



PARAGUAYO
ALEMANA



Estrategias de distribución de facilidades

BIBLIOGRAFÍA

PARAGUAYO
ALEMANA

Libro de texto

- **Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management** (Pearson) 12th Edition by Jay Heizer, Barry Render and Chuck Munson (2017).
 - **Capítulo 9: Estrategias de distribución de facilidades**
(Pág. 406 – 445)

ESTRATEGIAS DE DISTRIBUCIÓN DE FACILIDADES

PARAGUAYO
ALEMANA

Después de completar esta sección, los estudiantes deberán:

1. Analizar aspectos importantes de la distribución de oficinas.
2. Definir los objetivos de la distribución en tiendas.
3. Analizar la administración de almacenes moderna y términos como ASRS, almacenamiento cruzado y almacenamiento aleatorio.
4. Identificar cuándo son adecuadas las distribuciones de posición fija.
5. Definir celda de trabajo y sus requerimientos.
6. Definir distribución orientada al producto.
7. Explicar cómo se balancea el flujo de producción en una instalación repetitiva u orientada al producto.



INNOVACIONES EN MCDONALD'S

- Asientos en el interior (1950)
- Ventanillas para pedidos (1970)
- Añadir el desayuno al menú (1980)
- Agregar áreas de juego (finales de los 80)
- Rediseño de las cocinas (década de 1990)
- Kiosco de autoservicio (2004)
- Área de comida separada en tres secciones

INNOVACIONES EN MCDONALD'S

- Asientos en el interior (1950)
- Ventanillas para pedidos
- Añadir el desayuno
- Agregar áreas de juego
- Rediseño de las cocinas
- Kiosco de autoservicio
- Área de comida separada en tres secciones

**Seis de siete son
decisiones de
distribución de
facilidades!**

NUEVA DISTRIBUCIÓN DE FACILIDADES EN MCDONALD'S

- Séptima gran innovación
- Rediseño de los 30.000 puntos de venta en todo el mundo
- Tres áreas de comedor separadas
 - Zona de descanso con cómodas sillas y conexiones Wi-Fi
 - Zona de tomar y partir con mesas altas y taburetes
 - Zona flexible para niños y familias
- El diseño de las instalaciones es una fuente de ventaja competitiva

IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DE LAS DECISIONES DE DISEÑO

PARAGUAYO
ALEMANA

El objetivo de la estrategia de diseño es desarrollar un diseño eficaz y eficiente que cumpla con los requisitos competitivos de la empresa.



CONSIDERACIONES SOBRE DISEÑO DE DESPLIEGUE DE FACILIDADES

PARAGUAYO
ALEMANA

- Mayor utilización de espacio, equipos y personas
- Flujo mejorado de información, materiales o personas
- Mejora de la moral de los empleados y condiciones de trabajo más seguras
- Mejora de la interacción con el cliente
- Flexibilidad



TIPOS DE DESPLIEGUES DE FACILIDADES

PARAGUAYO
ALEMANA

1. Distribución de oficina
2. Distribución de tienda
3. Distribución de almacén
4. Distribución de posición fija
5. Distribución orientada al proceso
6. Distribución de celda de trabajo
7. Distribución orientada al producto



TIPOS DE DESPLIEGUES DE FACILIDADES

PARAGUAYO
ALEMANA

1. *Distribución de oficina:* Posiciona a los trabajadores, su equipo, y sus espacios y oficinas para proporcionar el movimiento de información.
2. *Distribución de tienda:* Asigna espacio de anaquel y responde al comportamiento del cliente.
3. *Distribución de almacén:* Aborda los intercambios que se dan entre espacio y manejo de materiales.
4. *Distribución de posición fija:* Estudia los requerimientos de distribución de proyectos grandes y voluminosos, como barcos y edificios.



TIPOS DE DESPLIEGUES DE FACILIDADES

PARAGUAYO
ALEMANA

5. *Distribución orientada al proceso:* Trata la producción de bajo volumen y alta variedad (también llamada “taller de trabajo” o producción intermitente).
6. *Distribución de celda de trabajo:* Acomoda maquinaria y equipo para enfocarse en la producción de un solo producto o de un grupo de productos relacionados.
7. *Distribución orientada al producto:* Busca la mejor utilización de personal y maquinaria en la producción repetitiva o continua.



LOS BUENOS DESPLIEGUES DE FACILIDADES CONSIDERAN

PARAGUAYO
ALEMANA

- Equipo para el manejo de materiales
- Requisitos de capacidad y espacio
- Medio ambiente y estética
- Flujos de información
- Costo de moverse entre varias áreas de trabajo



DISTRIBUCIÓN DE OFICINAS

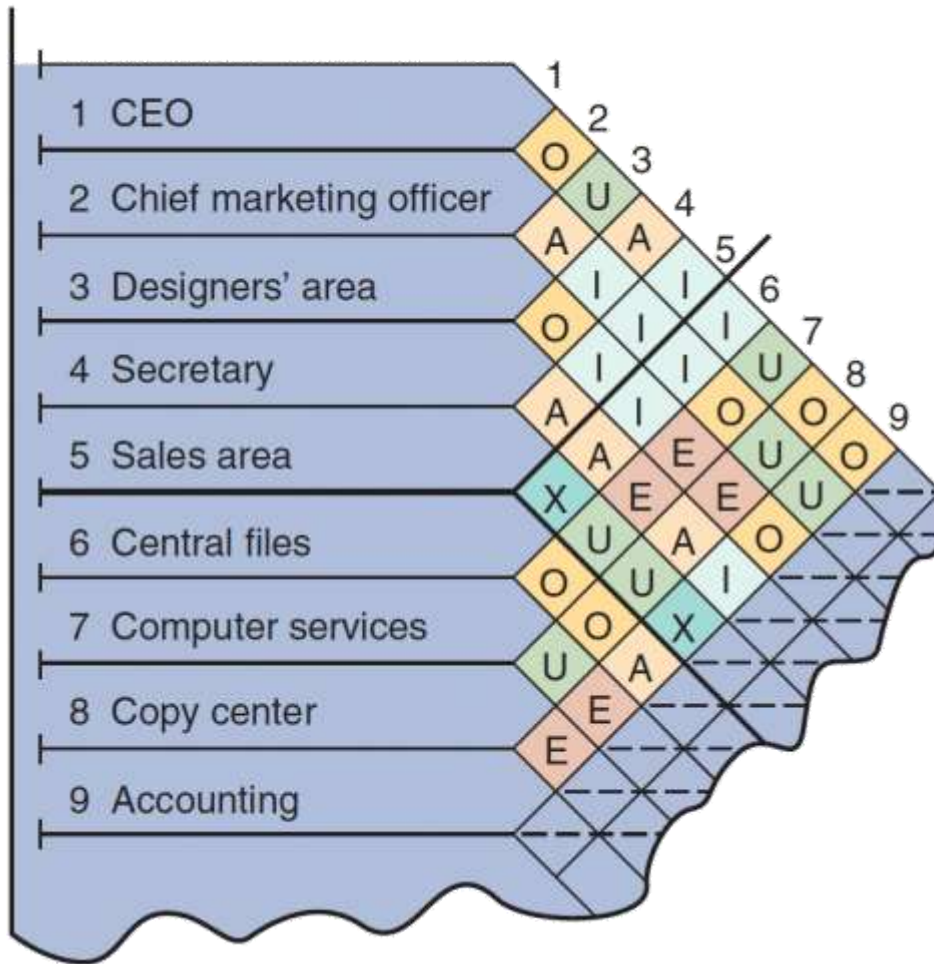
PARAGUAYO
ALEMANA

- La agrupación de los trabajadores, sus equipos y espacios para brindar comodidad, seguridad y circulación de la información
- El movimiento de la información es la principal distinción
- Típicamente están en cambio continuo debido a los frecuentes cambios tecnológicos



GRÁFICA DE RELACIONES DE OFICINAS

PARAGUAYO
ALEMANA



Value	CLOSENESS
A	<u>A</u> bsolutely necessary
E	<u>E</u> specially important
I	<u>I</u> mportant
O	<u>O</u> rdinary OK
U	<u>U</u> nimportant
X	<u>N</u> ot desirable

Figure 9.1 Pag. 411



DISTRIBUCIÓN DE OFICINAS

PARAGUAYO
ALEMANA

- Aspectos físicos y sociales
 - Proximidad
 - Privacidad
 - Accesos
- Tendencias principales
 - Tecnología Información y Comunicación (TIC's)
 - Necesidades de espacio y servicios dinámicos



DISTRIBUCIÓN DE TIENDAS

PARAGUAYO
ALEMANA

- El objetivo es maximizar la rentabilidad por metro cuadrado del espacio
- Las ventas y la rentabilidad varían directamente con la exposición al cliente



CINCO IDEAS PARA DETERMINAR EL ARREGLO GLOBAL DE MUCHAS TIENDAS

PARAGUAYO
ALEMANA

1. Localizar elementos de altas ventas en la periferia de la tienda.
2. Utilice lugares prominentes para artículos de alto impulso y de alto margen.
3. Distribuir los artículos poderosos a ambos lados de un pasillo y dispersarlos para aumentar la visualización de otros elementos.
4. Utilice los finales de pasillo porque tienen alto índice de exposición.
5. Transmitir la misión de la tienda a través del cuidadoso posicionamiento del departamento más importante.



DISTRIBUCIÓN DE TIENDAS

PARAGUAYO
ALEMANA

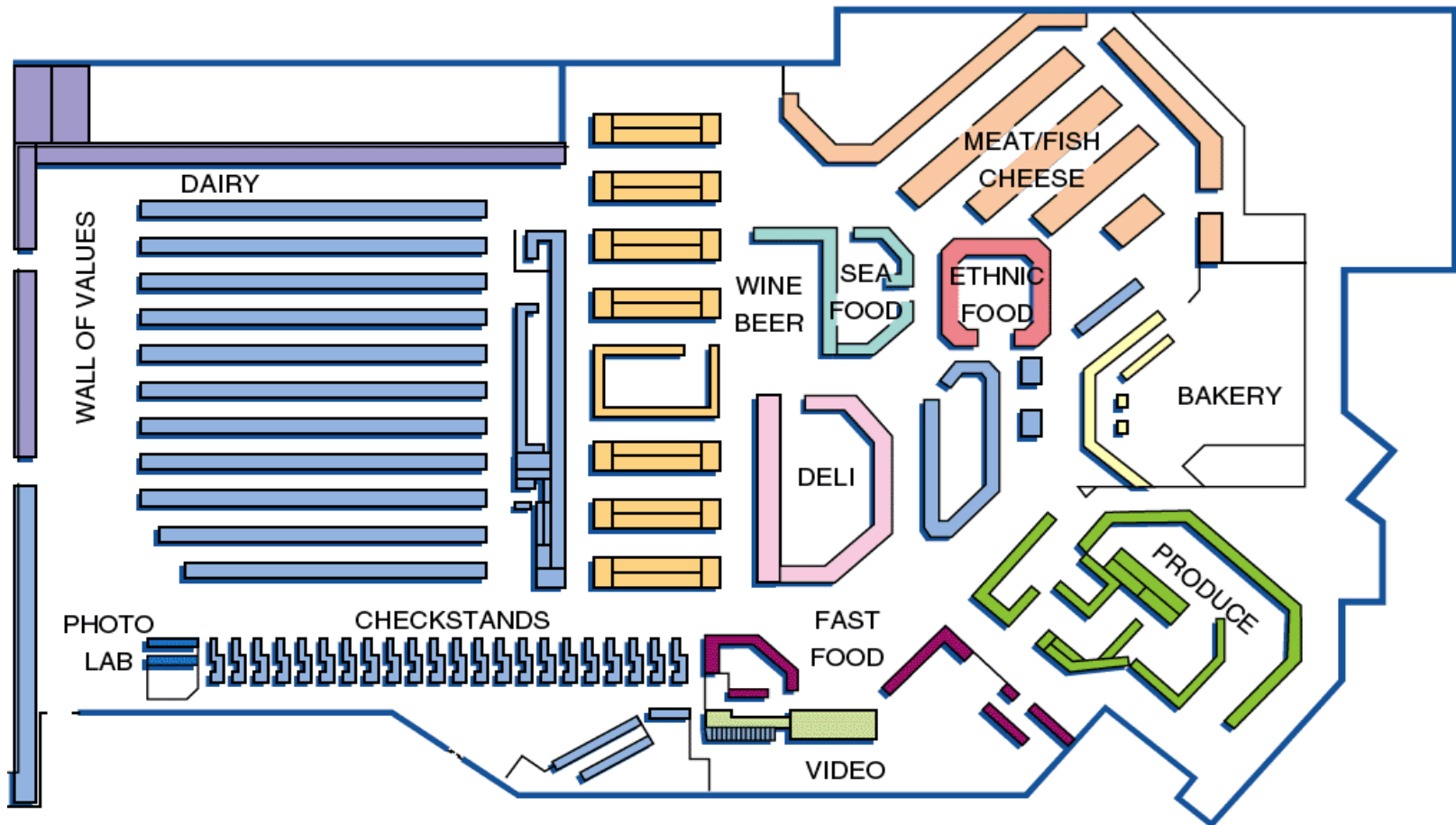


Figure 9.2 Pag. 413



TARIFAS DE INSERCIÓN

PARAGUAYO
ALEMANA

- Los fabricantes pagan tarifas a los minoristas para que muestren sus productos.
- Factores que contribuyen:
 - Espacio limitado en el estante
 - Un número creciente de nuevos productos
 - Mejor información sobre las ventas a través de la recolección de datos POS
 - Control más estricto del inventario



ENTORNO DE SERVICIO

PARAGUAYO
ALEMANA

1. *Condiciones ambientales* - características de fondo tales como iluminación, sonido, olor y temperatura
2. *Disposición espacial y funcionalidad* - implican la planificación de rutas de circulación del cliente, las características de pasillo y la agrupación de productos
3. *Signos, símbolos y artefactos* - características de diseño del establecimiento con un significado social. (áreas alfombradas)



DISTRIBUCIONES DE ALMACENES Y ALMACENAMIENTO

PARAGUAYO
ALEMANA

- El objetivo es encontrar el intercambio óptimo entre los costes de manipulación y los costes asociados con el espacio de almacén.
- Maximizar la utilización total del área de almacén - utilice su volumen completo mientras mantiene bajos costos de manipulación de materiales.



DISTRIBUCIONES DE ALMACENES Y ALMACENAMIENTO

PARAGUAYO
ALEMANA

Costos de Manejo de Materiales

- Todos los costos asociados con la transacción
 - Transporte de entrada
 - Almacenamiento
 - Encontrar y mover material
 - Transporte de salida
 - Equipo, personas, material, supervisión, seguro, depreciación
- Minimiza los daños y deterioro



DISTRIBUCIONES DE ALMACENES Y ALMACENAMIENTO

PARAGUAYO
ALEMANA

- La densidad del almacén tiende a variar inversamente con el número de diferentes artículos almacenados.
- Los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (ASRS's) pueden mejorar significativamente la productividad del almacén en aproximadamente un 500%.
- La ubicación de los muelles es un elemento de diseño clave.



OM in Action

Amazon Lets Loose the Robots

Amazon's robot army is falling into place. The Seattle online retailer has outfitted several U.S. warehouses with over 10,000 short, orange, wheeled Kiva robots that move stocked shelves to workers, instead of having employees seek items amid long aisles of merchandise. This is similar to the introduction of the moving assembly line with cars moving down the line, rather than the employee moving from workstation to workstation.

At a 1.2-million-square-foot warehouse in Tracy, California, Amazon has replaced 4 floors of fixed shelving with the robots. Now, "pickers" at the facility stand in one place, and robots bring 4-foot-by-6-foot shelving units to them, sparing them what amounted to as much as 20 miles a day of walking through the warehouse. Employees at robot-equipped warehouses are now expected to pick and scan at least 300 items an hour, compared with 100 under the old system.

At the heart of the robot rollout is Amazon's relentless drive to compete with the immediacy of shopping at brick-and-mortar retailers by improving the efficiency of its logistics. If Amazon can shrink the time it takes to sort and pack goods at its 80 U.S. warehouses, it can guarantee same-day or overnight delivery for more products to more customers.



North Berger/Reuters

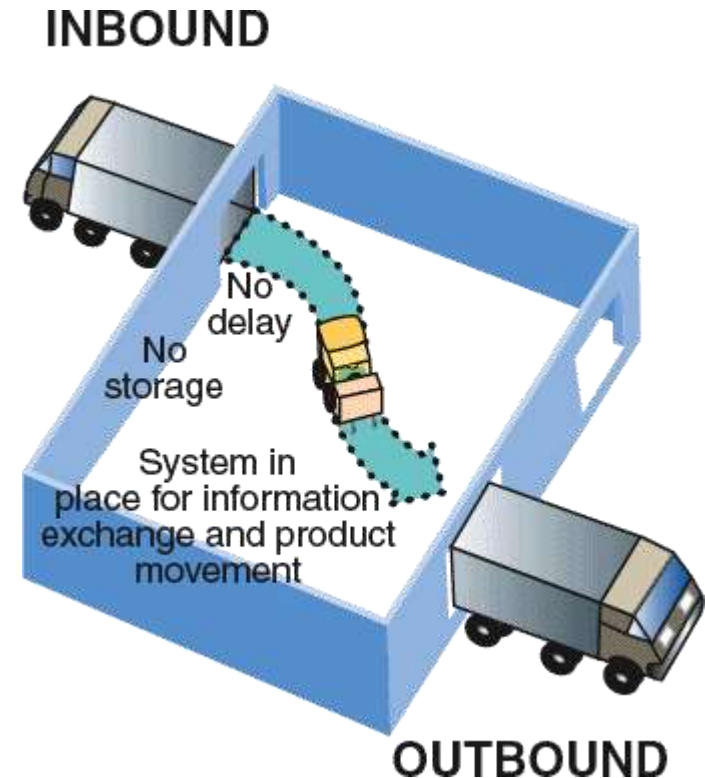
The robots save Amazon \$400–\$900 million a year in fulfillment costs by reducing the number of times a product is "touched." The Kiva robots pare 20% to 40% from the average \$3.50-to-\$3.75 cost of sorting, picking, and boxing an order.

Sources: *The Wall Street Journal* (Nov. 20, 2014) and (Dec. 9, 2013).



ALMACENAMIENTO CRUZADO

- Los materiales se trasladan directamente de la recepción a la línea de ensamblaje y no se colocan en el almacén
- Requiere una programación estricta e identificación precisa de los productos entrantes.



ALMACENAMIENTO ALEATORIO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Normalmente requiere sistemas de identificación automática (AIS) y sistemas de información eficaces
- Permite un uso más eficiente del espacio
- Tareas clave
 1. Mantener lista de ubicaciones “abierta”
 2. Mantener registros precisos
 3. Secuencia de artículos para minimizar el tiempo de traslado requerido para recoger órdenes
 4. Combinar pedidos para reducir los tiempos de recolección.
 5. Asignar clases de elementos a áreas particulares



PERSONALIZACIÓN

PARAGUAYO
ALEMANA

- Actividades de valor añadido realizadas en el almacén
- Habilitar estrategias de respuesta rápida y de bajo costo
 - Montaje de componentes
 - Instalaciones de software
 - Reparaciones
 - Etiquetado y embalaje personalizados



DISTRIBUCIÓN DE POSICIÓN FIJA

PARAGUAYO
ALEMANA

- El producto permanece en un solo lugar
- Trabajadores y equipos llegan al sitio
- Problemas
 - Espacio limitado en el sitio
 - Diferentes materiales necesarios en diferentes etapas del proyecto
 - El volumen de materiales necesarios es dinámico



ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS

PARAGUAYO
ALEMANA

- Tanto como sea posible, el proyecto se lleva a cabo fuera del sitio en una instalación orientada a productos
- Esto puede mejorar significativamente la eficiencia pero sólo es posible cuando múltiples unidades similares necesitan ser creadas



DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Al igual que las máquinas y equipos, los procesos se pueden agrupar
- Distribución flexible y capaz de manejar una gran variedad de productos o servicios
- La programación y configuración puede ser difícil, el manejo del material y los costos laborales pueden ser altos



DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

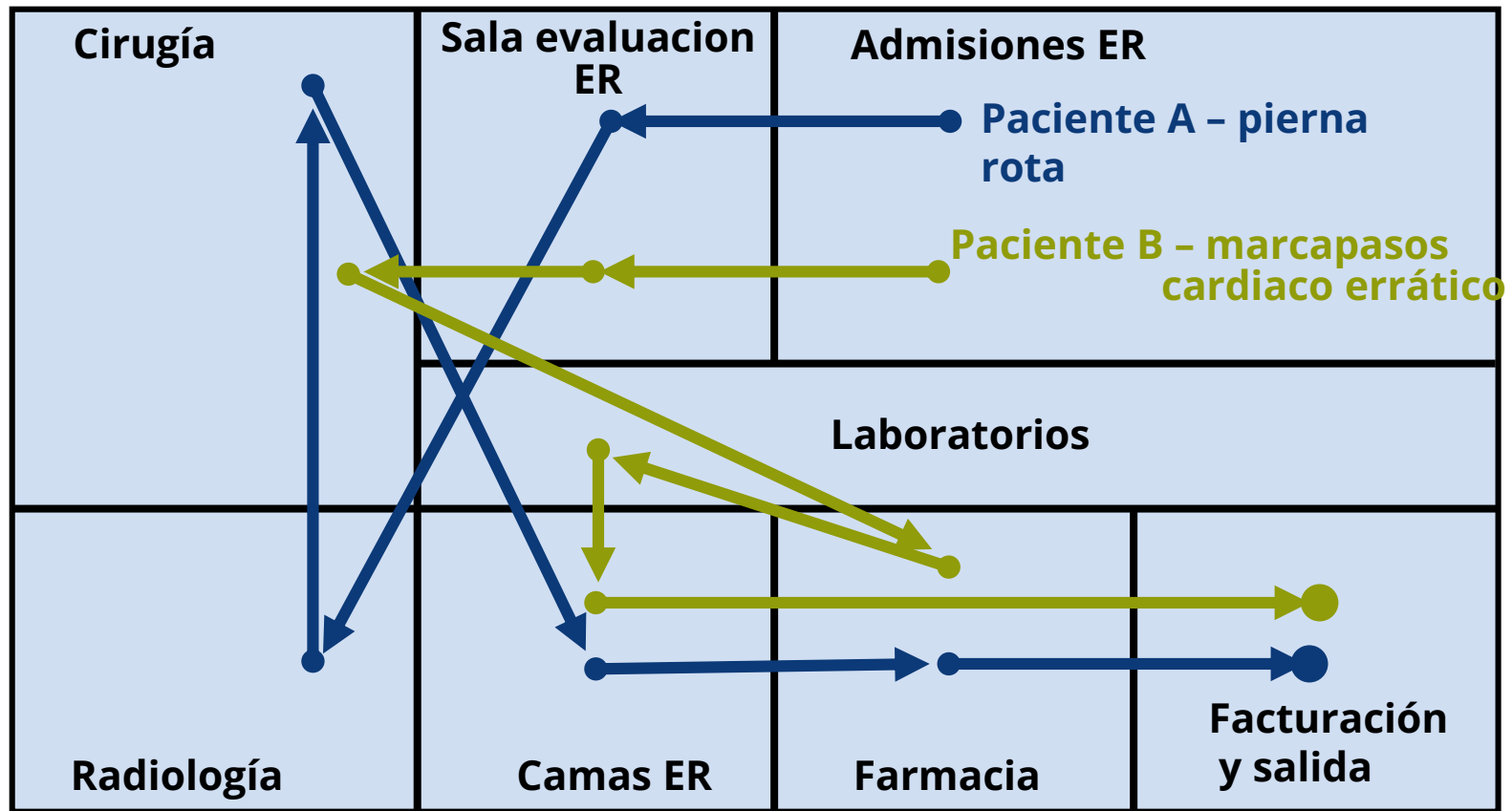


Figure 9.3 Pag. 418



DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Organizar los centros de trabajo para minimizar los costos de manejo de materiales
- Los elementos de coste básicos son
 - Número de cargas (o personas) que se mueven entre centros
 - Las distancia de las cargas (o personas) se mueven entre centros



DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

$$\text{Minimizar el costo} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij} \quad \text{Equation 9-1 Pag. 418}$$

Donde

- n = número total de centros de trabajo o departamentos
- i, j = departamentos individuales
- X_{ij} = número de cargas transportadas del departamento i al departamento j
- C_{ij} = costo de llevar una carga del departamento i al departamento j



EJEMPLO: DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UN PROCESO

Organizar seis departamentos en una fábrica para minimizar los costos de manipulación de materiales. Cada departamento tiene 20 x 20 metros y el edificio tiene 60 metros de largo y 40 metros de ancho.

1. Construir una "matriz desde - hasta"
2. Determinar los requisitos de espacio
3. Desarrollar un diagrama esquemático inicial
4. Determine el costo del diseño
5. Trate de mejorar el diseño
6. Preparar un plan detallado



EJEMPLO: DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UN PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

Número de cargas por semana

Department	Assembly	Painting	Machine	Receiving
Shipping Testing	(1)	(2)	Shop (3)	(4)
(5)	(6)			
	0	20	50	100
Assembly (1)				
			30	50
Painting (2)				
	10	0		
Machine Shop (3)				
	0	100		20
Receiving (4)				
Shipping (5)	50	0		
Testing (6)				
				0

Los grandes flujos entre 1 y 3 y entre 3 y 6 son evidentes de inmediato. Por lo tanto, los departamentos 1, 3 y 6 deben estar cerca uno del otro.



EJEMPLO: DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UN PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

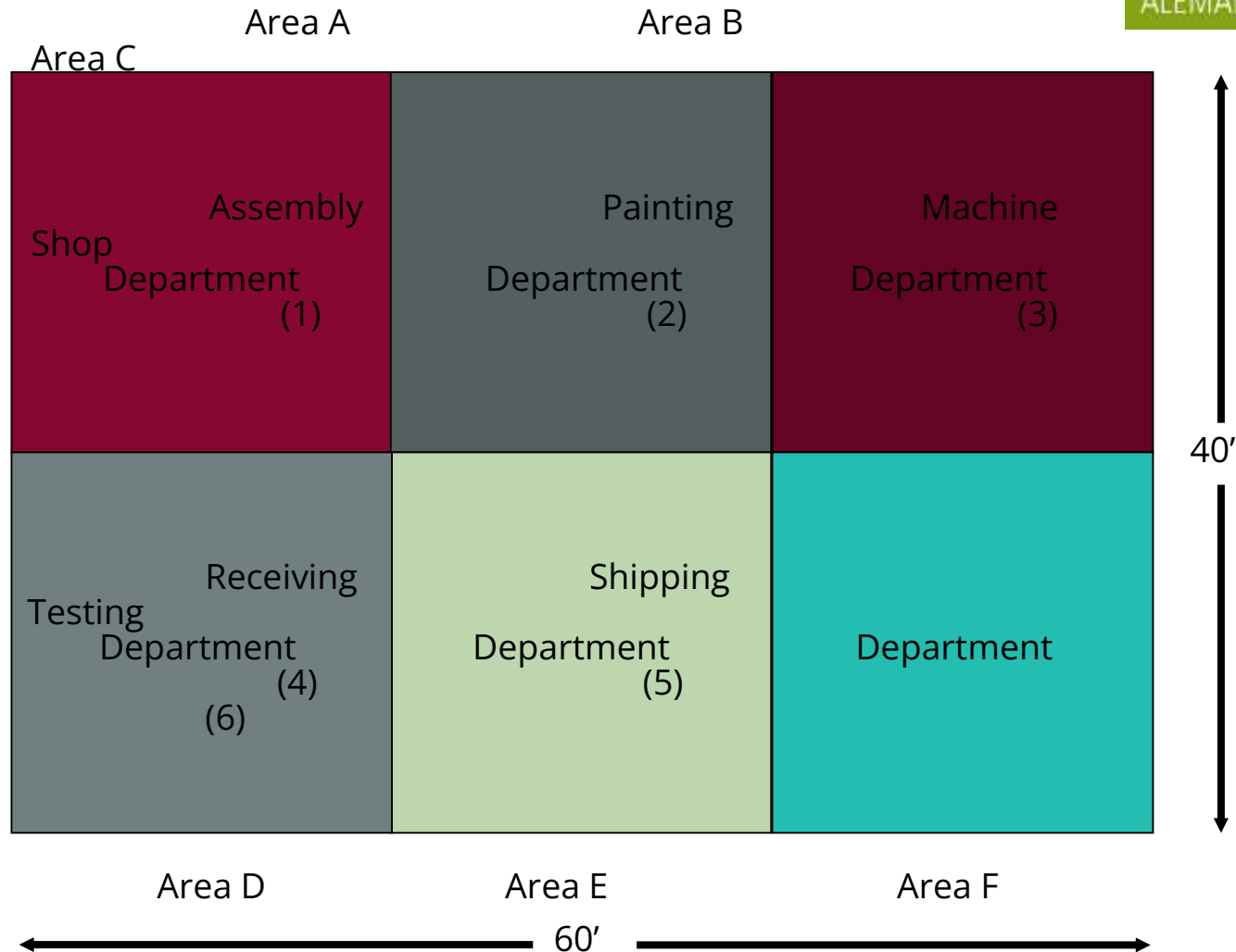


Figure 9.5 Pag. 419



EJEMPLO: DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UN PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

Diagrama esquemático inicial

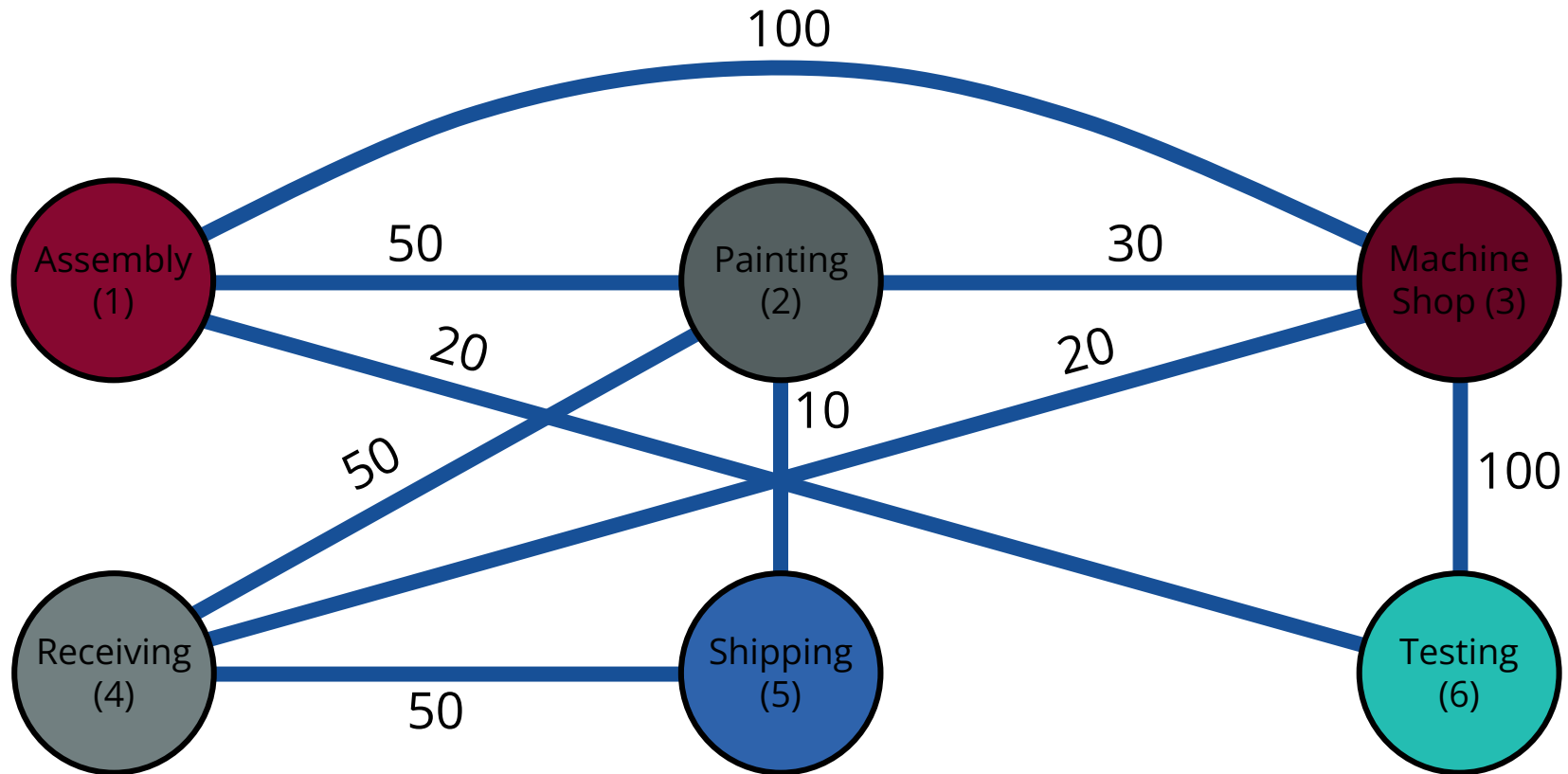


Figure 9.6 Pag. 419



EJEMPLO: DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UN PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

Determinar el costo de la distribución

$$\text{Costo} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$$

El costo de mover una carga entre departamentos adyacentes se ha estimado en \$1. Mover una carga entre departamentos no adyacentes cuesta \$2. Las áreas que están en diagonal entre sí, como 2 y 4, se tratan como adyacentes.

$$\begin{aligned} \text{Costo} = & \quad \$50 \quad + \quad \$200 \quad + \quad \$40 \\ & \quad \quad \quad (1 \text{ and } 2) \quad \quad \quad (1 \text{ and } 3) \\ & \quad \quad \quad (1 \text{ and } 6) \\ & \quad + \quad \$30 \quad + \quad \$50 \quad + \\ & \$10 \quad \quad \quad (2 \text{ and } 3) \quad \quad \quad (2 \text{ and } 4) \\ & \quad \quad \quad (2 \text{ and } 5) \\ & \quad + \quad \$40 \quad + \quad \$100 \quad + \end{aligned}$$

Example 1 Pag. 420

\$50



EJEMPLO: DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UN PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

Diagrama esquemático revisado (por prueba y error)

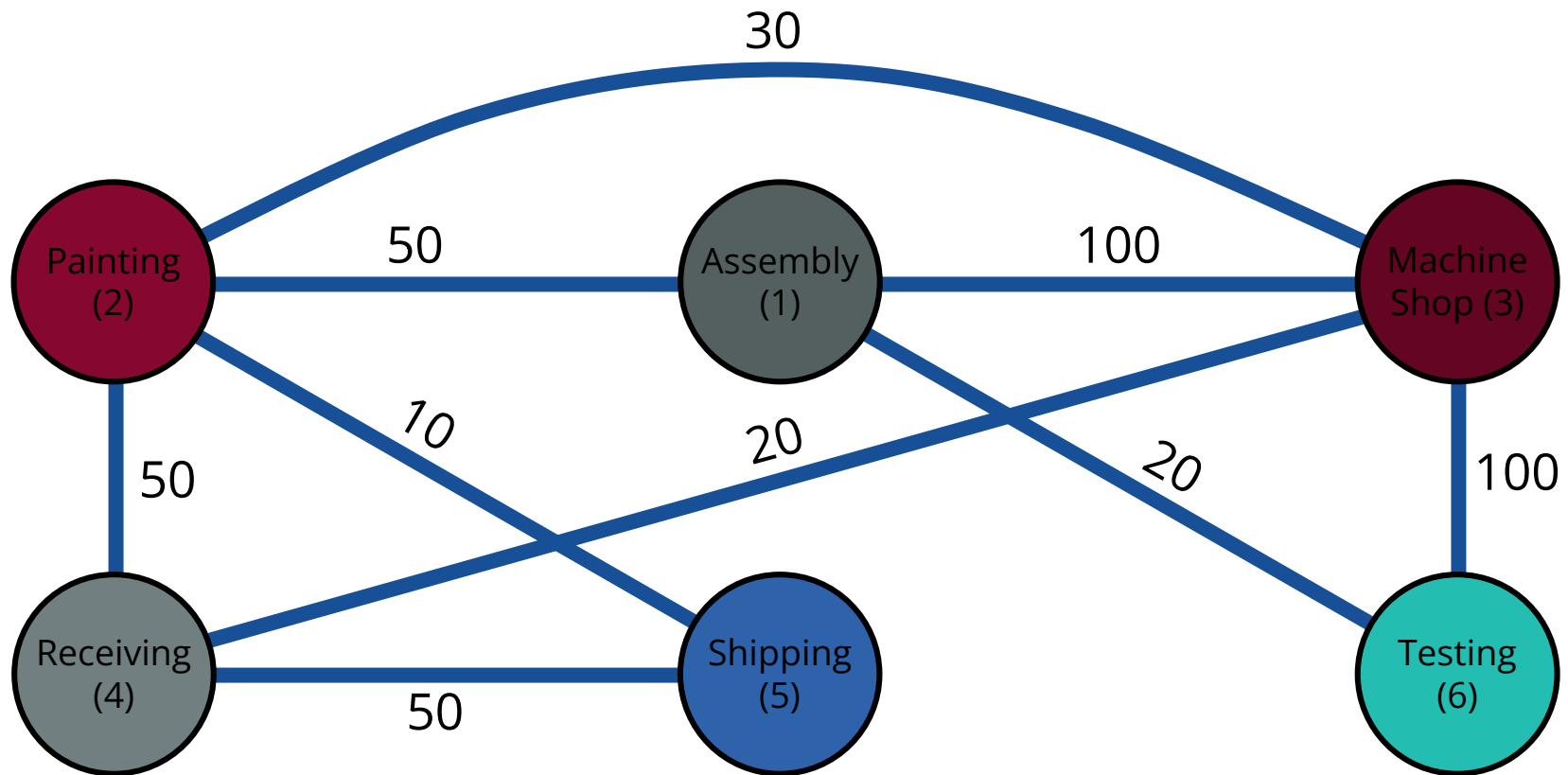


Figure 9.7 Pag. 420



PARAGUAYO
ALEMANA

Costo = \$50 + \$100
+ \$20
(1 and 2) (1
and 3) (1 and 6)
+ \$60 +
\$50 + \$10
(2 and 3) (2
and 4) (2 and 5)

Pag. 420 + \$40 +
 \$100 + \$50



EJEMPLO: DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UN PROCESO

PARAGUAYO
ALEMANA

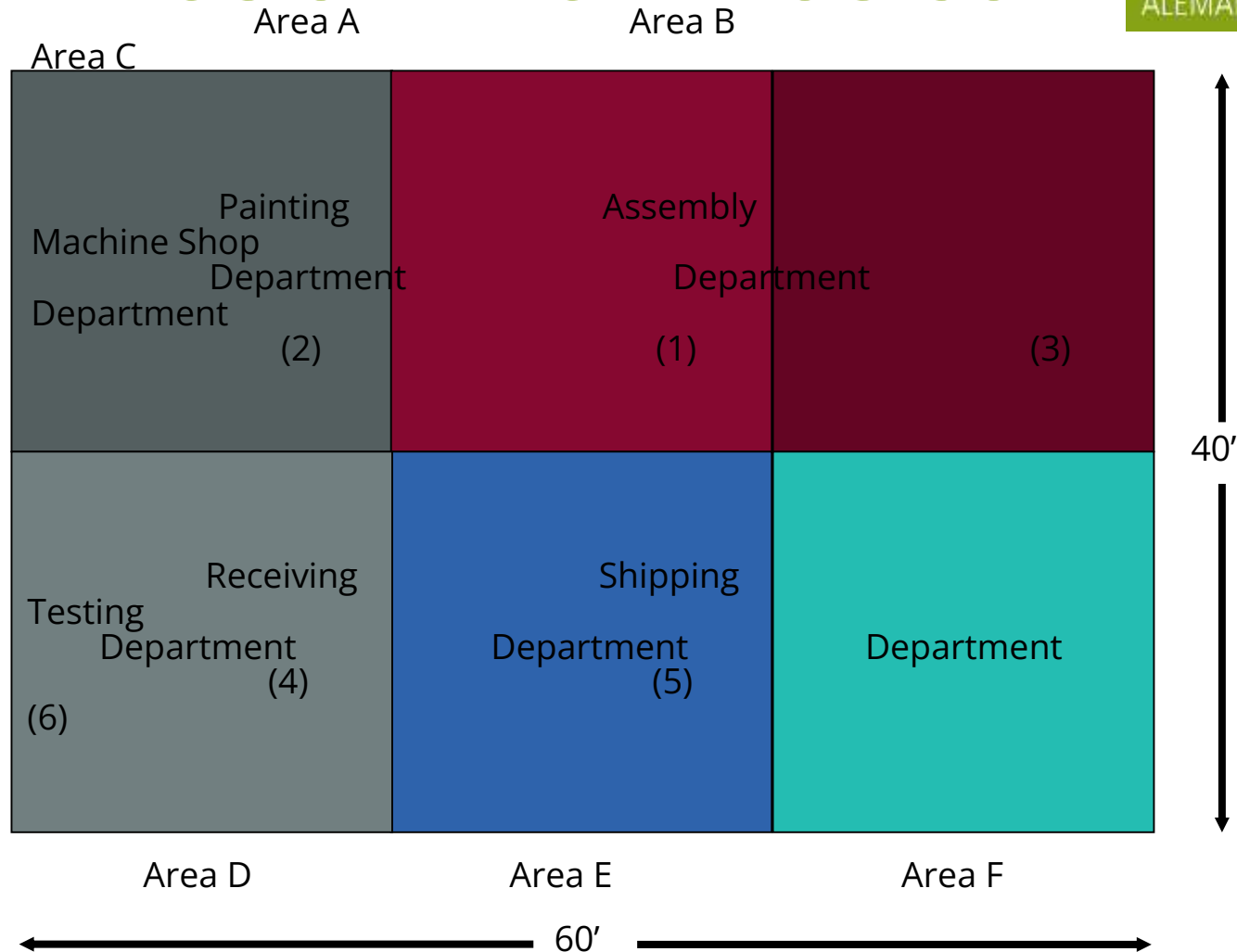


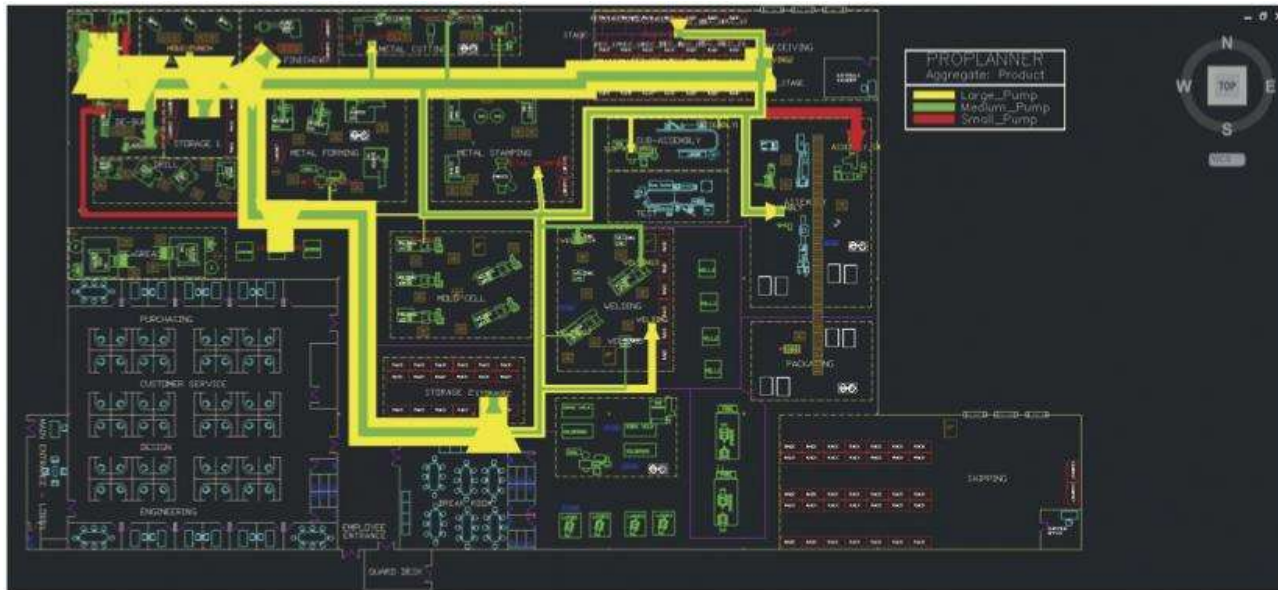
Figure 9.8 Pag. 421



SOFTWARE DE COMPUTADORA

PARAGUAYO
ALEMANA

- El software de visualización tridimensional permite a los gerentes ver posibles diseños y evaluar el proceso, el manejo de materiales, la eficiencia y las cuestiones de seguridad.



CELDAS DE TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Reorganiza personas y máquinas en grupos para centrarse en productos individuales o grupos de productos
- Es necesario identificar los productos que tienen características similares para celdas particulares
- El volumen debe justificar las celdas
- Las celdas se pueden reconfigurar si cambia el diseño o cambia el volumen



VENTAJAS DE TRABAJAR EN CELDAS DE TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA

1. Reducción del inventario de trabajo en proceso
2. Menos espacio requerido
3. Inventarios reducidos de materias primas y productos terminados
4. Reducción del costo directo de mano de obra
5. Mayor sentido de la participación de los empleados
6. Mayor utilización de equipo y maquinaria
7. Reducción de la inversión en maquinaria y equipo



REQUERIMIENTOS DE LAS CELDAS DE TRABAJO

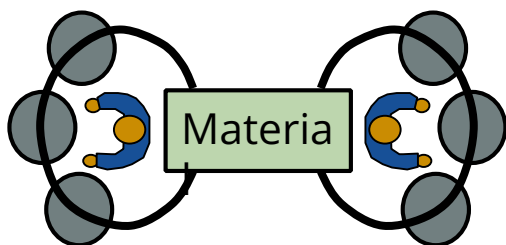
PARAGUAYO
ALEMANA

- Identificación de familias de productos
- Un alto nivel de formación, flexibilidad y empoderamiento de los empleados
- Ser autónomo con sus propios equipos y recursos
- Pruebas (poka-yoke) en cada estación de la celda

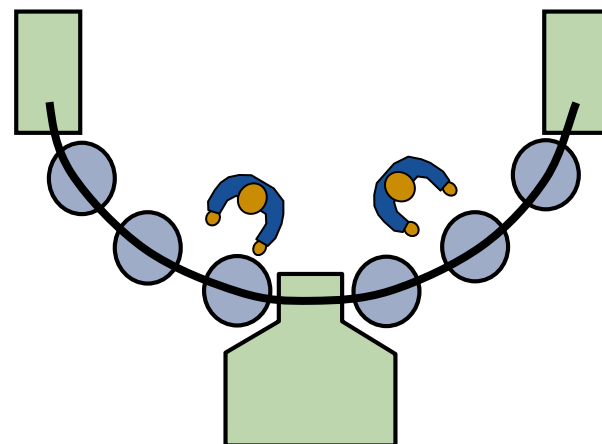


MEJORA DE DISTRIBUCIONES MEDIANTE CELDAS DE TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA



Distribución actual de trabajadores en pequeñas áreas cerradas. La producción no aumentará sin un tercer trabajador.

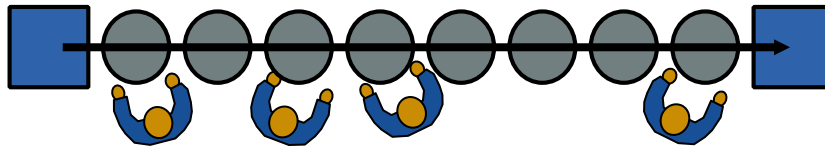


Distribución mejorada los trabajadores con capacitación cruzada pueden ayudarse entre sí. Es posible agregar un tercer trabajador cuando se requiera aumentar la producción.

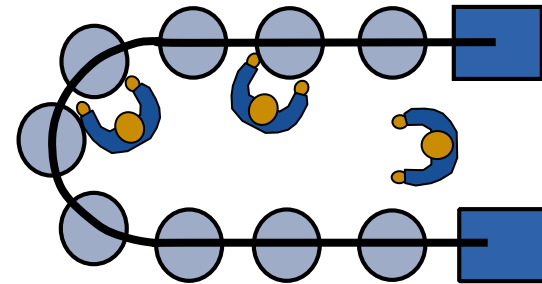


MEJORA DE DISTRIBUCIONES MEDIANTE CELDAS DE TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA



Distribución actual las líneas rectas dificultan el balanceo de las tareas porque quizá el trabajo no se pueda dividir equitativamente.



Distribución mejorada en forma de U, los trabajadores tienen mejor acceso. Los cuatro trabajadores con capacitación cruzada se redujeron a tres.

La línea en forma de U puede reducir los requerimientos de movimiento y espacio del empleado, al tiempo que mejora la comunicación, reduce el número de trabajadores y facilita la inspección



ASIGNACIÓN DE PERSONAL Y BALANCEO DE CELDAS DE TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA

Determinar el Takt time

Es el paso (frecuencia) de unidades de producción necesarias para satisfacer los pedidos del cliente

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Total work time available}}{\text{Units required}} \quad \text{Equation 9-2 Pag. 423}$$

Determinar el número de operadores requeridos

$$\text{Workers required} = \frac{\text{Total operation time required}}{\text{Takt time}} \quad \text{Equation 9-3 Pag. 423}$$

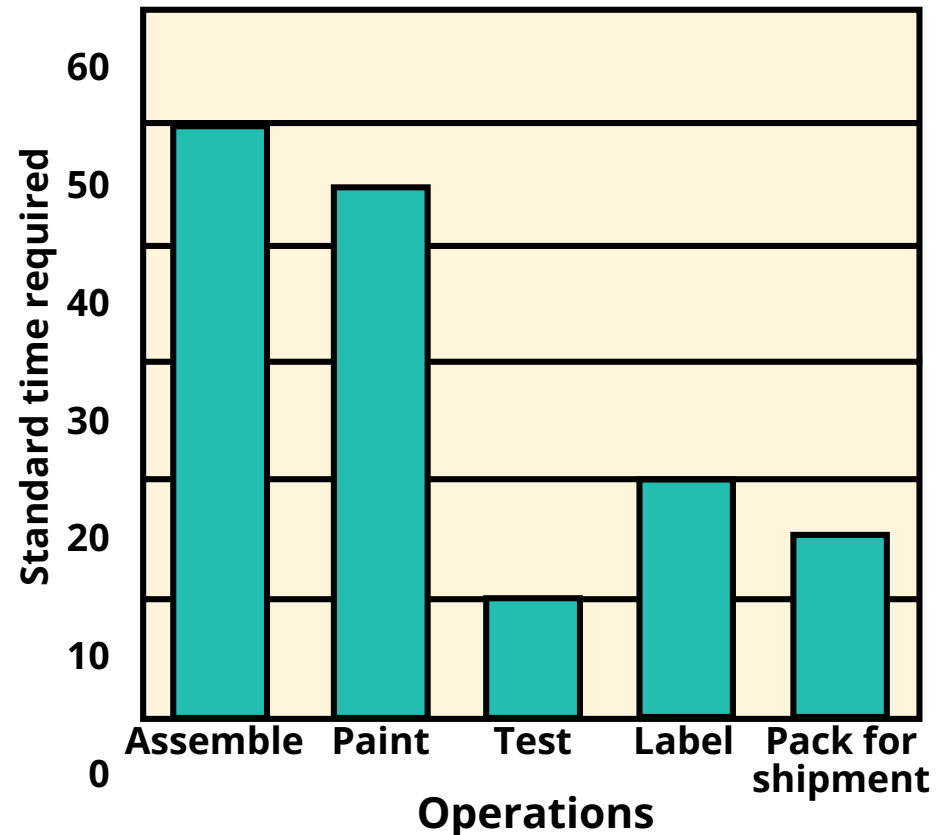


EJEMPLO: ASIGNACIÓN DE PERSONAL A CELDAS DE TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA

La planta Honda requiere **600** espejos por día. La planta que produce los espejos para Honda está programada para trabajar **8** horas al día. La gráfica de balance del trabajo muestra que se necesitan 5 operaciones, para totalizar un tiempo de operación de **140** segundos.

Determinar el Takt time y el número de trabajadores requeridos.



EJEMPLO: ASIGNACIÓN DE PERSONAL A CELDAS DE TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA

$$\text{Takt time} = (8 \text{ hrs} \times 60 \text{ mins}) / 600$$

units

$$\begin{aligned} \text{Trabajadores} &= 0,8 \text{ min} = 48 \text{ seconds} \\ \text{requeridos} &= \frac{\text{Total operation time required}}{\text{Takt time}} \\ &= 140 / 48 = 2,92 \end{aligned}$$



GRÁFICA DE BALANCE DEL TRABAJO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Se utiliza para evaluar los tiempos de operación en las celdas de trabajo
- Puede ayudar a identificar las operaciones cuello de botella
- Empleados flexibles y con capacitación cruzada pueden ayudar a superar una operación cuello de botella
- Los cuellos de botella en las máquinas pueden requerir otros enfoques



CENTRO DE TRABAJO ENFOCADO Y LA FÁBRICA ENFOCADA

PARAGUAYO
ALEMANA

Centro de trabajo enfocado

- Identificar una gran familia de productos similares que tienen una demanda grande y estable
- Mueve la producción de una instalación de propósito general orientada al proceso a una gran celda de trabajo

Fábrica enfocada

- Una celda de trabajo centrada en una instalación separada
- Puede centrarse en la línea de productos, diseño, calidad, introducción de nuevos productos, flexibilidad u otros requisitos



DISTRIBUCIÓN REPETITIVA Y ORIENTADA AL PRODUCTO

PARAGUAYO
ALEMANA

Se organizan alrededor de productos o familias de productos similares de alto volumen y baja variedad.

1. El volumen es adecuado para la utilización exhaustiva del equipo.
2. La demanda del producto es lo suficientemente estable como para justificar una gran inversión en equipo especializado.
3. El producto es estandarizado o se acerca a una fase de su ciclo de vida que justifica la inversión en equipo especializado.
4. El suministro de materias primas y componentes es adecuado y de calidad uniforme (apropiadamente estandarizado) para asegurar que funcionará con el equipo especializado.



DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PRODUCTO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Línea de fabricación
 - Construye componentes en una serie de máquinas
 - Se produce al ritmo de la máquina
 - Requiere cambios mecánicos o de ingeniería para equilibrar
- Línea de ensamble
 - Coloca piezas fabricadas en una serie de estaciones de trabajo
 - Marcado por las tareas del trabajo
 - Equilibrado por tareas móviles



DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PRODUCTO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Línea de fabricación
 - Construye componentes en una serie de máquinas
 - Se produce al ritmo de la máquina
 - Requiere cambios mecánicos o de ingeniería para equilibrar
- Línea de ensamble
 - Coloca piezas fabricadas en el trabajo
 - Marcado por las tareas de
 - Equilibrado por tareas más

Ambos tipos de líneas deben ser balanceadas de modo que el tiempo para realizar el trabajo en cada estación sea el mismo



DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PRODUCTO

PARAGUAYO
ALEMANA

Ventajas

1. El bajo costo variable por unidad usualmente asociado con los productos estandarizados de alto volumen
2. Bajos costos por manejo de materiales
3. La reducción de inventarios de trabajo en proceso
4. Facilidad de capacitación y supervisión
5. Volumen de producción rápida a través de las instalaciones

Desventajas

1. Se requiere un alto volumen debido a la gran inversión necesaria para establecer el proceso
2. Cuando se detiene el proceso en cualquier parte se detiene toda la operación
3. Falta de flexibilidad cuando se maneja una variedad de productos o tasas de producción



LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE HAMBURGUESAS DE McDONALD's

PARAGUAYO
ALEMANA

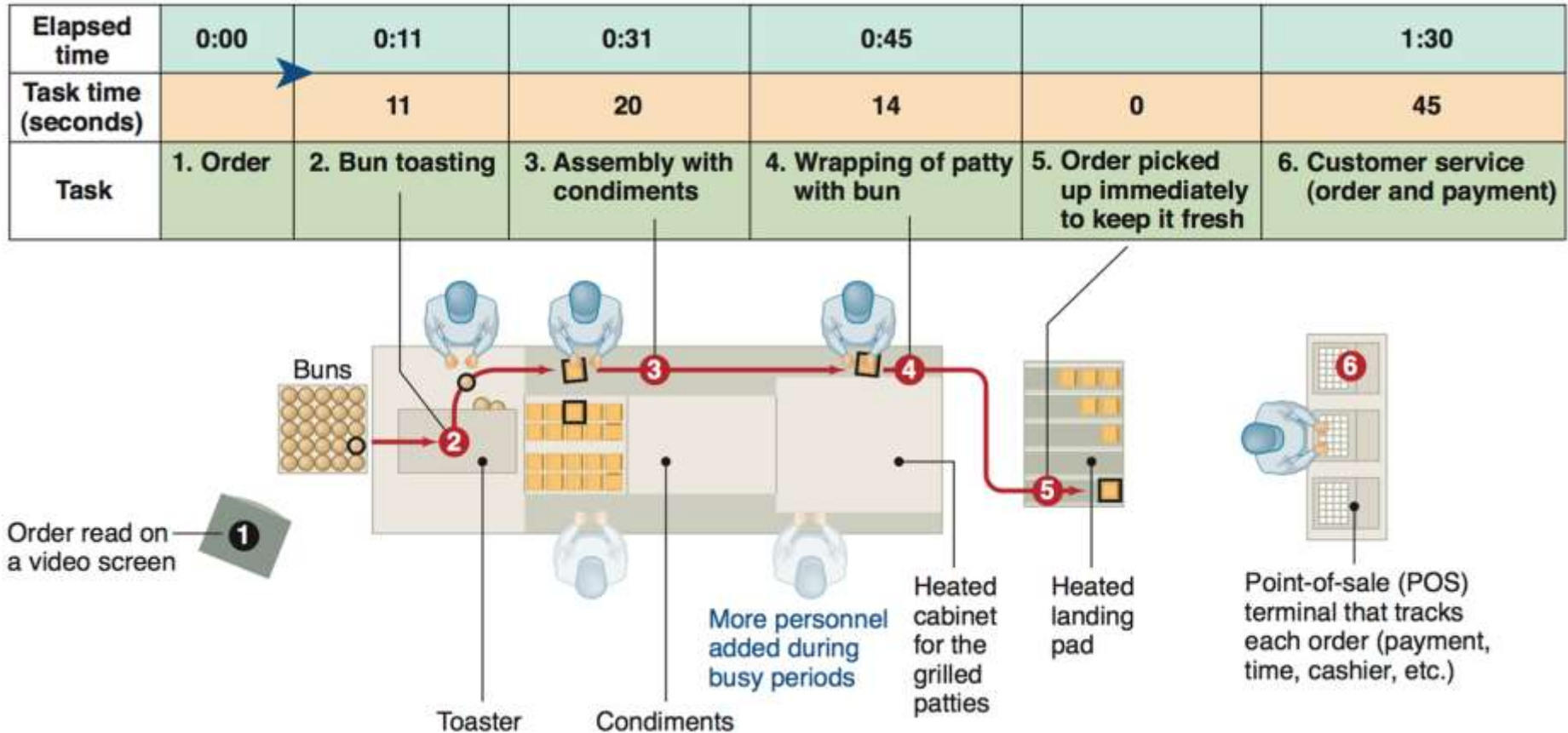


Figure 9.11 Pag. 426



BALANCEO DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE

PARAGUAYO
ALEMANA

- El objetivo es minimizar el desequilibrio entre las máquinas o el personal mientras se satisfacen las necesidades de salida
- Comienza con las relaciones de precedencia
 - Determine el tiempo de ciclo
 - Calcular el número mínimo de estaciones de trabajo teóricas
 - Equilibre la línea mediante la asignación de tareas específicas a las estaciones de trabajo



EJEMPLO: COMPONENTE DE ALA ELECTROSTÁTICA

PARAGUAYO
ALEMANA

TABLE 9.2		Precedence Data for Wing Component	
TASK	ASSEMBLY TIME (MINUTES)	TASK MUST FOLLOW TASK LISTED BELOW	
A	10	–	Esto significa que las tareas B y E no pueden realizarse sino hasta que se termine la tarea A.
B	11	A	
C	5	B	
D	4	B	
E	11	A	
F	3	C, D	
G	7	F	
H	11	E	
I	3	G, H	
Total time		65	

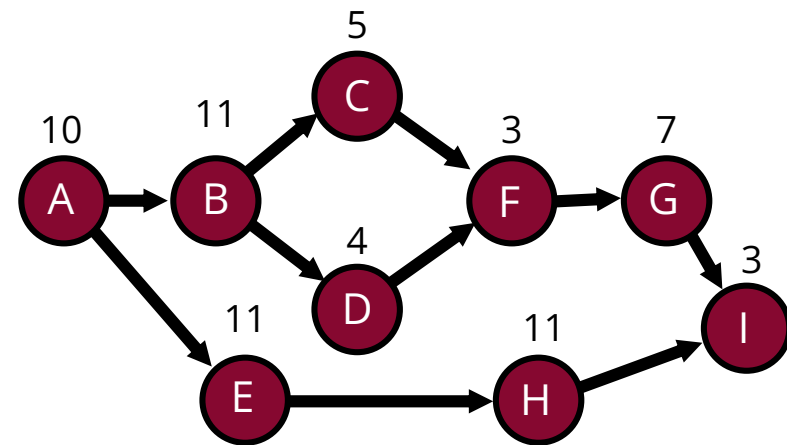


EJEMPLO: COMPONENTE DE ALA ELECTROSTÁTICA

PARAGUAYO
ALEMANA

TABLE 9.2		Precedence Data for Wing Component
TASK	ASSEMBLY TIME (MINUTES)	TASK MUST FOLLOW TASK LISTED BELOW
A	10	–
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	11	A
F	3	C, D
G	7	F
H	11	E
I	3	G, H
Total time		65

480 available mins per day
40 units required



EJEMPLO: COMPONENTE DE ALA ELECTROSTÁTICA

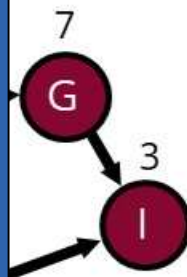
PARAGUAYO
ALEMANA

TABLE 9.2 Precedence Data for Wing Component		
TASK	ASSEMBLY TIME (MINUTES)	TASK MUST FOLLOW TASK LISTED BELOW
A	10	
B	11	
C	5	
D	4	
E	11	
F	3	
G	7	
H	11	
I	3	
Total time		65

480 available mins per day
40 units required

$$\begin{aligned} \text{Cycle time} &= \frac{\text{Production time available}}{\text{Units required}} \\ \text{Equation 9-4 Pag. 428} &= 480 / 40 \\ &= 12 \text{ minutes per unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Minimum number of workstations} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{Time for task } i}{\text{Cycle time}} \\ \text{Equation 9-5 Pag. 428} &= 65 / 12 \\ &= 5.42, \text{ or } 6 \text{ stations} \end{aligned}$$



EJEMPLO: COMPONENTE DE ALA ELECTROSTÁTICA

PARAGUAYO
ALEMANA

480 available mins
per day

40 units required

Cycle time = 12 mins

Minimum
workstations = 5,42 or 6

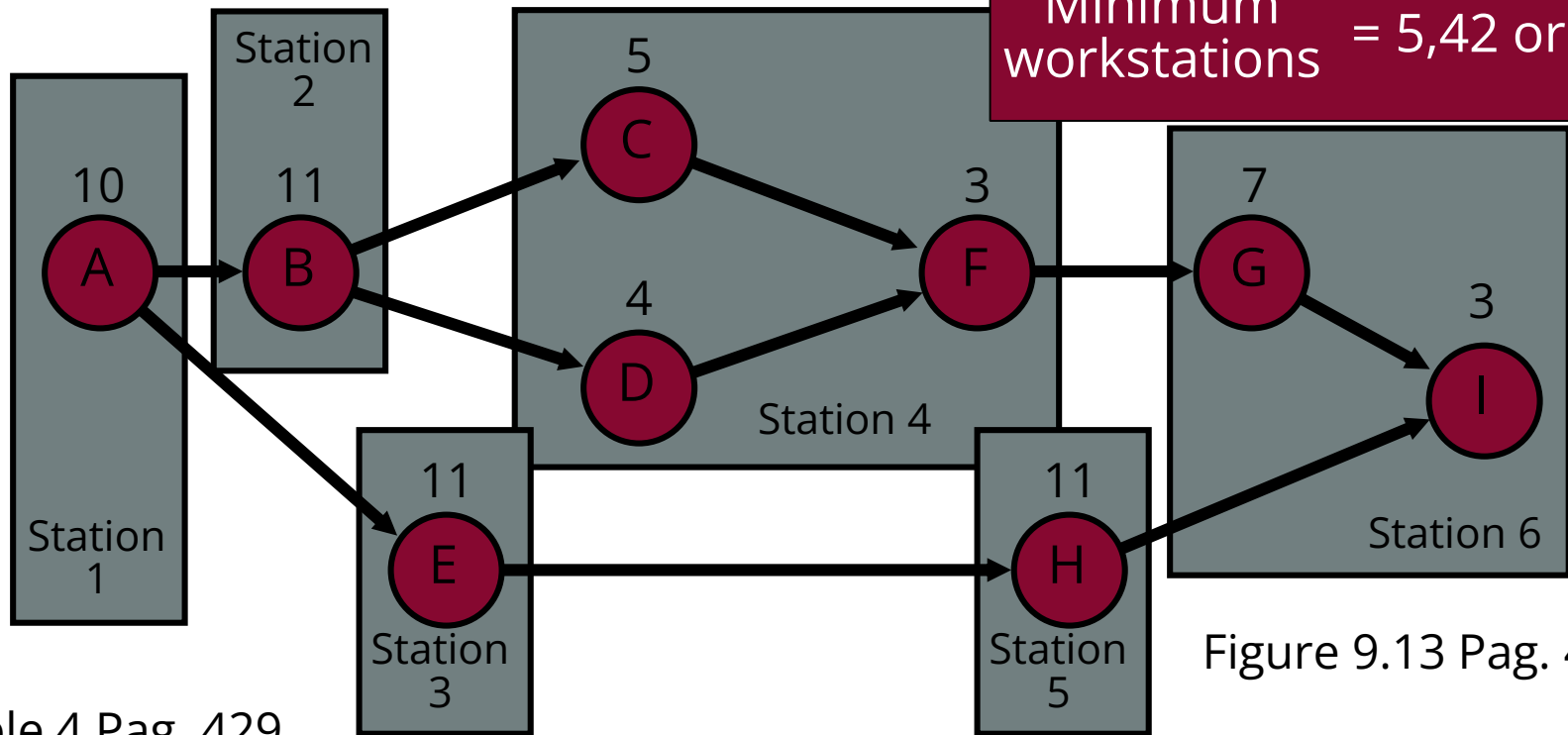


Figure 9.13 Pag. 429



EJEMPLO: COMPONENTE DE ALA ELECTROSTÁTICA

PARAGUAYO
ALEMANIA

TABLE 9.2 Precedence Data for Wing Component		
TASK	ASSEMBLY TIME (MINUTES)	TASK MUST FOLLOW TASK LISTED BELOW
A	10	-
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	11	A

480 available mins per day

40 units required

Cycle time = 12 mins

Minimum workstations = 5,42 or 6

$$\text{Efficiency} = \frac{\sum \text{Task times}}{(\text{Actual number of workstations}) \times (\text{Largest cycle time})}$$

Equation 9-6 Pag. 391

$$= 65 \text{ minutes} / ((6 \text{ stations}) \times (12 \text{ minutes}))$$

$$= 90,3\%$$



Estrategias de distribución de facilidades

Ejercicios

Solved Problem 9.1 Pag. 433

SOLVED PROBLEM 9.1

Aero Maintenance is a small aircraft engine maintenance facility located in Wichita, Kansas. Its new administrator, Ann Daniel, decides to improve material flow in the facility, using the process layout method she studied at Wichita State University. The current layout of Aero Maintenance's eight departments is shown in Figure 9.14.

The only physical restriction perceived by Daniel is the need to keep the entrance in its current location. All other departments can be moved to a different work area (each 10 feet square) if layout analysis indicates a move would be beneficial.

First, Daniel analyzes records to determine the number of material movements among departments in an average month. These data are shown in Figure 9.15. Her objective, Daniel

decides, is to lay out the departments so as to minimize the total movement (distance traveled) of material in the facility. She writes her objective as:

$$\text{Minimize material movement} = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 X_{ij} C_{ij}$$

where X_{ij} = number of material movements per month (loads or trips) moving from department i to department j

C_{ij} = distance in feet between departments i and j (which, in this case, is the equivalent of cost per load to move between departments)

Note that this is only a slight modification of the cost-objective equation shown earlier in the chapter.

Daniel assumes that adjacent departments, such as entrance (now in work area A) and receiving (now in work area B), have a walking distance of 10 feet. Diagonal departments are also considered adjacent and assigned a distance of 10 feet. Nonadjacent departments, such as the entrance and parts (now in area C) or the entrance and inspection (area G) are 20 feet apart, and nonadjacent rooms, such as entrance and metallurgy (area D), are 30 feet apart. (Hence, 10 feet is considered 10 units of cost, 20 feet is 20 units of cost, and 30 feet is 30 units of cost.)

Given the above information, redesign Aero Maintenance's layout to improve its material flow efficiency.

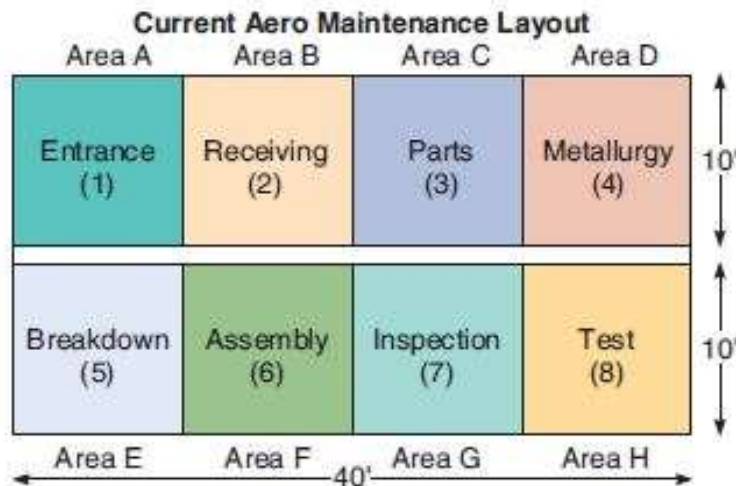


Figure 9.14

Aero Maintenance Layout

Figure 9.14 Pag. 433

PROBLEMA RESUELTO

PARAGUAYO
ALEMANA

Figure 9.15

Number of Material
Movements (Loads) Between
Departments in 1 Month

	Entrance (1)	Receiving (2)	Parts (3)	Metallurgy (4)	Breakdown (5)	Assembly (6)	Inspection (7)	Test (8)	Department
Entrance (1)		100	100	0	0	0	0	0	Entrance (1)
Receiving (2)			0	50	20	0	0	0	Receiving (2)
Parts (3)				30	30	0	0	0	Parts (3)
Metallurgy (4)					20	0	0	20	Metallurgy (4)
Breakdown (5)						20	0	10	Breakdown (5)
Assembly (6)							30	0	Assembly (6)
Inspection (7)								0	Inspection (7)
Test (8)									Test (8)

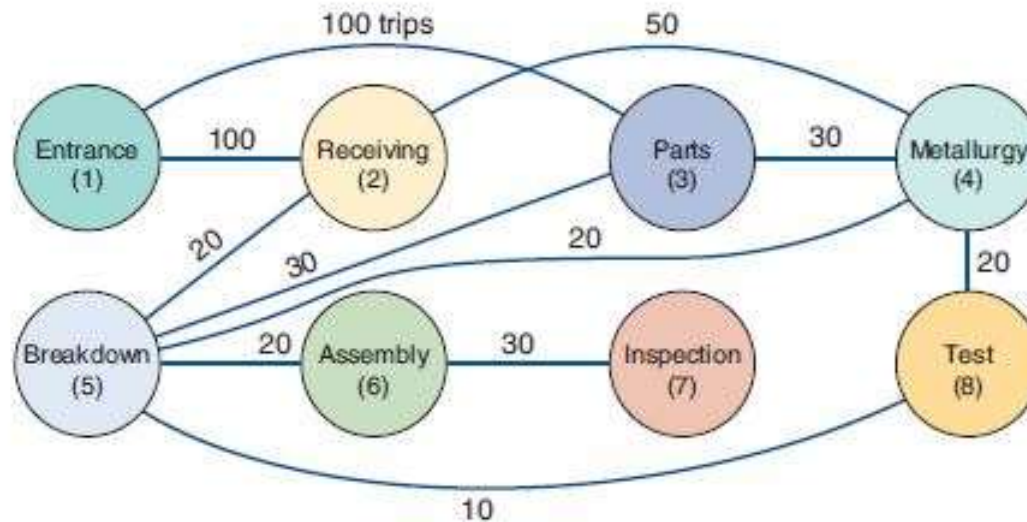
SOLUTION

First, establish Aero Maintenance's current layout, as shown in Figure 9.16. Then, by analyzing the current layout, compute material movement:

$$\begin{aligned}\text{Total movement} &= (100 \times 10') + (100 \times 20') + (50 \times 20') + (20 \times 10') \\ &\quad \begin{matrix} 1 \text{ to } 2 & 1 \text{ to } 3 & 2 \text{ to } 4 & 2 \text{ to } 5 \end{matrix} \\ &+ (30 \times 10') + (30 \times 20') + (20 \times 30') + (20 \times 10') \\ &\quad \begin{matrix} 3 \text{ to } 4 & 3 \text{ to } 5 & 4 \text{ to } 5 & 4 \text{ to } 8 \end{matrix} \\ &+ (20 \times 10') + (10 \times 30') + (30 \times 10') \\ &\quad \begin{matrix} 5 \text{ to } 6 & 5 \text{ to } 8 & 6 \text{ to } 7 \end{matrix} \\ &= 1,000 + 2,000 + 1,000 + 200 + 300 + 600 + 600 \\ &\quad + 200 + 200 + 300 + 300 \\ &= 6,700 \text{ feet} \end{aligned}$$

Figure 9.16

Current Material Flow

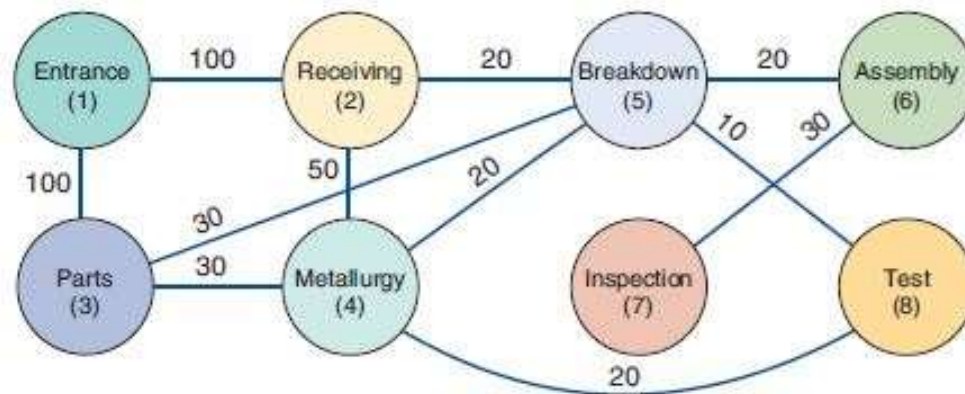


Propose a new layout that will reduce the current figure of 6,700 feet. Two useful changes, for example, are to switch departments 3 and 5 and to interchange departments 4 and 6. This change would result in the schematic shown in Figure 9.17:

$$\begin{aligned}
 \text{Total movement} &= (100 \times 10') + (100 \times 10') + (50 \times 10') + (20 \times 10') \\
 &\quad \begin{array}{cccc}
 & 1 \text{ to } 2 & 1 \text{ to } 3 & 2 \text{ to } 4 & 2 \text{ to } 5 \\
 & + (30 \times 10') & + (30 \times 20') & + (20 \times 10') & + (20 \times 20') \\
 & \quad \begin{array}{cccc}
 & 3 \text{ to } 4 & 3 \text{ to } 5 & 4 \text{ to } 5 & 4 \text{ to } 8 \\
 & + (20 \times 10') & + (10 \times 10') & + (30 \times 10') & \\
 & \quad \begin{array}{ccc}
 & 5 \text{ to } 6 & 5 \text{ to } 8 & 6 \text{ to } 7
 \end{array}
 \end{array} \\
 &= 1,000 + 1,000 + 500 + 200 + 300 + 600 + 200 \\
 &\quad + 400 + 200 + 100 + 300 \\
 &= 4,800 \text{ feet}
 \end{aligned}$$

Do you see any room for further improvement?

Figure 9.17
Improved Layout



PROBLEMA RESUELTO

PARAGUAYO
ALEMANA

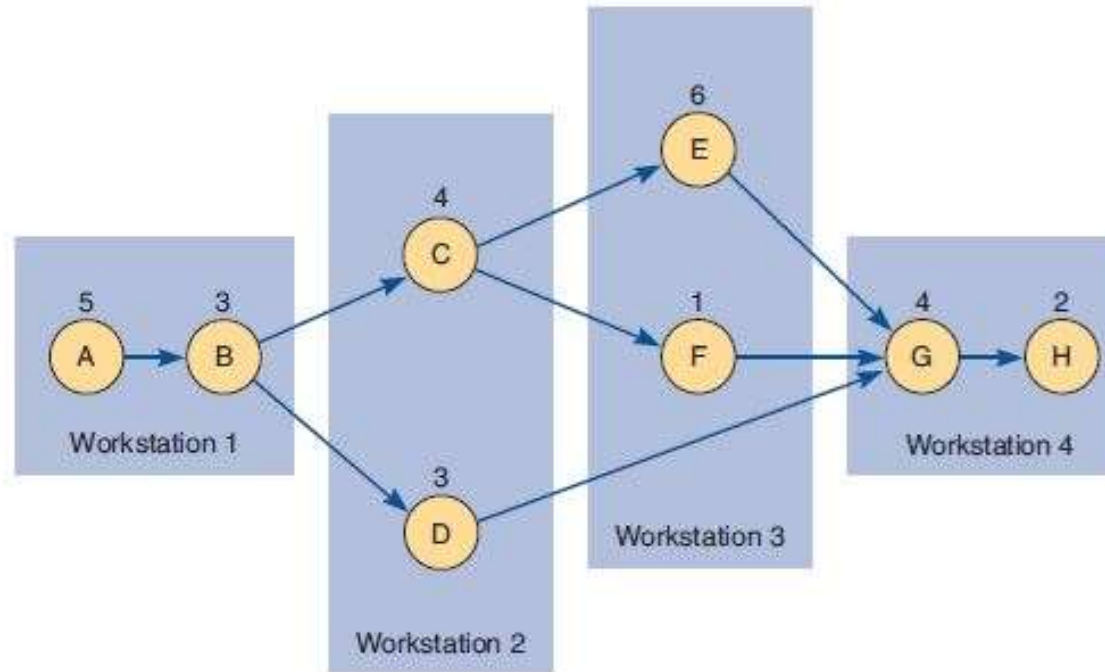
SOLVED PROBLEM 9.2

The assembly line whose activities are shown in Figure 9.18 has an 8-minute cycle time. Draw the precedence graph, and find the minimum possible number of one-person workstations. Then arrange the work activities into workstations so as to balance the line. What is the efficiency of your line balance?

TASK	PERFORMANCE TIME (MINUTES)	TASK MUST FOLLOW THIS TASK
A	5	—
B	3	A
C	4	B
D	3	B
E	6	C
F	1	C
G	4	D, E, F
H	<u>2</u>	G
	28	

Figure 9.18

Four-Station Solution to the Line-Balancing Problem



SOLUTION

The theoretical minimum number of workstations is:

$$\frac{\sum t_i}{\text{Cycle time}} = \frac{28 \text{ minutes}}{8 \text{ minutes}} = 3.5, \text{ or } 4 \text{ stations}$$

The precedence graph and one good layout are shown in Figure 9.18:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Total task time}}{(\text{Actual number of workstations}) \times (\text{Largest assigned cycle time})} = \frac{28}{(4)(8)} = 87.5\%$$

Problems 9.1–9.10 relate to Process-Oriented Layout

•• **9.1** Gordon Miller's job shop has four work areas, A, B, C, and D. Distances in feet between centers of the work areas are:

	A	B	C	D
A	—	4	9	7
B	—	—	6	8
C	—	—	—	10
D	—	—	—	—

Workpieces moved, in hundreds of workpieces per week, between pairs of work areas, are:

	A	B	C	D
A	—	8	7	4
B	—	—	3	2
C	—	—	—	6
D	—	—	—	—

It costs Gordon \$1 to move 1 work piece 1 foot. What is the weekly total material handling cost of the layout? **Px**

•• **9.2** A Missouri job shop has four departments—machining (M), dipping in a chemical bath (D), finishing (F), and plating (P)—assigned to four work areas. The operations manager, Mary Marrs, has gathered the following data for this job shop as it is currently laid out (Plan A).

100s of Workpieces Moved Between Work Areas Each Year Plan A

	M	D	F	P
M	—	6	18	2
D	—	—	4	2
F	—	—	—	18
P	—	—	—	—

Distances Between Work Areas (Departments) in Feet

	M	D	F	P
M	—	20	12	8
D	—	—	6	10
F	—	—	—	4
P	—	—	—	—

It costs \$0.50 to move 1 workpiece 1 foot in the job shop. Marrs's goal is to find a layout that has the lowest material handling cost.

- Determine cost of the current layout, Plan A, from the data above.
- One alternative is to switch those departments with the high loads, namely, finishing (F) and plating (P), which alters the distance between them and machining (M) and dipping (D), as follows:

Distances Between Work Areas (Departments) in Feet Plan B

	M	D	F	P
M	—	20	8	12
D	—	—	10	6
F	—	—	—	4
P	—	—	—	—


What is the cost of *this* layout?

- Marrs now wants you to evaluate Plan C, which also switches milling (M) and drilling (D), below.

Distance Between Work Areas (Departments) in Feet Plan C

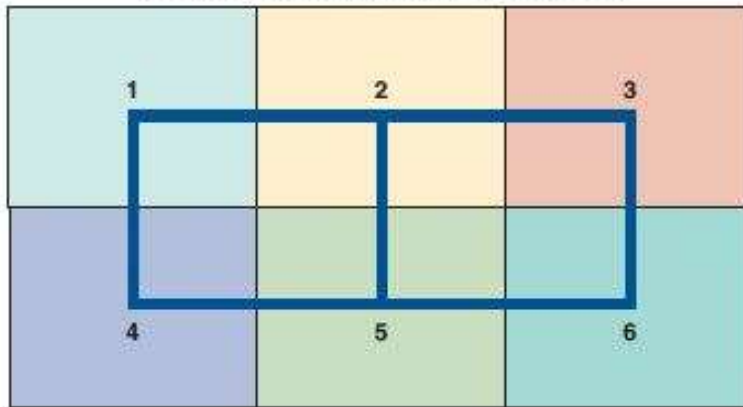
	M	D	F	P
M	—	20	10	6
D	—	—	8	12
F	—	—	—	4
P	—	—	—	—

What is the cost of *this* layout?

- Which layout is best from a cost perspective? 

• • **9.4** Roy Creasey Enterprises, a machine shop, is planning to move to a new, larger location. The new building will be 60 feet long by 40 feet wide. Creasey envisions the building as having six distinct production areas, roughly equal in size. He feels strongly about safety and intends to have marked pathways throughout the building to facilitate the movement of people and materials. See the following building schematic.

Building Schematic (with work areas 1–6)



His foreman has completed a month-long study of the number of loads of material that have moved from one process to another in the current building. This information is contained in the following flow matrix.

Flow Matrix Between Production Processes

TO FROM	MATERIALS	WELDING	DRILLS	LATHES	GRINDERS	BENDERS
Materials	0	100	50	0	0	50
Welding	25	0	0	50	0	0
Drills	25	0	0	0	50	0
Lathes	0	25	0	0	20	0
Grinders	50	0	100	0	0	0
Benders	10	0	20	0	0	0

Finally, Creasey has developed the following matrix to indicate distances between the work areas shown in the building schematic.

Distance Between Work Areas						
	1	2	3	4	5	6
1		20	40	20	40	60
2			20	40	20	40
3				60	40	20
4					20	40
5						20
6						

What is the appropriate layout of the new building? **Px**

•• **9.5** Adam Munson Manufacturing, in Gainesville, Florida, wants to arrange its four work centers so as to minimize interdepartmental parts handling costs. The flows and existing facility layout are shown in Figure 9.19. For example, to move a part from Work Center A to Work Center C is a 60-foot movement distance. It is 90 feet from A to D.

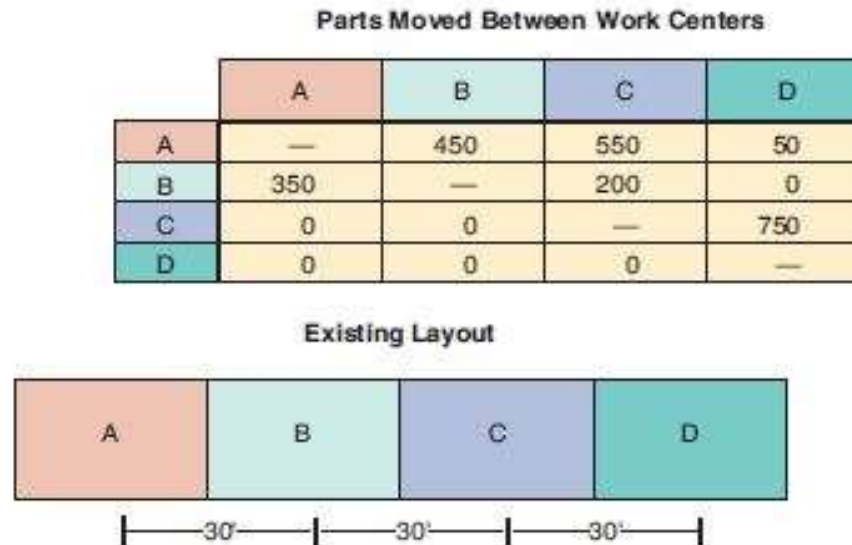


Figure 9.19

Munson Manufacturing

- What is the “load \times distance,” or “movement cost,” of the layout shown?
- Provide an improved layout and compute its movement cost.

Px

Problem 9.11 relates to Work Cells

• • **9.11** After an extensive product analysis using group technology, Leon Bazil has identified a product he believes should be pulled out of his process facility and handled in a work cell. Leon has identified the following operations as necessary for the work cell. The customer expects delivery of 250 units per day, and the workday is 420 minutes.

- a) What is the takt time?
- b) How many employees should be cross-trained for the cell?
- c) Which operations may warrant special consideration?


OPERATION	STANDARD TIME (min)
Shear	1.1
Bend	1.1
Weld	1.7
Clean	3.1
Paint	1.0

Problems 9.12–9.27 relate to Repetitive and Product-Oriented Layout

• • **9.12** Stanford Rosenberg Computing wants to establish an assembly line for producing a new product, the Personal Digital Assistant (PDA). The tasks, task times, and immediate predecessors for the tasks are as follows:

TASK	TIME (sec)	IMMEDIATE PREDECESSORS
A	12	—
B	15	A
C	8	A
D	5	B, C
E	20	D

Rosenberg's goal is to produce 180 PDAs per hour.

- What is the cycle time?
- What is the theoretical minimum for the number of workstations that Rosenberg can achieve in this assembly line?
- Can the theoretical minimum actually be reached when workstations are assigned? 

•• **9.15** The Action Toy Company has decided to manufacture a new train set, the production of which is broken into six steps. The demand for the train is 4,800 units per 40-hour workweek:

TASK	PERFORMANCE TIME (sec)	PREDECESSORS
A	20	None
B	30	A
C	15	A
D	15	A
E	10	B, C
F	30	D, E

- Draw a precedence diagram of this operation.
- Given the demand, what is the cycle time for this operation?
- What is the *theoretical* minimum number of workstations?
- Assign tasks to workstations.

¡GRACIAS POR LA ATENCIÓN!
eladio.martinez@upa.edu.py