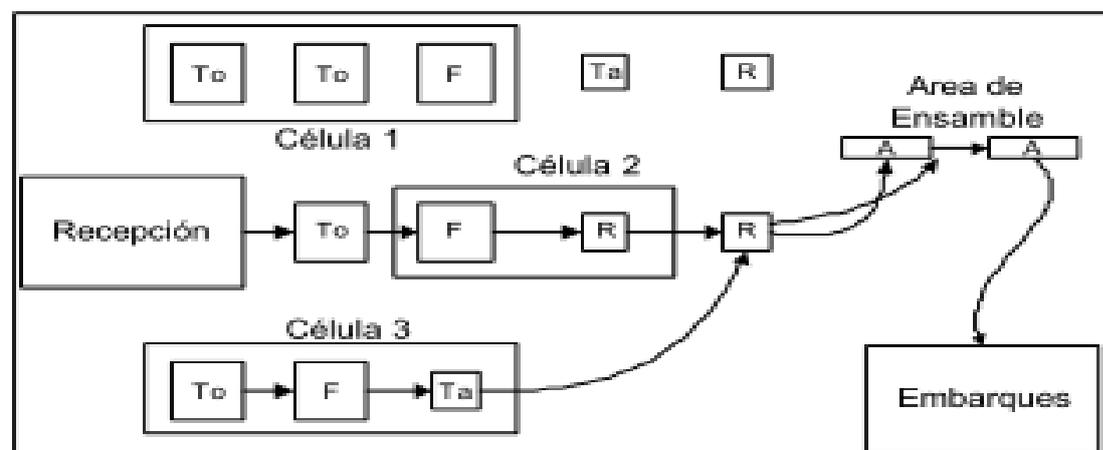
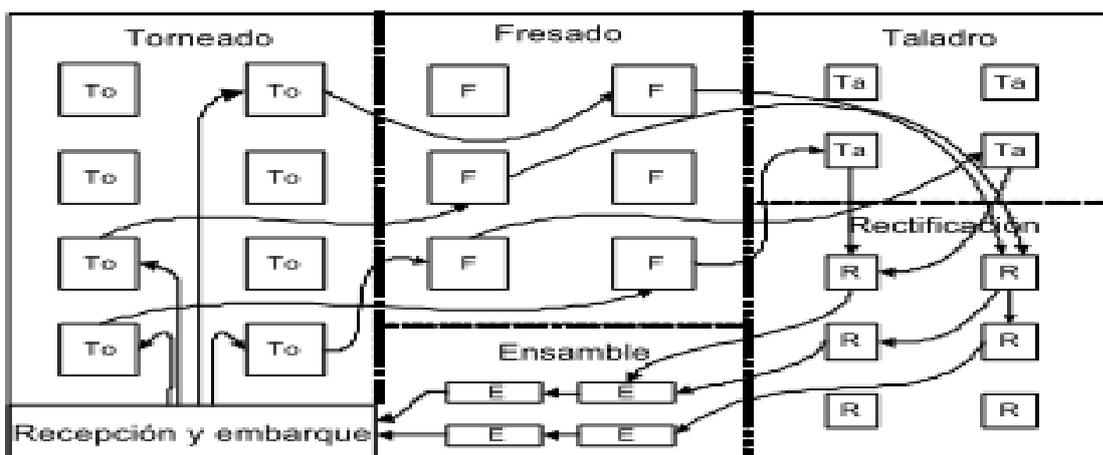
Anexo 4: Continuación (...) Características generales de las distribuciones en planta básicas. Fuente: Everet *et al.* (1992)

Elementos	D.P. por producto	D.P. por Proceso	D.P. por Posición Fija
Manejo de materiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Previsible, sistematizado y a menudo automatizado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable, a menudo hay duplicaciones, esperas y retrocesos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable y a menudo escaso. En ocasiones se requieren equipos (de tipo universal) para cargas pesadas
Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto inventario de productos terminados ▪ Alta rotación de inventarios de materias primas y material en proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escaso inventario de productos terminados ▪ Altos inventarios y baja rotación de materias primas y materiales en curso. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inventarios variables y frecuentes inmovilizaciones (ciclo de trabajo largo).
Utilización del espacio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eficiente: elevada salida por unidad de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ineficiente: baja salida por unidades de superficie ▪ Gran necesidad de espacio del material en proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generalmente toda la superficie es requerida por un único producto (una sola unidad)
Necesidades de capital	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevada inversión en procesos y equipos altamente especializados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inversiones más bajas en proceso y equipos de carácter general 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Equipos y procesos móviles de carácter general.
Costo del producto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costos fijos relativamente altos ▪ Bajo costo unitario por mano de obra y materiales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costos fijos relativamente bajos ▪ Alto costo unitario por mano de obra y materiales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costos fijos relativamente bajos ▪ Alto costo unitario por mano de obra y materiales

Anexo 5: Célula de un trabajador con múltiples máquinas (a) y células de tecnología de grupo (b). Fuente: Muñoz Cabanillas (2007)



(A)



(B)

Anexo 6: Tipos de sistemas de prestación de servicios

Fuente: Schmener (1986)

Grado de intensidad de la mano de obra	Grado de interacción y adaptación	
	Bajo	Alto
Bajo	Fábrica de servicios: Aerolíneas Transporte por carretera Hoteles Balnearios y lugares de recreación	Taller de servicio: Hospitales Reparación de automóviles Otros servicios de reparación
Alto	Servicio de masas: Comercio al menudeo Comercio al mayoreo Escuelas Aspectos de la banca comercial	Servicios profesionales: Médicos Abogados Contadores Arquitectos

Anexo 7: Análisis comparativo de los diferentes sistemas de prestación de servicios. Fuente: Padrón Robaina (2013)

	Fábrica de servicios	Taller de servicios	Servicios de masa	Servicios profesionales
Características del servicio				
Mix Combinación	Limitado	Diversificado	Limitado	Diversificado
Volumen	Alto	Medio-Bajo	Medio - Alto	Bajo
Características del proceso				
Intensidad del Capital	Alta	Alta	Baja	Baja
Interacción-Adaptación	Baja	Puede ser grande	Escasa	Típicamente muy grande
Flujo del proceso	Rígido	Adaptable	Rígido	Muy flexible
Ritmo	Alto	Medio	Medio-alto	Bajo
Distribución en planta	Por producto	Por proceso o posición fija	Normalmente por proceso	Generalmente por posición fija o por proceso
Cuellos de botella	Algunas veces repentinos, pero generalmente predecibles	Frecuentes y cambiantes	Predecibles y perfectamente conocidos	Unas veces predecibles, otras inciertas
Equipos	Propósitos específicos	Propósitos generales	Propósitos específicos	Propósito general
Importancia del flujo material para la provisión del servicio	Stock y flujo son importantes	Stock importante, no tanto el flujo	Los stock son frecuentemente importantes	Incidental en la mayoría de los casos
Facilidad de Programación	Fácil de programar	Programación menos dificultosa	Programación fácil	Difícil de programar

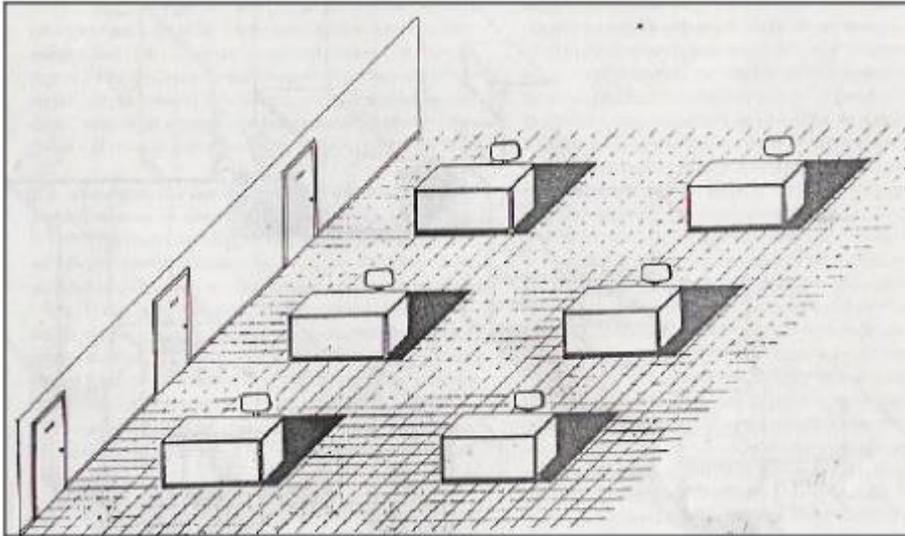
Anexo 8: Comprensión de la naturaleza del acto del servicio

Fuente: Lovelock (2002)

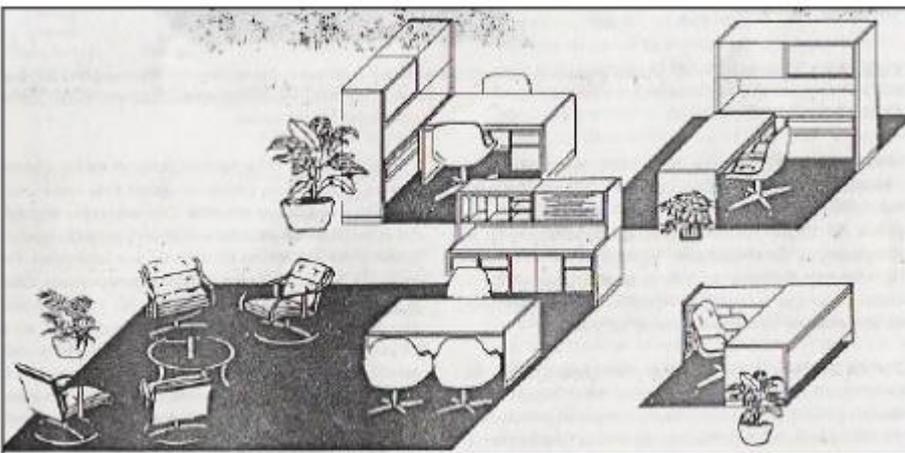
¿Cuál es la naturaleza del acto de servicio?	¿Quién o qué es el receptor directo del servicio?	
	Personas	Posesiones
Acciones tangibles	Servicios dirigidos a las personas: <ul style="list-style-type: none"> - Transportación de pasajeros - Cuidado de la salud - Alojamiento - Salones de belleza - Terapia física - Gimnasios - Restaurantes /bares - Corte de pelo - Servicios funerarios -Venta de mercancía (comercios) 	Servicios dirigidos a las posesiones físicas: <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de cargas -Reparación y mantenimiento - Almacenaje / depósito -Servicio de conserjería -Distribución de menudeo - Lavandería y tintorería - Reabastecimiento de combustible - Jardinería ornamental /cuidado del césped - Eliminación de basura/ reciclado
Acciones intangibles	Servicios dirigidos a las mentes de las personas: <ul style="list-style-type: none"> - Publicidad / relaciones públicas - Artes y entretenimientos - Radio y teledifusión/ cable - Consultoría administrativa - Educación - Servicios de información - Conciertos - Psicoterapia - Religión - Voz telefónica 	Servicios dirigidos a activos intangibles: <ul style="list-style-type: none"> - Contabilidad - Banca - Procesamiento de datos - Transmisión de datos - Seguros - Servicios legales - Programación - Investigación - Inversión en valores - Consultoría de software

Anexo 9: Tipos de distribuciones de oficinas

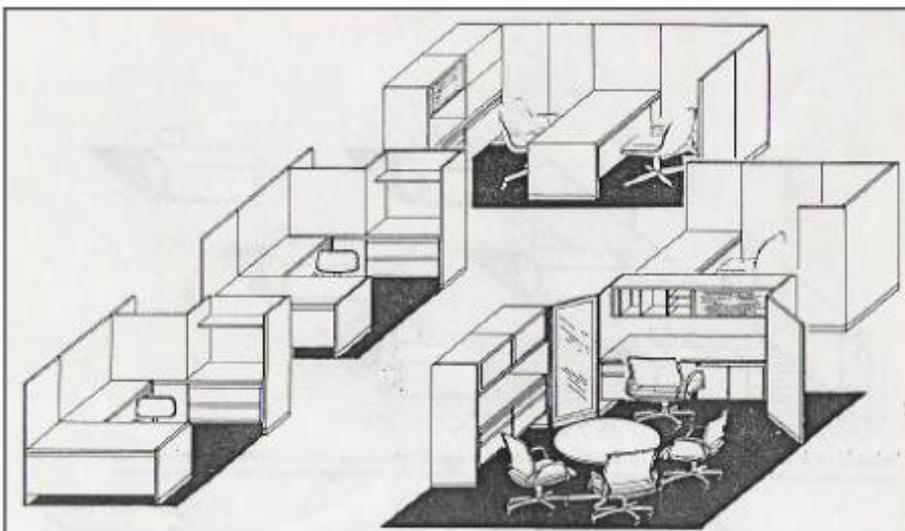
Fuente: Muñoz Cabanillas (2007)



A) Distribución convencional

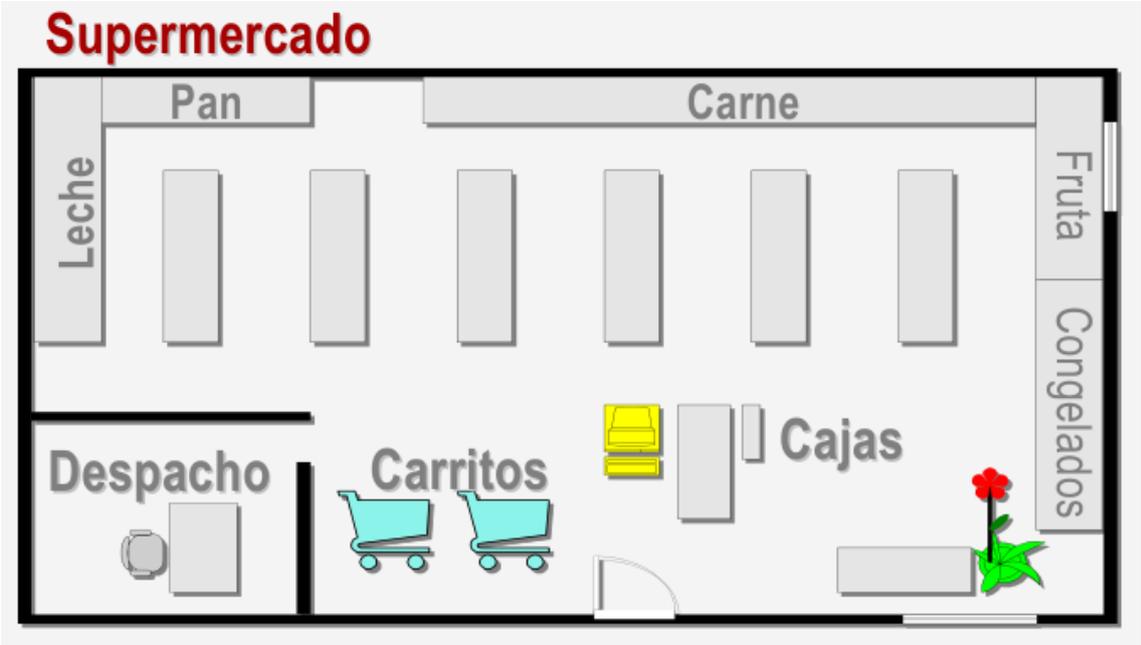


B) Distribución panorámica

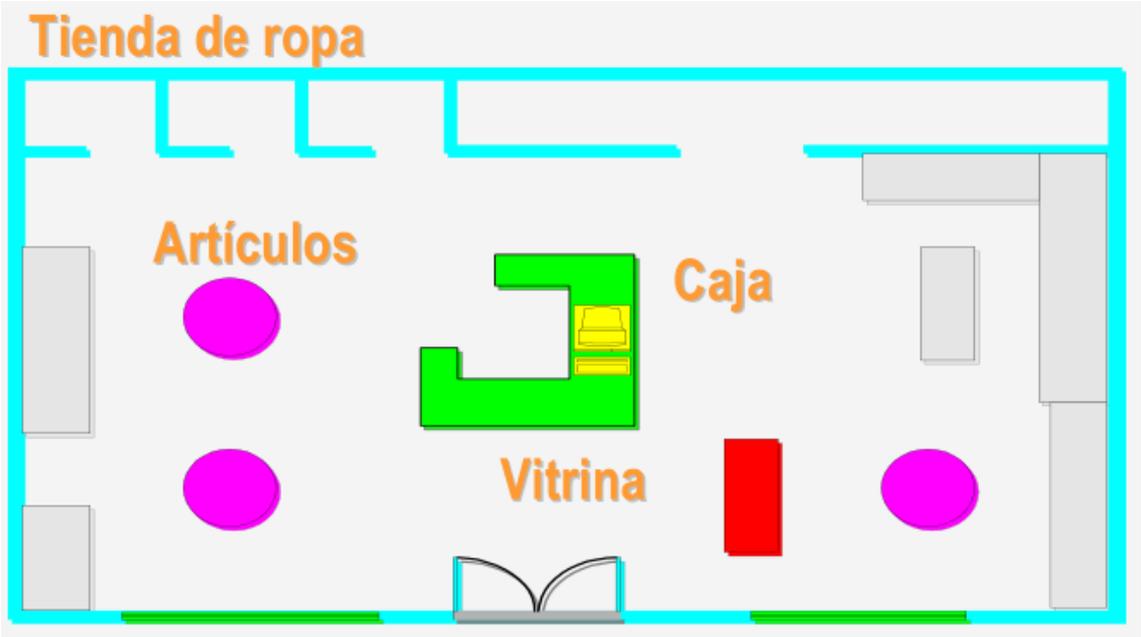


C) Distribución de planta abierta

Anexo 10: Tipos de distribuciones físicas de los comercios. Fuente: Heizer et al. (1998)



A) Diseño de cuadrícula

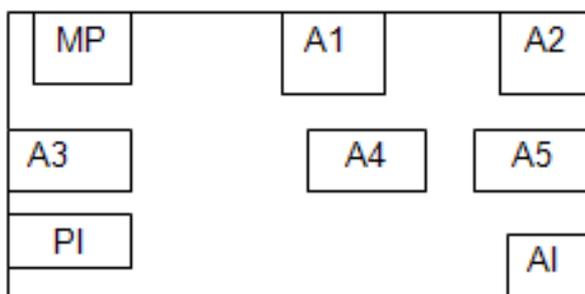


B) Diseño del flujo libre

Anexo 11: Ejercicios resueltos relacionados con los métodos para determinar la distribución espacial de una planta

1. "Mundo infantil" es una fábrica dedicada a la producción de juguetes de diferentes tipos destinados al mercado de niños. Debido a la gran demanda que esta empresa está teniendo, se decide lanzar al mercado un nuevo producto. Para ello es necesario incorporar cinco nuevas máquinas automáticas en uno de sus talleres, las cuales elaboraran cada pieza del producto por independiente, para lo cual se han seleccionado cinco posibles lugares dentro del edificio del taller. Los nuevos equipos por sus características no poseen ningún tipo de relación entre sí, ni con ninguna de las otras máquinas del taller. Estas solo mantienen relaciones con el almacén de materias primas (MP), con el punto de inspección No.1 (PI) en el cual se controla la calidad requerida para cada pieza y con un almacén intermedio previo al proceso de ensamble de todas las piezas (AI).

El esquema que se muestra a continuación presenta un croquis del edificio del taller con los lugares preseleccionados para la ubicación de las máquinas (A1, A2, A3, A4 y A5), así como los lugares externos al sistema (MP, PI y AI).



La matriz de intensidad de transporte del sistema con respecto a la relación que posee cada máquina con los k lugares externos al sistema considerado y la matriz de las distancias que separa a cada uno de estos lugares externos de las diferentes áreas habilitadas para el ordenamiento de cada equipo se muestran a continuación.

$$S_{kj}(m) =$$

$k \setminus j$	A1	A2	A3	A4	A5
MP	30	41	21	40	50
PI	40	60	15	35	45
AI	48	39	49	34	20

$lik(t/d) =$

$i \backslash k$	MP	PI	AI
Z1	2.5	0.9	1.2
Z2	2	0.5	0.7
Z3	3.2	0.2	1
Z4	1.4	0.4	0.1
Z5	1.8	0.7	0.3

Determine:

- La posición que debe ocupar cada máquina en los lugares disponibles del taller que minimice el gasto de transporte
- El gasto de transporte obtenido para la solución adoptada

Solución:

$Q_{ij}(tm/dia) =$

$i \ j$	A1	A2	A3	A4	A5
Z1	168.6	203.3	124.8	172.3	189.5
Z2	113.6	139.3	83.8	121.3	136.5
Z3	152	182.2	119.2	169	189
Z4	62.8	85.3	40.3	73.4	90
Z5	96.4	127.5	63	106.7	127.5

124.8
83.8
119.2
40.3
63

$Q' =$

43.8	78.5	0	47.5	64.7
29.8	55.5	0	37.5	52.7
32.8	63	0	49.8	69.8
22.5	45	0	33.1	49.7
33.4	64.5	0	43.7	64.5

22.5	45	0	33.1	49.7
------	----	---	------	------

$Q'' =$

→	21.3	33.5	(0)	14.4	15
→	7.3	10.5	0	4.4	3
→	10.3	18	0	16.7	20.1
→	(0)	0	0	0	0
→	10.9	19.5	0	10.6	14.8

→	18.3	30.5	(0)	11.4	12
	4.3	7.5	0	1.4	(0)
Q''' =					
→	7.3	15	0	13.7	17.1
	(0)	0	0	0	0
→	7.9	16.5	0	7.6	11.8

→	11	23.2	(0)	4.1	4.7
	4.3	7.5	7.3	1.4	(0)
Q'''' =					
	(0)	7.7	0	6.4	9.8
	0	(0)	10.3	0	0
→	0.6	9.2	0	0.3	4.5

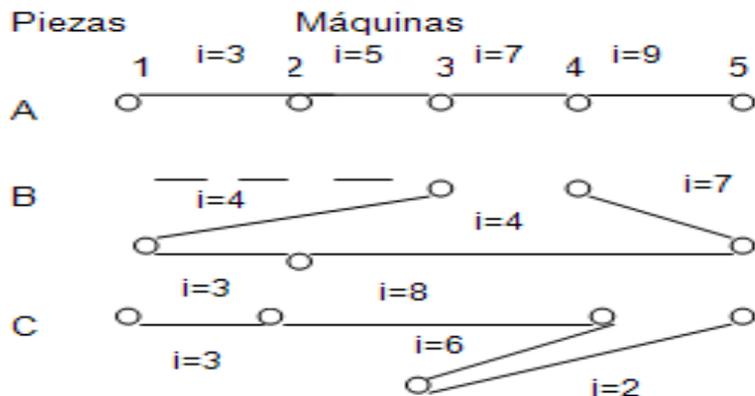
Q'''' =	10.7	22.9	(0)	3.8	4.4
	4.3	7.5	7.6	1.4	(0)
	(0)	7.7	0.3	6.4	9.8
	0	(0)	10.6	0	0
	0.3	8.9	0	(0)	4.2

(Solución óptima en Q''''')

A1	A2	A3	A4	A5
Z3	Z4	Z1	Z5	Z2
152	85.3	124.8	106.7	136.5
<u>Q_{total} = 605 t-m/día</u>				

2. En un taller de maquinado se producen tres piezas en un grupo de cinco máquinas organizadas según el principio de taller. En la figura 1 se representa el proceso

tecnológico seguido en la elaboración de las distintas piezas y las intensidades entre los diferentes equipos.



A partir de la información antes señalada, determine:

- a) Las relaciones entre las unidades estructurales y su cuantía
- b) El orden de asignación de las máquinas a los vértices de la red triangular
- c) La variante de esquema de ordenamiento que minimice el gasto de transporte del grupo

Solución:

a)

Relaciones entre las unidades		Intensidad de las relaciones (t/mes)
desde (i)	hasta (j)	
1	2	6
2	3	5
	4	8
	5	4
3	1	4
	4	7
	5	2
4	3	6
	5	9
5	4	7

b) Paso 2: matriz cuadrada orientada de las relaciones entre las unidades estructurales

i \ j	1	2	3	4	5
1	0	6	0	0	0
2	0	0	5	8	4
3	4	0	0	7	2

4	0	0	6	0	9
5	0	0	0	7	0

Paso 3: matriz triangular no orientada de las relaciones entre las unidades estructurales

1	0				
2	6	0			
3	4	5	0		
4	0	8	13	0	
5	0	4	2	16	0
	1	2	3	4	5

Paso 4: Matriz cuadrada no orientada de las relaciones totales entre las unidades estructurales

$i \backslash j$	1	2	3	4	5
1	0	6	4	0	0
2	6	0	5	8	4
3	4	5	0	13	2
4	0	8	13	0	16
5	0	4	2	16	0

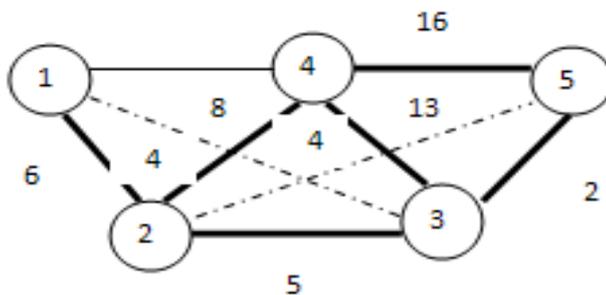
Paso 5: obtención del orden de asignación de las unidades estructurales a los vértices de la red triangular

$i \backslash j$	1	2	3	4	5
1	X	6	4	0	0
2	6	X	5	8	4
3	4	5	X	13	2
4	0	8	13	X	16
5	0	4	2	16	X
Z ₀	0	0	0	0	0
4	0	8	13	X	16
S ₁	0	8	13	X	16
5	0	4	2	16	X

S ₂	0	12	15	X	X
3	4	5	X	13	2
S ₃	4	17	X	X	X
2	6	X	5	8	4
S ₄	10	X	X	X	X
1	X	6	4	0	0
S ₅	X	X	X	X	X

El orden de asignación obtenido es el siguiente: 4-5-3-2-1

c)

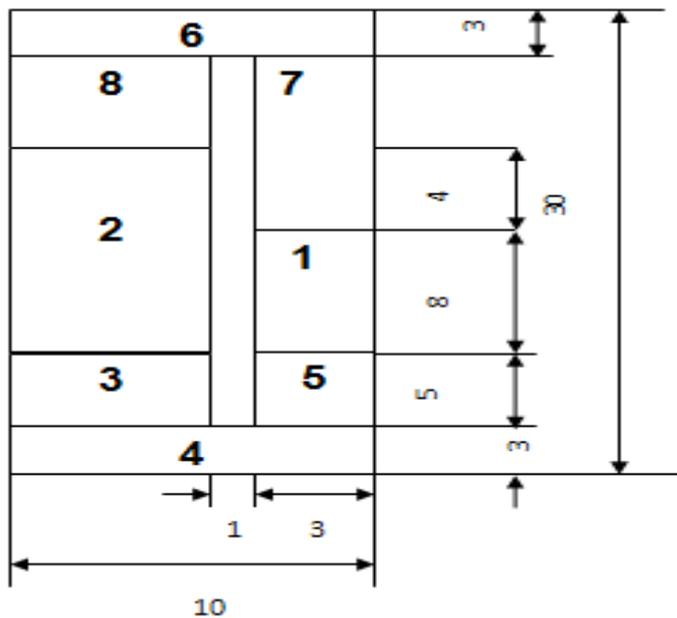
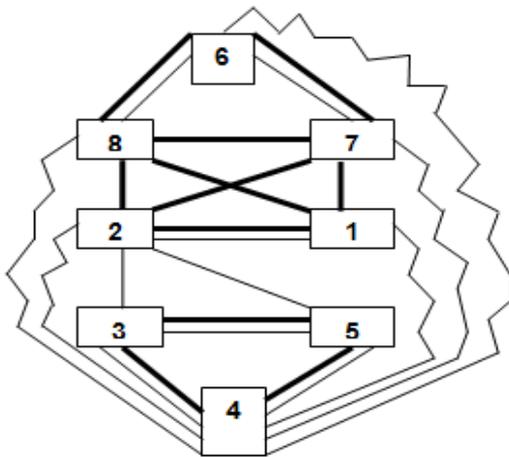


3. Debido a los nuevos cambios en el sector de la economía cubana, con respecto a la apertura del trabajo por cuenta propia, una ciudadana decide crear su propio negocio de belleza. El nuevo establecimiento tendrá como nombre “Complejo Paraíso”, el cual brindará distintos servicios poco usuales en salones de este tipo, lo cual está dado por la existencia en el mercado de gran cantidad de competidores, situación que conlleva a diferenciarse de estos. El complejo estará estructurado por ocho áreas: masaje (1), gimnasio (2), cafetería (3), sala de espera (4), baños (5), sala de turnos (6), peluquería–manicure (7) y tratamiento facial (8). Contándose para ello con una capacidad de espacio de (10x30) m². Debido a esto, se le pide a usted que diseñe la distribución espacial de la planta, teniendo en cuenta la ubicación más idónea tanto para el personal del negocio como para el cliente. A continuación se muestran las razones de cercanía entre las distintas áreas, las relaciones entre cada una de ellas y las dimensiones de las mismas. En la distribución en planta del local hay 1 pasillo de 24 m²

Tabla 1. Razones de relación y proximidad

Código	Razones
1	Por recorrido obligatorio del cliente
2	Orden lógico

Solución:



4. Laura es una emprendedora que con el nuevo modelo económico existente en el país decide crear su propio negocio de modas. Para ello se propone abrir un atelier el cual llevará por nombre “La Pasarela” y se dedicará a la confección y venta de diseños atractivos de ropas destinadas al público de mujeres jóvenes, adultas y de la tercera edad. El local estará compuesto por ocho áreas: almacén de materia prima (1), recepción (2), sala de espera (3), baños (4), área de ventas (5), taller de confección de conjuntos juveniles (6), taller de confección de ropas de hilo (7) y taller de confección de trajes de sastre. Se conoce que el establecimiento tiene una capacidad de espacio de $(6 \times 13) \text{ m}^2$. En las tablas 1 y 2 se muestran la matriz de relaciones entre las diferentes áreas y la dimensión de cada una de ellas respectivamente. A partir de esta

información determine la distribución espacial de cada una de las unidades estructurales que conforman el atelier.

Nota: El exterior será el área 9

Tabla 1. Matriz triangular de las relaciones entre las unidades

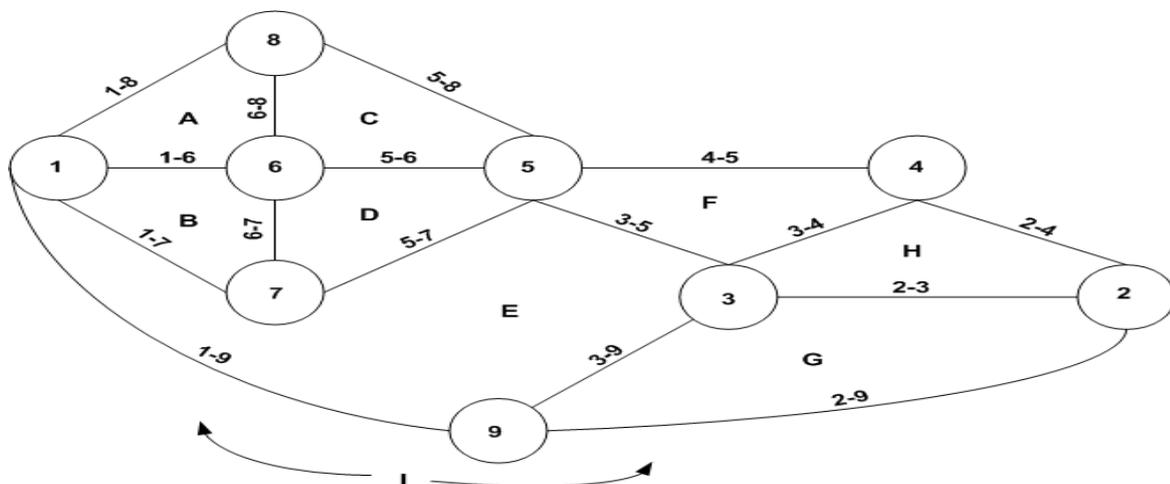
i									
1	0								
2	0	0							
3	0	1	0						
4	0	1	1	0					
5	0	0	1	1	0				
6	1	0	0	0	1	0			
7	1	0	0	0	1	1	0		
8	1	0	0	0	1	1	0	0	
9	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabla 2. Dimensiones de las áreas

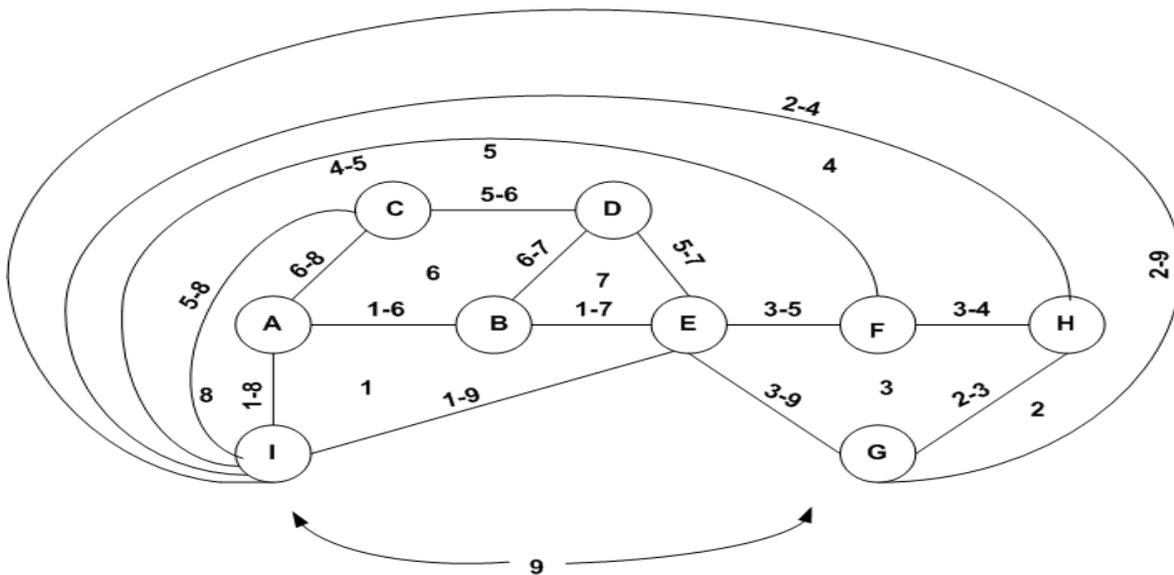
Áreas	Dimensiones (m ²)
Almacén de materia prima	18
Recepción	4
Sala de espera	16
Baños	4
Área de ventas	12
Taller de confección de conjuntos juveniles	8
Taller de confección de ropas de hilo	8
Taller de confección de trajes de sastre	8

Solución: El primer paso y el segundo lo brindan como dato, ya se encuentran codificadas todas las áreas y se muestran las relaciones existentes entre ellas.

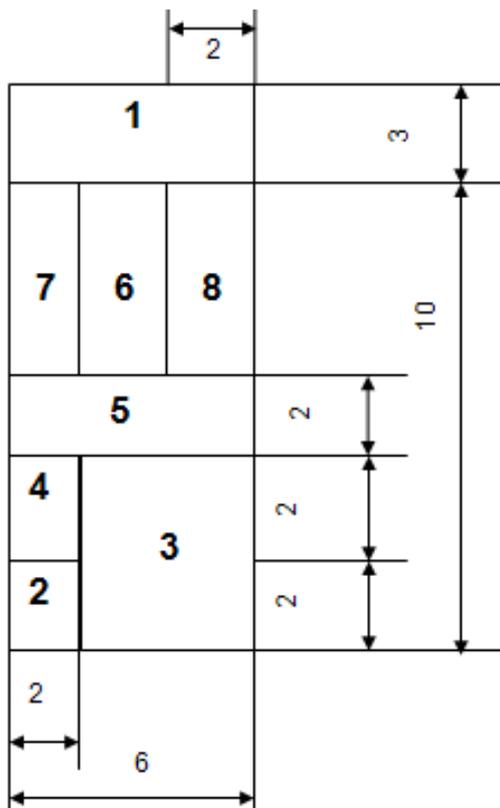
Paso 3: construcción de la red plana



Paso 4: construcción de la red dual



Paso 5: estructuración de los espacios



En la distribución en planta del atelier se observa que todas las relaciones de adyacencia señaladas en la red dual son satisfechas, sin embargo cabe destacar que las áreas 4, 5, 7 y 8 en el plano poseen relación con el exterior, no siendo así en la

red dual. Esta situación está dada por las dimensiones de áreas que requieren cada una de estas unidades estructurales y las dimensiones del atelier.

5. En una fábrica donde se producen cuatro tipos de piezas con similar secuencia tecnológica bajo el principio de líneas, se desea determinar el orden definitivo de las máquinas que intervienen en el proceso de producción de dichas piezas. Para ello se cuenta con la información que se muestra en la tabla 1.

Nota: El valor del fondo de tiempo disponible de todos los equipos es de 480×10^3 h/año (tfm).

Tabla 1. Secuencia de los pasos m en las diferentes máquinas Zi con su gasto de tiempo efectivo en 10^3 min/año

ej	nj(piez/año)	m1		m2		m3		m4	
		Zi	tefect	Zi	tefect	Zi	tefect	Zi	tefect
1	500	1	60	3	120	4	350	5	126
2	700	5	12	4	75	2	80	1	49
3	1000	5	240	3	25	1	215	2	25
4	2500	2	55	3	300	1	60	-	-

Solución: Para el paso 1 ya dan la información como dato (tabla1)

Paso 2: obtención de los gastos de tiempo de trabajo efectivo correspondiente a cada tipo de máquina (Zi) en cada paso de trabajo (mi) y la intensidad total

$$\text{Tiefect (Z1)} = 60 + 215 + 60 + 49 = 384 \cdot 10^3$$

$$\text{Tiefect (Z2)} = 55 + 80 + 25 = 160 \cdot 10^3$$

$$\text{Tiefect (Z3)} = 120 + 25 + 300 = 445 \cdot 10^3$$

$$\text{Tiefect (Z4)} = 75 + 350 = 425 \cdot 10^3$$

$$\text{Tiefect (Z5)} = 12 + 240 + 126 = 378 \cdot 10^3$$

$$\text{M1: Z1, teffect} = 60 \cdot 10^3$$

$$\text{M1: Z1: n} = 500$$

$$\text{M1: Z2, teffect} = 55 \cdot 10^3$$

$$\text{M1: Z2: n} = 2500$$

$$\text{M1: Z5, teffect} = 12 + 240 = 252 \cdot 10^3$$

$$\text{M1: Z5: n} = 700 + 1000 = 1700$$

$$\text{M2: Z3, teffect} = 120 + 25 + 300 = 445 \cdot 10^3$$

$$\text{M2: Z3: n} = 500 + 1000 + 2500 = 4000$$

$$\text{M2: Z4: teffect} = 75 \cdot 10^3 \quad \text{M2: Z4: n} = 700$$

$$\text{M3: Z1: teffect} = 215 + 60 = 275 \cdot 10^3$$

$$\text{M3: Z1: n} = 1000 + 2500 = 3500$$

$$\text{M3: Z2: teffect} = 80 \cdot 10^3$$

$$\text{M3: Z2: n} = 700$$

$$\text{M3: Z4: teffect} = 350 \cdot 10^3$$

$$\text{M3: Z4: n} = 500$$

M4:Z1: tefect= $49 \cdot 10^3$ M4:Z1: n=700

M4:Z2: tefect= $25 \cdot 10^3$ M4:Z2: n=1000

M4:Z5: tefect= $126 \cdot 10^3$ M4:Z5: n= 500

Paso 3: cálculo de las necesidades de máquinas de cada tipo (Zi)

Z1= tefect total/(tfm*60) = $384000/480000=0.8 \approx 1$

Z2= $160000/480000=0.33 \approx 1$ m Z4= $425000/480000= 0.88 \approx 1$

Z3= $445000/480000=0.93 \approx 1$ Z5= $378000/480000=0.79 \approx 1$

Tabla 2. Resumen de los pasos 2 y 3

i	Zimáq	tefect	N Ti(efecto)	M1	M2	M3	M4
1	1	384	N tefect	500 60	-	3500 275	700 49
2	1	160	N tefect	2500 55	-	700 80	1000 25
3	1	445	N tefect	-	4000 445	-	-
4	1	425	N tefect	-	700 75	500 350	-
5	1	378	N tefect	1700 252	-	-	500 126

Paso 4: análisis de los momentos de carga de las máquinas en los diferentes puntos de ordenamiento (pasos de trabajo)

Z1 (1) en m3: $M_i = (500 \cdot 2) + (3500 \cdot 0) = 1000$ $M_d = 700 \cdot 1 = 700$ $\Delta M = 300$

(Dirección izquierda)

Se escoge m3 y no m1 o m4, porque en esta posición ΔM es mínimo.

Z2 (2) en m3: $M_i = (2500 \cdot 2) + (700 \cdot 0) = 5000$ $M_d = 1000 \cdot 1 = 1000$ $\Delta M = 4000$

(Dirección izquierda)

Se escoge m3, por lo mismo que en la situación anterior.

Z3 (3) en m2 $\Delta M = 0$ (sin flecha alguna)

En este caso se ubica en m2 porque es donde único se demanda.

Z4 (4) en m2: $M_i = 0$ $M_d = (700 \cdot 0) + (500 \cdot 1) = 500$ $\Delta M = -500$ (dirección derecha)

Se ubica esta máquina en m2 porque es quien posee mayor intensidad, por lo que es conveniente situar la máquina 2 en este paso de trabajo con el objetivo de eliminar el efecto de la mayor intensidad.

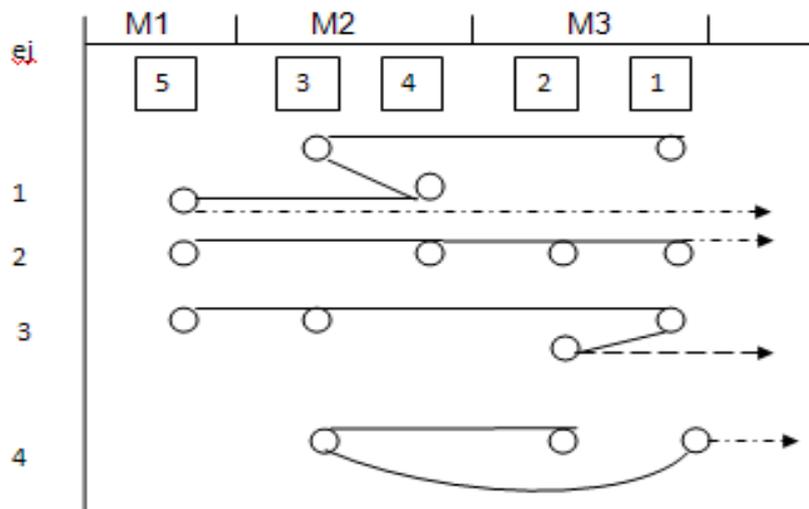
Z5 (5) en m1: $M_i = 0$ $M_d = (1700 \cdot 0) + (500 \cdot 3) = 1500$ $\Delta M = -1500$ (Dirección derecha)

Se ubica esta máquina en m1, por el mismo motivo que en el caso anterior, por la intensidad.

Tabla 3. Resultados del análisis de los momentos de carga

Zi \ m	M1	M2	M3	M4
1			← 1	
2			← 1	
3		1		
4		1 →		
5	1 →			

Paso 5: fijación del esquema de ordenamiento de las máquinas en la línea



Aunque existen 4 recorridos no progresivos, es válido el esquema de ordenamiento, ya que en todos los casos que existen retrocesos es el mínimo posible, al no ser para la pieza 1 que se efectúan 2.

6. Un ciudadano decide adentrarse en el sector por cuenta propia creando un negocio dedicado a la elaboración y venta de panes y dulces debido a la demanda que existe de estos alimentos por la población. Para ello decide nombrar al nuevo establecimiento “Delicias Cubanas”, el cual estará conformado por seis áreas: almacén de materia prima (1), área de batido (2), área de moldeado (3), área de horneado (4), área de empaquetado (5) y almacén de productos terminados (6). El local tendrá una capacidad de espacio de (10x14) m². Para ello se le pide a usted que realice la distribución espacial de las áreas antes mencionadas, teniendo en cuenta la

superficie establecida para cada una y respetando los recorridos y retrocesos mínimos dentro del proceso productivo. A continuación se muestra la información necesaria para la resolución del problema antes planteado.

Tabla 1. Dimensiones de las áreas

Secciones	Superficies m²
1	20
2	30
3	24
4	?
5	12
6	18

Tabla 2. Información referente al área de horneado (4)

Tipo de máquina	No. de máquinas iguales	Superficie ocupada por cada unam²	No. de lados accesibles al trabajo
I	3	2.5	2

El valor de k es 0.6.

Tabla 3. Relación de la secuencia de fabricación de los productos

Productos	Secuencias de fabricación	Unidades de manutención
Cakes	1-2-4-6	400
Panes	1-2-3-4-6	100
Mantecados	1-2-3-4-5-6	100
Brazo gitano	1-2-4-5-6	50

Solución:

Se consideran todos los eslabones equivalentes y no se tiene en cuenta el sentido en que se recorren; se representan con un trazo en la casilla correspondiente y se totaliza para cada estación la cantidad de eslabones que salen o llegan a esta.

	A	B	C	D	E	F
F				//	//	4
E				//	4	
D		//	//	8		
C		//	4			
B	////	8				
A	4					

Se representan las unidades de manutención en cada eslabón correspondiente

	A	B	C	D	E	F
F				400,100	100,50	650
E				100,50	300	
D		400,50	100,100	1300		
C		100,100	400			
B	400,100,100,50	1300				
A	650					

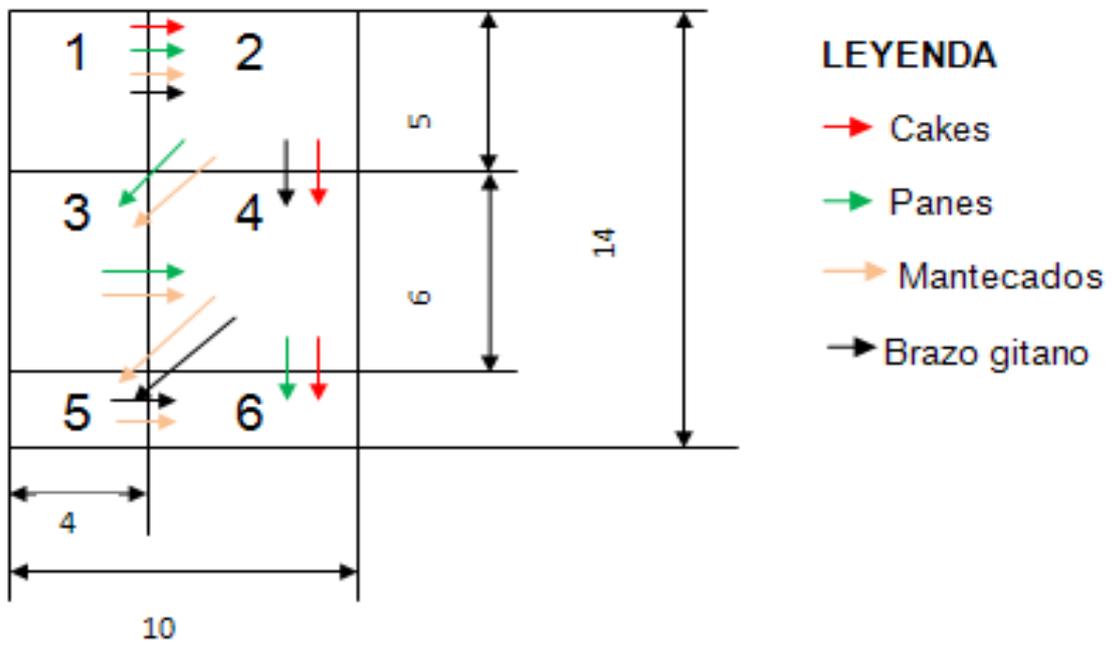
El próximo paso consiste en el ordenamiento de las secciones. Se realizó a través de tanteos sucesivos en los que se tuvo en cuenta la superficie que exige cada área de trabajo y que los recorridos, cruces y retrocesos fueran mínimos. También se le dio preferencia a las interacciones de mayor intensidad de tráfico.

Para la ubicación de cada una de las áreas, se determinó primeramente la superficie de la sección 4 que era la única que se desconocía, el procedimiento que se siguió para establecer la misma fue el siguiente:

$$St = Se + Sg + Sv$$

$$St = (3 \cdot 2.5) + (7.5 \cdot 2) + [0.6(7.5 + 15)] = 36 \text{ m}^2$$

La distribución espacial del establecimiento es la siguiente:



Anexo 12: Encuesta realizada a los expertos para valorar el estado de pertinencia de los capítulos confeccionados

La presente encuesta tiene como propósito someter a su valoración de forma anónima la propuesta presentada. Por ello, se le pide que lea con detenimiento toda la información que se expone y responda con sinceridad todas las preguntas. Para la evaluación considere 1 como menor cumplimiento y 7 como mayor. A continuación se muestran las interrogantes objeto de análisis. Muchas gracias.

Preguntas realizadas	1	2	3	4	5	6	7
¿Los capítulos poseen los elementos estructurales que deben tener?							
¿La teoría expuesta en los capítulos es comprensible?							
¿Son suficientes los aspectos teóricos abordados en cada capítulo?							
¿Existe relación entre los capítulos y los epígrafes?							
¿Existe coherencia entre los elementos expuestos en cada epígrafe?							
¿Los ejercicios presentan el nivel de dificultad adecuado?							
¿Son suficientes los ejercicios propuestos elaborados?							
¿Los ejercicios responden a las nuevas tendencias del sector económico de la sociedad cubana?							

Agregue otras consideraciones necesarias a su juicio
