

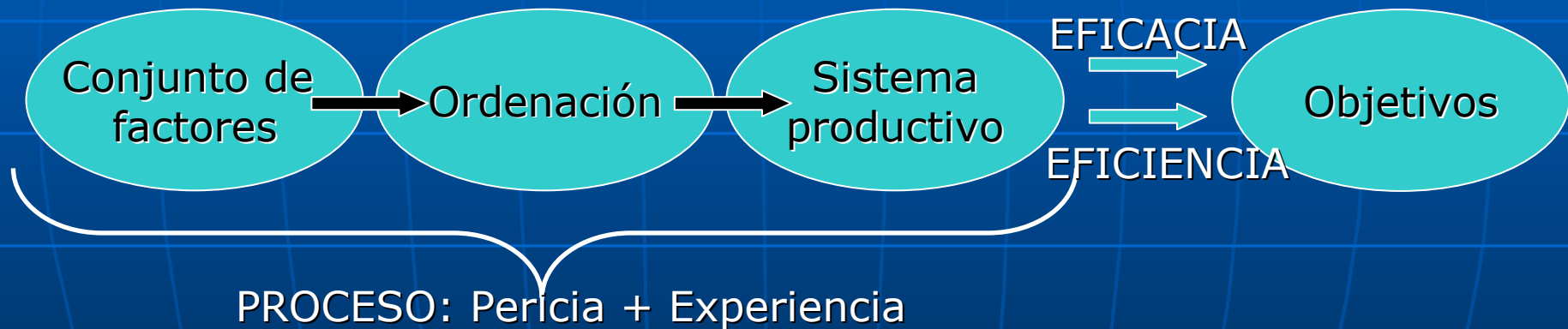
ÍNDICE DE CONTENIDOS

- 1 Concepto, objetivos y factores de la distribución en planta (D.P.).
- 2 Tipos de distribución en planta.
- 3 Métodos de distribución de instalaciones.

1 CONCEPTO, OBJETIVOS Y FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

CONCEPTO.

Proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos de la forma más adecuada (eficacia) y eficiente posible.



En los inicios de la organización la D.P. es eficiente, volviéndose ineficiente con el paso del tiempo, con el crecimiento de la organización o con los cambios. Ello motivará la REDISTRIBUCIÓN de la planta.

1 CONCEPTO, OBJETIVOS Y FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Motivos para la REDISTRIBUCIÓN de la planta:

- a) Cambios en el volumen de producción.
- b) Cambios en la tecnología y/o en los procesos.
- c) Cambios en el producto (derivados de los cambios tecnológicos).

¿Cuándo es necesaria la REDISTRIBUCIÓN? Si se produce:

- 1) Congestión y deficiente utilización del espacio.
- 2) Acumulación excesiva de materiales en proceso.
- 3) Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- 4) Existencia de "cuellos de botella" y zonas ociosas a la vez.
- 5) Personal cualificado realizando operaciones sencillas.
- 6) Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- 7) Accidentes laborales.
- 8) Difícil control de operaciones y personas.

No supone un lista exhaustiva, ni tampoco han de presentarse de forma simultánea.

1 CONCEPTO, OBJETIVOS Y FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

OBJETIVOS.

La distribución en planta (D.P.) persigue optimizar la ordenación de las máquinas, hombres (plantilla de personal), materiales y servicios auxiliares de manera que el valor creado por la función de producción sea máximo. Es decir, pretende alcanzar un volumen determinado de producción manteniendo a un nivel aceptable los costes [...] (Fernández y Vázquez, 1994).

Fundamentalmente, el objetivo que se pretende alcanzar es la reducción de las circulaciones de todo tipo y el coste global de los productos fabricados (Cuatrecasas, 2000).

Este objetivo genérico se puede desagregar en otros cuatro:

- 1) Unidad. Considerar a todos los departamentos para la D.P.
- 2) Circulación mínima. Economía de movimientos.
- 3) Seguridad. Protección de riesgos laborales al personal.
- 4) Flexibilidad. La D.P. necesitará adaptaciones con el tiempo.

1 CONCEPTO, OBJETIVOS Y FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

Los factores que influyen en la D.P. son agrupables en torno a ocho grupos: materiales, maquinaria, mano de obra, movimiento, esperas, servicios auxiliares, edificio y cambios.

LOS MATERIALES: Tamaño, peso, forma, volumen, características físicas o recorrido a lo largo del proceso productivo, serán cuestiones a tener en cuenta en relación con su facilidad de manejo, siendo ésta la expresión de la bondad de la D.P.

LA MAQUINARIA: Para su adecuada distribución es preciso conocer su utilización, requerimientos, así como el proceso de producción. Este último determinará qué tipo y en qué orden será utilizada aquélla.

MANO DE OBRA: Habrá de tenerse en cuenta no solo su número necesario o seguridad, sino también su cualificación y flexibilidad. Conexión con RR.HH.: motivación derivada de la D.P.

1 CONCEPTO, OBJETIVOS Y FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

EL MOVIMIENTO: Se trata de que los recorridos de materiales, equipos y personas (mantención) sean mínimos, en la medida que no añaden valor al producto. Así pues, habrá que eliminar las mantenciones innecesarias o antieconómicas.

LAS ESPERAS: La detención de la circulación de materiales provoca costes. Si se produce en la misma área de producción hablamos de espera o demora. Si tiene lugar en un área determinada y destinada a tal fin, estaremos haciendo alusión a los ALMACENAMIENTOS.

LOS SERVICIOS AUXILIARES: Son los que permiten y facilitan la actividad principal de la planta. Aparecen ligados a todos los factores de producción y se estima que ocupan un tercio de cada planta o sección. Se trata pues de espacio ocupado por servicios de apoyo dedicados a labores no productivas, pero esenciales para la actividad principal.

1 CONCEPTO, OBJETIVOS Y FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

EL EDIFICIO: Cuando está construido, su disposición espacial y demás características, limitan la distribución del resto de factores productivos. Cuando no es así, será éste el que se adapte a la D.P.

LOS CAMBIOS: Decíamos que uno de los objetivos perseguidos con la D.P. era la flexibilidad, esto es, ser capaz de prever variaciones futuras en el resto de los factores enumerados para que no conviertan una D.P. diseñada de manera eficiente, en algo anticuado que suponga un lastre de beneficios futuros.

¿Cómo estar preparado para cambios futuros?

- 1) Evitando la instalación de características fijas o permanentes.
- 2) Prever posibles ampliaciones.
- 3) Permitiendo la adaptación a variaciones inesperadas sin que haya de reorganizarse el proceso.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

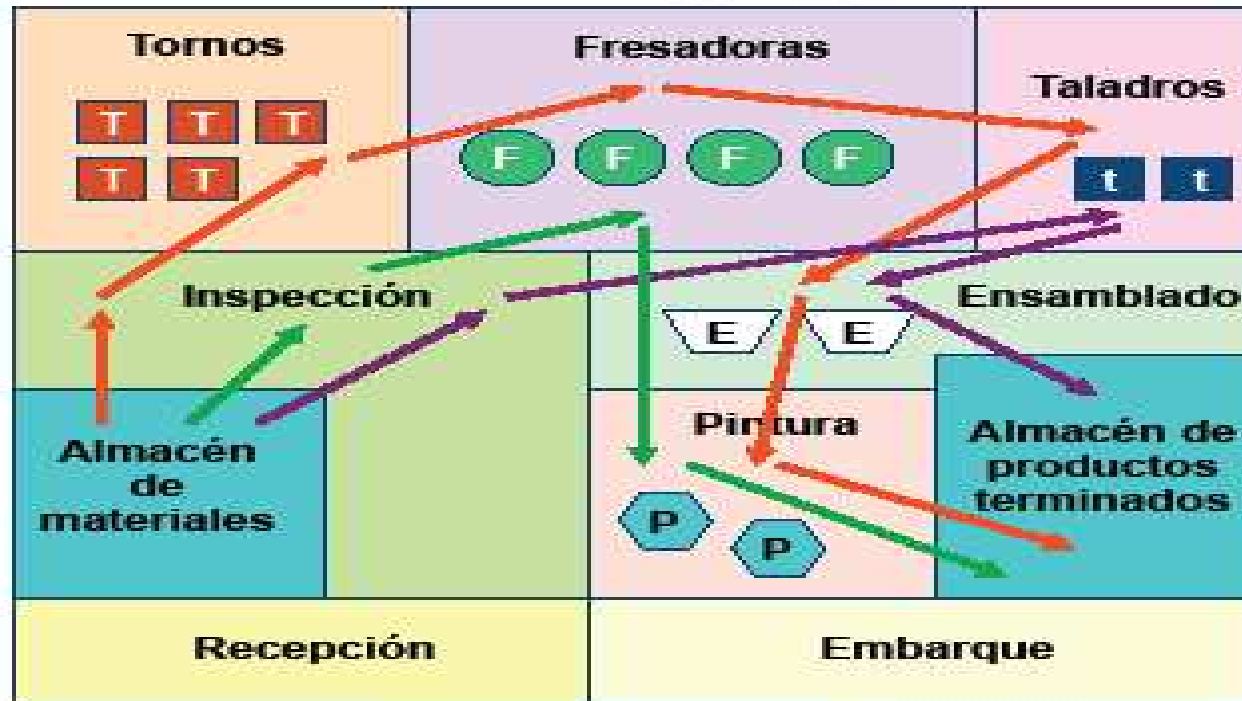
Distribución por procesos, distribución por productos, distribución celular, y distribución de punto fijo.

DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS (distribución funcional o job-shop):

- Fabricación de lotes pequeños, poco estandarizados.
- Personal y maquinaria agrupados por funciones.
- Maquinaria poco especializada, capaz de ser adaptada a la fabricación de distintos tipos de productos.
- Mano de obra asignada al manejo de un solo tipo de máquina, convirtiéndose en especialista de la misma.
- Cada producto realiza un recorrido por las áreas en las que esté la maquinaria que su fabricación precise.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Distribución por procesos



2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

VENTAJAS de la distribución por procesos

Menor inversión en maquinaria al evitarse la duplicidad y favorecer un alto grado de utilización de la misma.

Elevada flexibilidad de la maquinaria, al ser posible la asignación de tareas a cualquiera de las que esté disponible en ese momento (p.e. en caso de avería).

Facilidad en la formación y supervisión de empleados ubicados en la misma zona de las máquinas.

Reducidos costes de fabricación.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

INCONVENIENTES de la distribución por procesos

Dificultad en la fijación de rutas y programas de trabajo.

Si la maquinaria no está ubicada en el mismo lugar, se pierde la flexibilidad de la misma.

Traslado de los materiales hasta las siguientes funciones, generando mayores costes: manipulación, tiempo, transporte...

Debido a la necesidad de transporte, el tiempo total de fabricación es mayor.

Necesidad de una mano de obra de mayor cualificación. Disminución de la movilidad funcional de la misma debido a su especialización. Aumento de la insatisfacción laboral.

La mano de obra tiende a centrarse en su propia eficiencia funcional.

Mayor volumen de inventario en curso para evitar paradas.

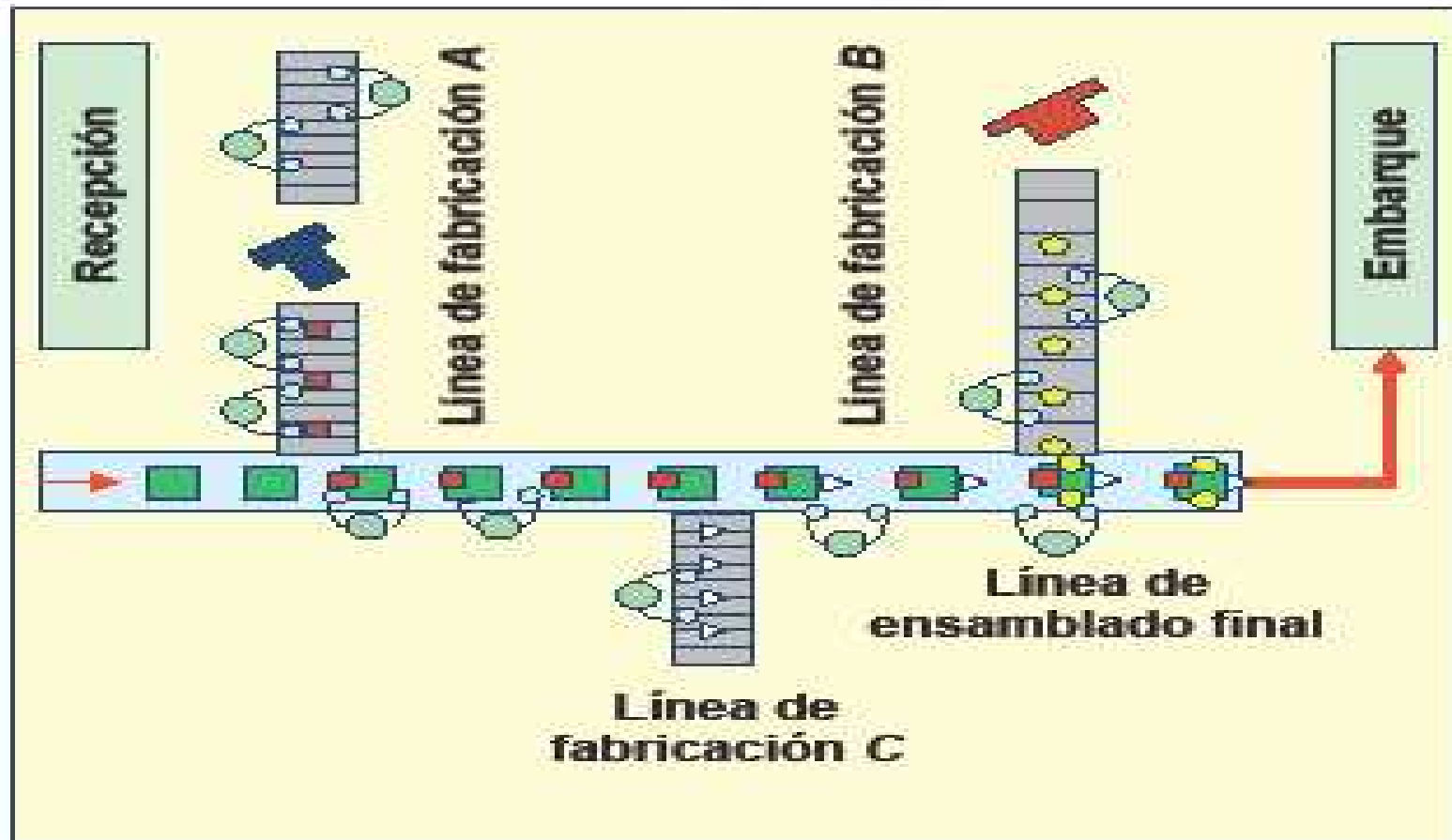
2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS:

- Fabricación de grandes lotes de un reducido número de productos diferentes pero altamente estandarizados.
- Agrupación de operaciones necesarias en departamentos. Cada operación está lo más cerca posible de su predecesora.
- El producto recorre la línea de producción pasando de un puesto a otro.
- Suele seguir circuitos de varios tipos: lineales, en forma de L, en forma de U, en forma de O, y en forma de S.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Distribución por producto



2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

CIRCUITOS HORIZONTALES

The diagram illustrates five types of horizontal distribution circuits in a factory layout:

- 1) **Circuito en I**: A straight line with arrows pointing from left to right.
- 2) **Circuito en L**: A line that starts vertically from the top, turns 90 degrees to the right, and continues horizontally.
- 3) **Circuito en U**: A line that starts horizontally from the left, turns 90 degrees down, then 90 degrees right, and finally 90 degrees up to return to the left.
- 4) **Circuito en S**: A zigzag line that starts vertically from the top, turns right, then left, then right, and finally left.
- 5) **Circuito en O**: A circular path with arrows indicating a clockwise direction.

1. Circuito en I, o circuito lineal. Los materiales entran por un extremo y las piezas salen por el otro. Este circuito ahorra espacio y resulta adecuado para plantas alargadas.

2. Circuito en L. Se adopta cuando el espacio disponible no se adapta al circuito en I.

3. Circuito en U. Tanto la entrada como la salida del proceso están en el mismo extremo. Es conveniente cuando el circuito ocupa todo el espacio. Es de supervisión más fácil que el I y el L.

4. Circuito en S. Se adopta cuando el proceso de producción es tan largo que se precisa un recorrido en zigzag para ocupar al máximo el espacio de la planta. Permite una utilización eficiente del espacio y también una supervisión rápida.

5. Circuito en O. Se utiliza cuando las operaciones se realizan según el sistema rotatorio.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

VENTAJAS de la distribución por productos

Menor manipulación de materiales al estar las operaciones más cercanas entre sí.

Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la concentración de la fabricación.

Reducida cantidad de trabajos en curso.

Menor dependencia de la mano de obra especializada, al requerirse operarios que realicen tareas repetitivas fáciles y rápidas de aprender.

Menor tiempo de fabricación al evitarse las paradas entre máquinas.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

INCONVENIENTES de la distribución por productos

Cambios en el diseño del producto pueden suponer grandes alteraciones en el proceso productivo. Inflexibilidad.

Elevada inversión en maquinaria al duplicarse en otras líneas de producción.

La avería de una máquina puede suponer el paro total del proceso que sigue a dicha máquina, pues las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares (vg. Distribución por procesos).

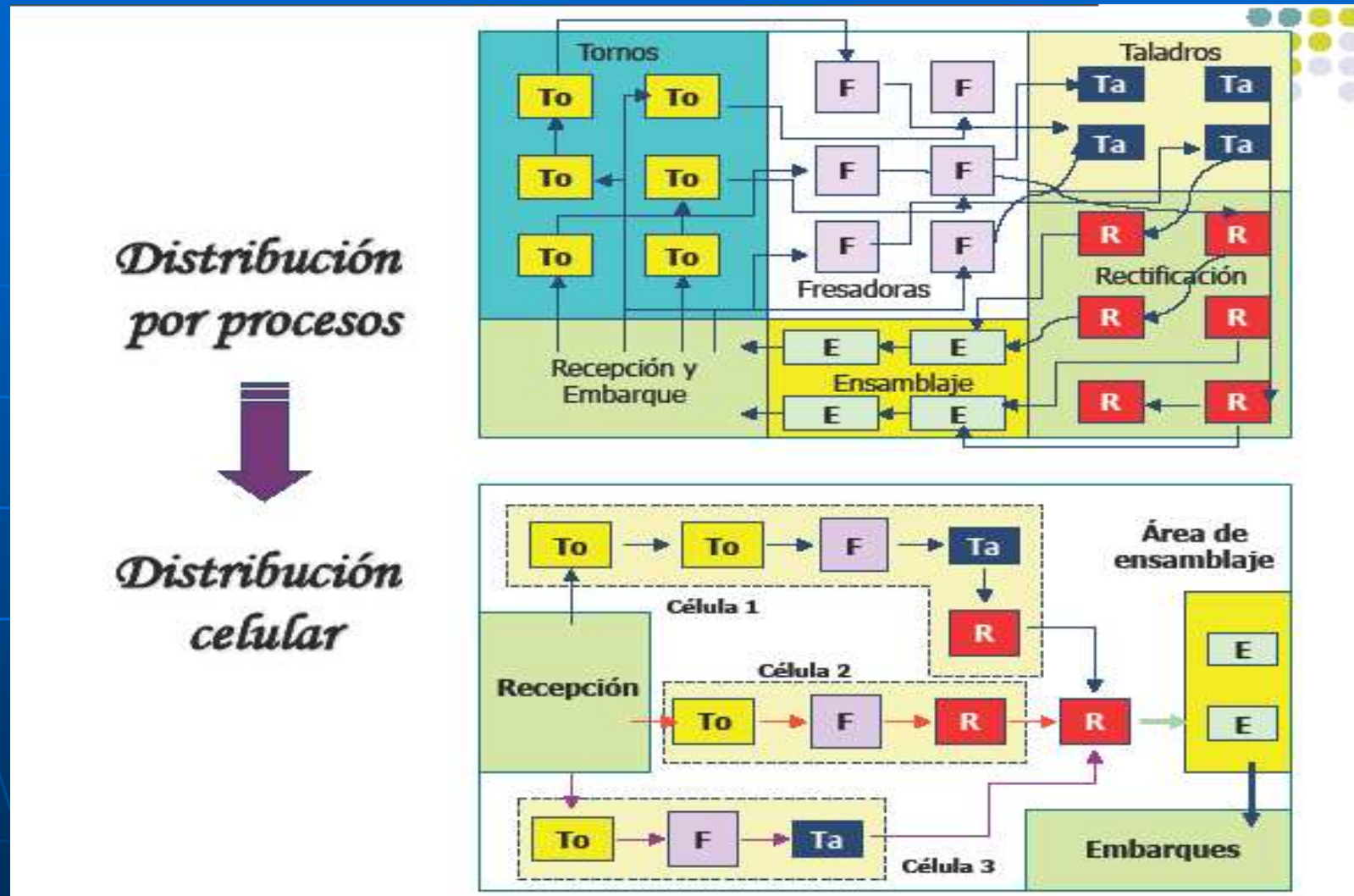
Costes de fabricación al alza, sobre todo en líneas de producción ocasionalmente ociosas o con poca carga de trabajo.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

DISTRIBUCIÓN CELULAR:

- Basada en la tecnología de grupo, consistente en identificar los distintos componentes que forman parte de cada producto fabricado por la organización.
- La tecnología de grupo permite:
 - a) Simplificar la ruta de cada componente del producto a lo largo del proceso productivo.
 - b) Reducir el número de componentes a diseñar.
 - c) Agrupar en familias partes con características similares.
 - d) Asignar cada familia de piezas a **CÉLULAS DE FABRICACIÓN**.
- La maquinaria se agrupa por células o celdas de fabricación (debido a su forma cerrada para minimizar recorridos y mantenimientos) que funcionan como islas de distribución por productos en medio de una distribución por procesos de toda la planta.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA



2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

VENTAJAS de la distribución celular

Reducción de los tiempos de cambio de la maquinaria.

Reducción del tiempo de fabricación y de los niveles de inventario.

Mejora de las relaciones interpersonales de los componentes de cada célula, traduciéndose en espíritu de trabajo en equipo.

Mayor productividad.

Menor nivel de inventarios.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

INCONVENIENTES de la distribución celular

Duplicidad de maquinaria a lo largo de varias células.

Mayor inversión en maquinaria, equipamiento y superficie (derivado del anterior).

Existencia de procesos productivos en los que no es fácil determinar células de fabricación.

Necesidad de trabajadores polivalentes.

2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

DISTRIBUCIÓN DE PUNTO FIJO (o de posición fija)



2 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

VENTAJAS de la distribución de punto fijo

Reducción en el manejo de piezas grandes.

Elevada flexibilidad ante los cambios de diseño y secuencia de los productos.

INCONVENIENTES de la distribución de punto fijo

Aumento en el manejo de piezas pequeñas.

Rigidez en los tiempos de fabricación (plazos de entrega pactados).

Elevada inversión en equipos específicos.

Monotonía del trabajo realizado. Insatisfacción laboral.

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

Difieren según cuál haya sido el tipo de distribución en planta seleccionado. Distinguiremos entre TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS, y TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS.

TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS:

- Decisión clave: determinar la disposición relativa de los distintos centros de trabajo.
- Disminuir distancias a recorrer y coste asociado al flujo de materiales.
- Mejorar la eficiencia (input/output) de las operaciones.
- Condicionadas por la superficie del edificio, su distribución, las medidas de seguridad e higiene en el trabajo, etc.
- Las más utilizadas: ANÁLISIS DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES y ANÁLISIS CARGA-DISTANCIA.
- Software específico: CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique), ALDEP (Automated Layout Design Program), etc.

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS:

- ANÁLISIS DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES:

- a) Distribución de departamentos operativos interrelacionados.
- b) Sin limitaciones, de forma o dimensión, de instalaciones.
- c) Situar lo más cerca posible a los departamentos con mayor flujo de materiales entre sí. Distribución próxima a un rectángulo.

- ANÁLISIS CARGA/DISTANCIA:

- a) Determina, de entre las varias posibilidades de distribución ofrecidas por estas técnicas, aquella que minimice el tiempo de transporte de materiales o productos.

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS:

Cadena de producción o de montaje. Utilizada por vez primera por Henry Ford, a quien debe su utilización generalizada por la industria, es una sucesión de puestos de trabajo fijos en cada uno de los cuales se realizan operaciones concretas.

Tiempo de ciclo. Tiempo que por término medio vienen a tardar las operaciones realizadas sobre el producto en un puesto de trabajo.

Equilibrado de la línea. Agrupación de diversas operaciones en un mismo puesto de trabajo, para que cada uno de ellos tenga un tiempo de ejecución similar al del resto de puestos.

Objetivo: 1º) determinar el número de puestos de trabajo y las tareas a realizar en cada uno de ellos para minimizar el número de máquinas y de empleados que proporcionen la capacidad productiva deseada, y; 2º) equilibrar la carga de trabajo de cada puesto para evitar al máximo los tiempos ociosos o los "cuellos de botella".

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS:

Restricciones en el equilibrado de la línea:

- 1) De precedencia. Las operaciones tienen un orden de realización.
- 2) De zona. Operaciones con lugar específico de realización.
- 3) De posición. Del producto respecto a los operarios que lo manejan.
- 4) De estructuras fijas. Maquinaria que por su tamaño se inmoviliza.

Hipótesis en el equilibrado de la línea:

- 1) El proceso productivo es un conjunto de operaciones indivisibles.
- 2) Los tiempos de duración de cada operación se conocen.
- 3) Las operaciones pueden agruparse en puestos de trabajo, si bien con limitaciones.

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS:

Conceptos previos al procedimiento de equilibrado de la línea:

- 1) Elemento de trabajo. Cada operación indivisible que integra el proceso.
- 2) Puesto de trabajo. Lugar donde se realiza cada grupo de elementos de trabajo.
- 3) Tiempo de ciclo. El que se dispone en cada puesto para ejecutar el trabajo.

$$T_c = \frac{T}{Q}$$

- 4) Tiempo de servicio. El necesario para ejecutar todos los elementos de trabajo de un puesto para cada unidad de producto. Se dividen en: Tiempo productivo y tiempo improductivo (descansos, averías...)
- 5) Tiempo muerto. (Tiempo de ciclo) – (Tiempo de servicio).

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS:

El equilibrado de línea perfecto

Suma de tiempos necesarios para realizar cada uno de los elementos de trabajo (T_E) = Nº de puestos de trabajo (N) x Tiempo de ciclo (T_C):

$$\frac{T}{Q} \leftarrow N \cdot T_C - \sum_i T_{Ei} = 0$$

T_{Ei}

→

Tiempo de cada elemento de trabajo

T_C

→

Tiempo de ciclo

N

→

Número de puestos de trabajo

Despejando N de la anterior ecuación, obtendremos el **NÚMERO MÍNIMO TEÓRICO DE PUESTOS DE TRABAJO** necesarios:

$$N_{\min(\text{teórico})} = \frac{Q \sum_i T_{Ei}}{T} = \frac{\sum_i T_{Ei}}{T_C}$$

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

TÉCNICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS:

Método heurístico de Kilbridge y Wester para el equilibrado de la línea (I)

- 1) Permite obtener soluciones aceptables, si bien no garantiza que sean óptimas.
- 2) Fácil aplicación, razón de su difusión.
- 3) Elabora un diagrama de precedencias entre las distintas actividades del proceso productivo. Cada elemento se representa con letras o números dentro de círculos, sobre los que se anota su duración.

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

Método heurístico de Kilbridge y Wester para el equilibrado de la línea (II)

Construcción del diagrama de precedencias en forma de columnas (a la izquierda):

Columna 1: Actividades que no tienen predecesoras.

Columna 2 y siguientes: Actividades cuyas precedencias inmediatas ya estén en el diagrama.

Objetivo: dado un tiempo de ciclo (T_c), seleccionar el menor número de estaciones (N).

Fundamento: las tareas que pueden desplazarse de una columna a otra tienen mayor flexibilidad para su asignación.

Procedimiento: ir completando estaciones con el tiempo de ciclo T_c desde la izquierda, pasando las tareas que se puedan hacia la derecha.

3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

Método heurístico de Kilbridge y Wester para el equilibrado de la línea (III)

La pérdida de equilibrio de cada puesto de trabajo se define como la relación o cociente entre el tiempo muerto de cada puesto (diferencia entre el tiempo de ciclo y el tiempo de servicio del puesto) y el tiempo de ciclo.

El grado de desequilibrio global de la línea de montaje en su conjunto, GD, se obtendrá de la expresión:

$$GD = \frac{T_C - T_{sm}}{T_C} 100$$

$$T_{sm} = \frac{\sum_i T_{Ei}}{N}$$

T_{Ei}
 T_C
 N
 T_{Pj}

→ Tiempo de cada elemento de trabajo

→ Tiempo de ciclo

→ Número de puestos de trabajo

→ Tiempo de servicio requerido por cada unidad realizada en cada uno de los puestos j

$$GD = \frac{T_C - T_{sm}}{T_C} 100 = \frac{T_C - \frac{\sum_i T_{Ei}}{N}}{T_C} 100 = \frac{NT_C - \sum_i T_{Ei}}{NT_C} 100 = \left[1 - \frac{\sum_i T_{Ei}}{NT_C} \right] 100$$