

Aprendizaje basado en problemas en Diseño de Sistemas Productivos



Cuaderno del Estudiante

Patxi Ruiz de Arbulo
Enara Zarrabeitia



ÍNDICE

1. CONTEXTO DE LA ASIGNATURA.....	1
1.1. Datos generales de la asignatura.....	1
1.2. Información adicional.....	5
1.3. Contextualización de la implantación	7
2. ACTIVIDADES.....	9
2.1. Consideraciones previas.....	9
2.1.1. Sombreados utilizados a lo largo del documento	9
2.1.2. Cronograma	9
2.2. Subproblemas	11
3. EVALUACIÓN	43
3.1. Rúbrica para las actividades	44
4. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.....	47

1. CONTEXTO DE LA ASIGNATURA

1.1. Datos generales de la asignatura

- **Nombre de la asignatura:** Diseño, planificación y gestión de sistemas productivos y logísticos
- **Titulación:** Grado en Ingeniería en Organización Industrial
- **Curso y cuatrimestre (o anual):** 3er curso, 1er cuatrimestre
- **Nº de créditos ECTS:** 6
- **Modalidades docentes y horas semanales de cada uno de ellos (presenciales y NP):**

Teoría	Prácticas de Aula	Prácticas de Ordenador	Trabajo presencial	Trabajo no presencial estimado	TOTAL
22,5	30	7,5	60	90	150

- **Competencias específicas de la asignatura:**
 - **CE.1:** Proyectar y gestionar sistemas productivos, logísticos y administrativos.
 - **CE.2:** Capacidad para modelar problemas de organización industrial, técnicas de resolución y ayuda a la toma de decisiones: análisis de riesgos, modelado de sistemas, técnicas de optimización y simulación.
 - **CE.3:** Diseñar, implantar, evaluar y gestionar sistemas de calidad.
 - **T1:** Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos e informes en el ámbito de la Ingeniería en Organización Industrial.
 - **T2:** Capacidad para la dirección, de las actividades objeto de los proyectos en el ámbito de la ingeniería de Organización Industrial.
 - **T4:** Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería en Organización Industrial.
- **Resultados de aprendizaje:**
 - **RA1.** Distinguir o clasificar que es la ingeniería de procesos y cómo está relacionada con la ingeniería de producto. Distinguir los distintos procesos productivos según el grado de automatización o la naturaleza del flujo productivo.

- **RA2.** Describir los procesos productivos mediante diagramas de procesos incluyendo sus tiempos.
- **RA3.** Diseñar y rediseñar líneas de producción monoproducción y multiproducción.
- **RA4.** Diseñar un sistema de producción por talleres.
- **RA5.** Minimizar los desperdicios en un proceso productivo mediante lean manufacturing.
- **RA6.** Diseñar un almacén con estanterías.
- **RA7.** Distinguir los tipos de planificaciones de la producción en función del horizonte temporal: plan de ventas y operaciones, plan maestro de producción y programación de la producción.
- **RA8.** Realizar el plan de ventas y operaciones de una empresa. Desarrollar el plan maestro de producción y la planificación de las necesidades de los materiales así como la planificación de su capacidad.
- **RA9.** Elaborar la programación de la producción a muy corto plazo de la empresa.
- **RA10.** Diseñar y rediseñar líneas de producción monoproducción y multiproducción. Aplicando algoritmos heurísticos de equilibrado.
- **RA11.** Elaborar la programación de la producción a muy corto plazo de la empresa utilizando algoritmos óptimos y heurísticos
- **RA12.** Entender y comprender el concepto de calidad

➤ **Temario de la asignatura:**

BLOQUE TEMÁTICO 1. DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS Y LOGISTICOS

Tema 1: Descripción de procesos productivos

- 1.1 – ¿Qué es un proceso?
- 1.2 – La ingeniería y los procesos
- 1.3 – Representación gráfica de los procesos
- 1.4 – Modelos básicos de distribución en planta
- 1.5 – La matriz producto proceso
- 1.6 – Tipos de procesos según la forma en que se satisface la demanda
- 1.7 – El tiempo en los procesos (tiempo de ciclo, tiempo de proceso, *lead time*)
- 1.8 – Lote de proceso. Lote de transferencia

Tema 2: Diseño de procesos de producción orientadas al producto

- 2.1 – Introducción
- 2.2 – Tipos de líneas de montaje
- 2.3 – Equilibrado de líneas de producción. Métodos de equilibrado
- 2.4 – Equilibrado y sincronización de líneas
- 2.5 – Producción multiproducción

Tema 3: Diseño de procesos de producción por talleres o funcional

3.1 – Introducción

3.2 – Diseño de una planta tipo funcional: método de los eslabones.

3.3 – Evaluación de la superficie necesaria de los talleres: método de *Guerchet*

Tema 4: *Lean manufacturing*

4.1 – Introducción

4.2 – Principios básicos de *lean manufacturing*

4.3 – El despilfarro. Tipos

4.4 – Beneficios esperados de la producción ajustada

4.5 – Transición de la gestión convencional a la gestión *lean*

4.6 – Técnicas *lean*

Tema 5: TOC (*Theory of Constraints*)

5.1 – Introducción

5.2 – Teoría de las limitaciones

5.3 – Reglas de la TOC

5.3 – DBR (*Drum, Buffer, Rope* = Tambor, colchón, cuerda)

Tema 6: Diseño de almacenes

6.1 – Introducción

6.2 – Tipos de almacenes

6.3 – Características de los productos

6.4 – Principios de organización de los almacenes

6.5 – El *layout* de los almacenes

6.6 – Cálculo de la capacidad requerida

6.7 – Sistemas de almacenaje

6.8 – Equipos de mantenimiento

6.9 – Diseño de un almacén

Tema 7: Gestión de calidad

7.1 – Introducción

7.2 – Aseguramiento de la calidad: normativa ISO

7.3 – Gestión de la calidad total

BLOQUE TEMÁTICO 2. PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Tema 8: Gestión de *stocks* de demanda independiente

8.1. La toma de decisiones en la empresa

- 8.2. Etapas en el proceso de toma de decisiones
- 8.3. Tipos de decisiones
- 8.4. Enfoques en la toma de decisiones

Tema 9: Planificación agregada

- 9.1 – Objetivo de la planificación agregada o planificación de ventas y operaciones
- 9.2 – Estrategias para la planificación agregada
- 9.3 – Balance de recursos

Tema 10: Plan maestro de producción

- 10.1 – Objetivo del plan maestro de producción
- 10.2 – Horizonte temporal de la programación maestra de la producción
- 10.3 – Metodología básica para desarrollar el programa maestro
- 10.4 – Plan maestro en función del tipo de empresa
- 10.5 – Listas modulares
- 10.6 – Disponible para pedidos

Tema11: MRP (*Material Requirement Planning*)

- 11.1 – Introducción
- 11.2 – Funcionamiento del sistema
- 11.3 – Técnicas de dimensionamiento de lotes

Tema12: Planificación de la capacidad

- 12.1 – Introducción
- 12.2 – Método de factores globales
- 12.3 – Listas de capacidad
- 12.4 – MRPII (*Manufacturing Resources Planning*)

Tema13: Programación de la producción

- 13.1 – Programación y control de la producción en sistemas de fabricación intermitentes
- 13.2 – Carga o asignación
- 13.3 – Secuenciación

Prácticas de ordenador:

Práctica 1: Que es un ERP. Módulos de un ERP (financiero, RRHH, ventas, compras, financiero, controlling, producción, mantenimiento,...). Tarea: alta de artículos y centros de trabajo

Práctica 2: Tareas: representación gráfica de la estructura del producto y creación de órdenes de fabricación manuales.

Práctica 3: Tareas: creación de órdenes de fabricación desde el cliente y creación de órdenes de fabricación desde punto de pedido.

Práctica 4: Tarea: lanzamiento del MRP (*Material Resources Planning*).

Práctica 5: Tarea: programación de la producción.

1.2. Información adicional

La asignatura de Diseño, planificación y gestión de sistemas productivos y logísticos se sitúa dentro del módulo denominado Organización de Empresas. Tiene relación con otras asignaturas del grado de ingeniería en organización industrial que se ubican simultáneamente o con posterioridad en la secuencia formativa. Entre ellas se encuentran:

- Organización del trabajo y factor humano.
- Gestión de la calidad.
- Métodos cuantitativos de gestión I.

La Asignatura Diseño, planificación y gestión de sistemas productivos y logísticos trata de ofrecer una visión global sobre el área de producciones de la empresa. Capacitar al alumno/a para organizar sistemas productivos (por ejemplo, diseñar una línea de montaje), mejorarlos (por ejemplo, rediseñar una línea de montaje, llevar a cabo un nuevo layout o distribución en planta de una empresa, ...) y gestionar los recursos que se ven implicados en las actividades industriales y de servicios de manera racional y sostenible. Por otra parte, también provee al estudiante de competencias para desarrollar labores de planificación de la producción.

La asignatura consta de dos bloques: por un lado, el diseño de los sistemas productivos y logísticos y la gestión de la calidad y por otro, la planificación y control de la producción.

Prerrequisitos: La asignatura no tiene prerrequisitos ni requiere de conocimientos previos.

Desarrollo de la asignatura: El primer bloque de la asignatura (temas 1, 2, 3, 4 y 6) se desarrollará con la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) y el segundo bloque de forma tradicional.

El ABP es una metodología centrada en el aprendizaje y se basa en utilizar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos.

El presente cuaderno del estudiante incluye las actividades ABP propuestas así como el modo de trabajo (individual o en grupo), el tiempo estimado para cada actividad (minutos), si la actividad es presencial o no presencial y si la actividad es evaluable o no.

Cuando se trabaja en grupos (equipos de trabajo cooperativo), los mismos estarán formados por 2-3 personas. Estos grupos se formarán al inicio del curso y serán los mismos en todas las actividades en grupo y se formarán de manera aleatoria. Esta forma de trabajar favorece las interacciones entre los alumnos. El trabajo en equipo es un factor muy a tener en cuenta en el aprendizaje de cualquier materia. Todas las actividades que se realizan en grupo requieren la participación activa de todos los miembros. En algunas actividades será necesario aplicar la técnica puzle de trabajo (los alumnos identifican las distintas tareas necesarias para llevar a cabo la actividad, se las asignan y posteriormente las ponen en común).

Las actividades evaluables se recogerán para su evaluación y corrección. Las actividades no evaluables no se recogerán para su evaluación, pero su realización será necesaria para seguir el ritmo del temario.

PRESENTACIÓN DEL ESCENARIO DE TRABAJO PARA LA METODOLOGÍA ABP

¿Cuál debería ser el tamaño de la planta industrial y cómo debería ser la distribución en planta de la empresa Durbi S.L.?

Problema general

Amaia García y Urko Larrañaga son graduados en ingeniería en Organización Industrial y desde hace más de cinco años trabajan en el sector del juguete. Después de haber trabajado para grandes empresas del sector han decidido emprender su propio negocio de juguetes: helicópteros, coches y camiones.

Han llevado a cabo un análisis exhaustivo del mercado y prevén que, por un lado, la demanda de los helicópteros que fabricarán será muy elevada y, por otro lado, la demanda de los coches y de los camiones será inferior.

Una vez analizada la viabilidad del negocio y constituida la empresa Durbi S.L., en estos momentos desean saber cómo debería de ser el pabellón industrial en el que se llevará a cabo

su negocio. Concretamente, desean saber cuál debería ser el tamaño necesario para la planta industrial, así como la distribución en planta a implantar.

Secuenciación del problema general en subproblemas

- Subproblema 1: ¿Qué tipos de distribución en planta debe seguir la empresa Durbi para cada uno de los productos que fabrica?
- Subproblema 2: ¿Cómo se podría representar el proceso productivo de cada uno de los productos de la empresa Durbi? ¿Se deberían tener en cuenta los distintos tipos de actividad?
- Subproblema 3: ¿Cómo se debería de abordar el diseño de una línea que fabricase uno de los productos? ¿Qué parámetros se deberían tener en cuenta? ¿Cuál es el resultado que se quiere obtener? ¿Y si hay más de un producto a fabricar en la misma línea? ¿Cómo abordarlo?
- Subproblema 4: ¿Cómo se debería de abordar el diseño de una planta distribución tipo taller que fabrique varios productos? ¿Qué parámetros se deberían tener en cuenta? ¿Cuál es el resultado que se quiere obtener? ¿Cómo saber si la distribución planteada es adecuada?
- Subproblema 5: ¿Cómo se debería de abordar el diseño de un almacén de producto acabado paletizable? ¿Qué parámetros se deberían tener en cuenta? ¿Cuál es el resultado que se quiere obtener? ¿Cómo saber si la distribución planteada es adecuada?

En cada uno de los subproblemas se realizarán una serie de actividades que os permitirán aprender lo necesario para su resolución.

1.3. Contextualización de la implantación

En cuanto a la contextualización de la implantación, señalar que los temas en los que se implantará el ABP son los que en la siguiente tabla se señala mediante un sombreado en naranja (Tema 1, 2, 3, 4 y 6). Además, se puede comprobar que de las 60 horas presenciales de la asignatura, a esos temas se les destinarán 21 horas, con un peso en la evaluación del 40%.

Tema		T	PA	PO	Trabajo presencial	Trabajo no presencial estimado	TOTAL
Tema1. Descripción de procesos productivos (Subproblema 1 / Subproblema 2)		1	4,5		5,5	4	9,5
Tema2. Diseño de procesos de producción orientadas al producto (Subproblema 3)		1	6		7	15	22
Tema 3. Diseño de procesos de producción por talleres o funcional (Subproblema 4)		1	4		5	7	12
Tema 4. Lean manufacturing (Subproblema 4)							
Tema 5. TOC (Theory of Constraints)		1,5	2		3,5	4	7,5
Tema 6. Diseño de almacenes (Subproblema 5)		1,5	2		3,5	3	6,5
Tema 7. Gestión de la calidad		2,5	1		3,5	3	6,5
Tema 8. Gestión de stocks de demanda independiente		1,5	2		3,5	4	7,5
Tema 9. Planificación agregada		3,5	1,5		5	4	9
Tema 10. Plan maestro de producción		2,5	1	3	6,5	3,5	10
Tema 11. MRP (Material Requirement Planning)		3	1,5	1,5	6	5,5	11,5
Tema 12. Planificación de la capacidad		1	2	1,5	4,5	4,5	9
Tema 13. Programación de la producción		2,5	2,5	1,5	6,5	10	16,5
Síntesis asignatura	Preparación evaluación final					20	20
	Realización prueba evaluación final					2,5	2,5
TOTAL		22,5	30	7,5	60	90	150

2. ACTIVIDADES

2.1. Consideraciones previas

2.1.1. Sombreados utilizados a lo largo del documento

En el color naranja se realiza una introducción a **la actividad presencial**. Se indica si se realiza en grupos o de forma individual, la duración de la actividad, etc. A continuación, de las explicaciones aparece el enunciado que no viene coloreado.

En el color verde se realiza la introducción a **las actividades no presenciales**. Se indica si se realiza en grupos o de forma individual, la duración de la actividad, etc. A continuación, de las explicaciones aparece el enunciado que no viene coloreado.

2.1.2. Cronograma

ACTIVIDADES			
SEMANA 1			
Martes (2 h)		Jueves (1,5 h)	
Subprob. (1)	Actividad 0 - 60 minutos - No evaluable	Subprob. (1)	Actividad 3 - 30 minutos - No evaluable
	Actividad 1 - 30 minutos - No evaluable		Actividad 4 - 60 minutos - Evaluable: 0,2 puntos
	Actividad 2 - 30 minutos - No evaluable		
SEMANA 2			
Martes (2 h)		Jueves (1,5 h)	
Subprob. (2)	Actividad 5 - 50 minutos - No evaluable	Subprob. (3)	Actividad 8 - 40 minutos - No evaluable
	Actividad 6 - 70 minutos - No evaluable		Actividad 9 - 50 minutos - No evaluable
	Actividad 7 - 90 minutos - Actividad NO presencial - Evaluable: 0,2 puntos		

SEMANA 3			
Martes (2 h)		Jueves (1,5 h)	
Subprob. (3)	Actividad 10 - 50 minutos - No evaluable	Subprob. (3)	Actividad 13 - 40 minutos - No evaluable
	Actividad 11 - 60 minutos - Actividad NO presencial - No evaluable		Actividad 14 - 90 minutos - Actividad NO presencial - No evaluable
	Actividad 12 - 70 minutos - No evaluable		Actividad 15 - 50 minutos - No evaluable
SEMANA 4			
Martes (2 h)		Jueves (1,5 h)	
Subprob. (3)	Actividad 16 - 30 minutos - No evaluable	Subprob. (4)	Actividad 18 - 90 minutos - No evaluable
	Actividad 17 - 90 minutos - Evaluable: 0,6 puntos		
SEMANA 5			
Martes (2 h)		Jueves (1,5 h)	
Subprob. (4)	Actividad 19 - 60 minutos - No evaluable	Subprob. (4)	Actividad 21 - 50 minutos - No evaluable
	Actividad 20 - 60 minutos - No evaluable		Actividad 22 - 40 minutos (Presencial) - 90 minutos (No presencial) - Evaluable: 0,5 puntos
SEMANA 6			
Martes (2 h)		Jueves (1,5 h)	
Subprob. (5)	Actividad 23 - 120 minutos - No evaluable	Subprob. (5)	Actividad 24 - 15 minutos - No evaluable
			Actividad 25 - 45 minutos - No evaluable
			Actividad 26 - 30 minutos - Evaluable: 0,5 puntos
		INFORME FINAL	Actividad 27 - 120 minutos (No presencial) - Evaluable: 0,5 puntos

2.2. Subproblemas

SUBPROBLEMA 1

Del conjunto de productos que fabrica la empresa el alumno/as deberá identificar cuáles deben ser fabricados mediante una línea y cuales mediante una distribución tipo taller.

❖ SEMANA 1 (MARTES) (2 HORAS)

ACTIVIDAD 0	
Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 1	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 30 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 2	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 30 minutos
No evaluable	

ACTIVIDAD 0

Trabajo presencial

En esta actividad se presenta la asignatura, se explica en qué consiste la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Asimismo se les comenta que parte de la asignatura se desarrolla a través de esta metodología y se conforman los grupos de trabajo (tiempo estimado 60 minutos)

ACTIVIDAD 1

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as leerán el problema estructurante y contestarán la pregunta planteada en la actividad 1 (tiempo estimado 15 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 15 minutos).

PROBLEMA ESTRUCTURANTE:

Amaia García y Urko Larrañaga son graduados en ingeniería en Organización Industrial y desde hace más de cinco años trabajan en el sector del juguete. Después de haber trabajado para grandes empresas del sector han decidido emprender su propio negocio de juguetes: helicópteros, coches y camiones.

Han llevado a cabo un análisis exhaustivo del mercado y prevén que, por un lado, la demanda de los helicópteros que fabricarán será muy elevada y, por otro lado, la demanda de los coches y de los camiones será inferior.

El número de modelos de helicópteros es de dos. Su volumen de producción es muy elevado. En cambio el volumen de producción de coches y camiones es bastante inferior. En total se producen 4 modelos de coches y 2 modelos camiones.

Una vez analizada la viabilidad del negocio y constituida la empresa Durbi S.L., en estos momentos desean saber cómo debería de ser el pabellón industrial en el que se llevará a cabo su negocio. Concretamente, desean saber cuál debería ser el tamaño necesario para la planta industrial, así como la distribución en planta a implantar.

¿Cuál debería ser el tamaño de la planta industrial y cómo debería ser la distribución en planta de la empresa Durbi S.L.?

❖ Pregunta a responder en la actividad:

¿Qué es lo que necesitamos saber para poder dar respuesta a Amaia y Urko?

ACTIVIDAD 2

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as leerán los casos y contestarán las preguntas planteadas en la actividad 2 (tiempo estimado 15 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 15 minutos).

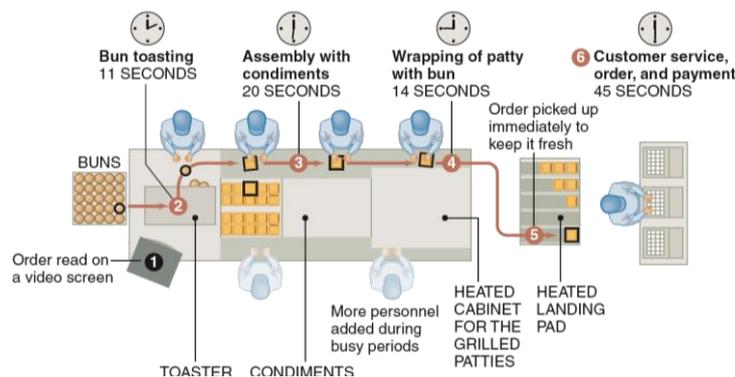
A continuación se muestran tres casos distintos. Lee detenidamente cada uno de ellos y trata de responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué proceso productivo se lleva a cabo en cada uno de los casos?
- ¿Qué es un proceso productivo?
- ¿Qué conceptos deberían aparecer en la definición de proceso productivo?
- ¿Qué distribución en planta siguen?

CASO 1

En su medio siglo de existencia como empresa, McDonald's ha revolucionado la industria de la restauración inventando el restaurante de menú limitado y servicio rápido.

Según el diseño del restaurante, no se prepara ninguna comida por adelantado excepto la porción de carne, que se mantiene caliente en una gaveta térmica. La empresa posee un tostador que dora los bollos en 11 segundos. A continuación, los condimentos, a temperatura ambiente para que no enfríen el bocadillo, se montan en el panecillo en 20 segundos. Posteriormente, una porción de carne caliente se coloca en el bocadillo ya montado y esta se envuelve en 14 segundos. Finalmente, el pedido debe recogerse inmediatamente para servirlo recién hecho.



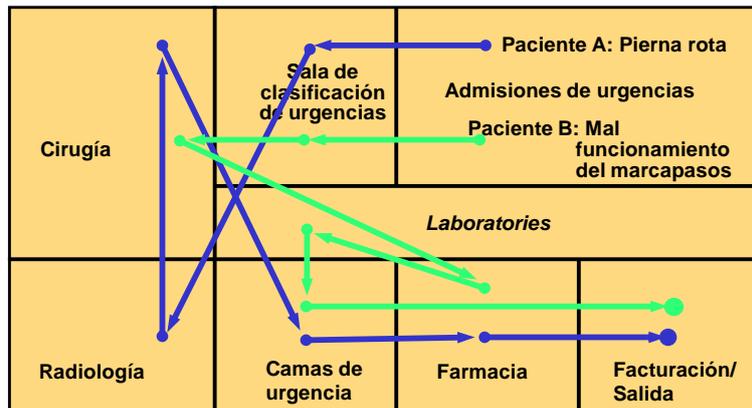
CASO 2

En el astillero Zubizarreta el barco/buque a realizar no se desplaza, son las personas las que se acercan al barco/buque con las máquinas y herramientas necesarias para realizar las distintas operaciones y añadir los diferentes componentes al barco/buque.



CASO 3

En el hospital San Diego, el paciente A (pierna rota) sigue la siguiente ruta (flecha azul): sala de clasificación de urgencias, radiología, cirugía, farmacia, facturación. Al paciente B (problema con el marcapasos) se le traslada (flecha verde) a clasificación de urgencias, y de allí a la farmacia, al laboratorio, a una cama y a facturación.



❖ **SEMANA 1 (JUEVES) (1,5 HORAS)**

ACTIVIDAD 3	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 30 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 4	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 60 minutos
Evaluable (0,2 puntos)	

ACTIVIDAD 3

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as leerán las características e indicarán a qué tipo de distribución en planta corresponden (tiempo estimado 10 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 20 minutos).

De las siguientes características, ¿cuales se corresponden a las siguientes distribuciones en planta: la distribución fija, distribución lineal y distribución funcional?

- Equipos únicos y de propósito general
- Recorridos largos y diferenciados

- Operativa por lotes
- Escasa importancia de incidencias
- Producción variada y volumen bajo
- Proceso lento y costoso
- Las máquinas que realizan un mismo tipo de función se agrupan formando una sección
- Equipos repetidos y dedicados
- Recorridos cortos y similares
- Operativa en flujo unidad a unidad
- Gran importancia de incidencias
- Producción homogénea y volumen alto
- Proceso rápido y de bajo coste

ACTIVIDAD 4

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as, a partir de las características de la actividad 3, definirán las distintas distribuciones en planta (tiempo estimado 30 minutos). Una vez que se tengan las definiciones el alumnado señalará cual es la distribución que sigue cada una de las empresas de la actividad 2. Deberán comprobar si la respuesta que han dado coincide con la respuesta que dieron al desarrollar la actividad 2.

Por último deberán indicar que tipo de distribución en planta debe seguir la empresa Durbi SL (Actividad 1) para cada uno de sus productos (tiempo estimado tiempo 30 minutos).

A partir de las características de la actividad 3, define las distintas distribuciones en planta. A continuación señala cuál es la distribución en planta que debe seguir cada una de las empresas de la actividad 2; por último, indica qué tipos de distribución en planta debe seguir la empresa Durbi (actividad 1) para cada uno de los productos.

SUBPROBLEMA 2

Elaboración de diagramas de procesos de cada uno de los productos.

❖ SEMANA 2 (MARTES) (2 HORAS)

ACTIVIDAD 5	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 50 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 6	
Presencial individual	Tiempo estimado 70 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 7	
No presencial individual (a realizar para la siguiente sesión)	Tiempo estimado 90 minutos
Evaluable (0,2 puntos)	

ACTIVIDAD 5

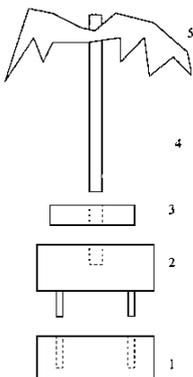
Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as resolverán la actividad 5: representación del montaje de un producto sencillo.

Los alumnos/as realizarán el diagrama de proceso en hojas tamaño DIN A3 que proporcionarán los profesores y que se pegarán en la pared para la puesta en común.

Después del trabajo de los alumnos/as el profesorado indicará que símbolos y que formato se utilizará en las sesiones posteriores (tiempo estimado 50 minutos).

Una empresa realiza el ensamblaje del producto que se muestra a continuación:



Las operaciones de montaje son las siguientes:

- Se cogen las piezas 1 y 2 del contenedor.
- Se ensamblan dichas piezas (5 s)
- Se introduce el subconjunto 12 en una máquina automática de pintura (15s).
- Se extrae de la máquina de pintura (4s)
- Se deja secar (600s).
- Se cogen las piezas 3 y 4 del contenedor (4s)
- Se ensamblan las piezas 3 y 4 (6s)
- Se posiciona el subconjunto 34 en un soporte y se coge la pieza 5 (4s)
- Se remacha la pieza 5 sobre el subconjunto 34 (4s)
- Se desplaza el subconjunto 345 a un soporte de ensamblaje (3s)
- Se ensamblan los subconjuntos 12 y 345 (5s)
- Se deposita en una caja de producto terminado (5s)

Se pide: Representa en un A3 el proceso de montaje de dicho producto. Al realizar el diagrama de proceso, ¿estamos realizando el diseño del producto?. Razona la respuesta.

ACTIVIDAD 6

Trabajo presencial

Los/as alumnos/as de forma individual resolverán la actividad 6: representación del montaje de un producto más complejo (tiempo estimado 70 minutos).

Se trata de una empresa que se dedica a la fabricación de bicicletas. El modelo consta básicamente de 9 partes; el cuadro de una aleación especial de aluminio, el kit compuesto por horquilla y manillar, las llantas, las cubiertas, los frenos, el sillín, los piñones, las catalinas con pedales y por último la cadena.

El proceso de fabricación se describe a continuación:

- Inicialmente, los cuadros se encuentran almacenados, estos son llevados por un operario hasta la cabina de pintado (2 s), y pinta el cuadro manualmente por medio de una pistola (12 s), a continuación se deja secando 120 s.
- Por otra parte, el Kit compuesto por la horquilla y el manillar se encuentra en otro almacén, este Kit es cogido por un operario (2 s) y lo pinta manualmente tardando 6 s, y se seca en 18 s completamente. A continuación lo vuelve a coger y lo deposita (2 s) para que sea montado con el cuadro (12 s).

- Del mismo modo, las llantas traseras se encuentran en otro almacén, el operario tarda 1s en cogerla, 11 s en poner una cubierta, 4s en poner los piñones, y finalmente 2 s en situar el conjunto de la rueda trasera para que sea montado junto con el cuadro y el manillar (13 s).
- Para montar la rueda delantera, se parte de otro almacén donde se encuentran las llantas delanteras. El operario Tarda 1 s en cogerla, y 11 s en poner la cubierta a la llanta. A continuación, tarda en situarla 2 s para ser unida al resto de la bicicleta (13 s).
- Una vez montado el manillar, y las dos ruedas a el cuadro, se ponen los platos con los pedales (15 s), la cadena (7 s), y se realiza un control visual de aproximadamente 3 s.
- Por último se inflan manualmente las ruedas con un compresor (13 s), se instala el sillín (7 s), se incorporan los frenos (17 s), y se lleva a un almacén (2 s).

Se pide: Dibuje el diagrama de proceso

ACTIVIDAD 7

Trabajo no presencial

En trabajo no presencial de forma individual deberán representar el diagrama de proceso de la actividad 7 (a entregar en la siguiente sesión) (tiempo estimado 90 minutos).

La empresa de Amaia y Urko, Durbi S.L., realiza el montaje de dos helicópteros además de diferentes modelos de coches y camiones. A continuación el primero de los modelos de helicóptero (modelo A).



<http://www.imaginarium.es/aviones-de-juquetes-air-set-beep-beep-47969.htm#horizontalTab1>

Este helicóptero si lo mueves hacia atrás para darle impulso sale rodando. Con tres ruedas y hélices que giran, te encantarán sus grandes ojos y su simpatía. Es de forma redondeada adaptada a las manitas de los más pequeños, para que estos puedan cogerlo bien y hacerlo rodar.

En cuanto al proceso productivo, consiste en lo siguiente:

Los cuerpos semiesféricos (parte de arriba y parte de abajo) se encuentran en contenedores y se coge un cuerpo semiesférico de la parte de abajo y se coloca (1 s) para depositar cordón de pegamento sobre el cuerpo (5 s). A continuación, se coge el cuerpo semiesférico de la parte de arriba y se coloca (1 s) para pegar ambos cuerpos semiesféricos ejerciendo presión (4 s). Se coloca conjunto en soporte de secado (2 s) y el conjunto se seca a temperatura ambiente (60 s). Posteriormente, se pone el conjunto en soporte de taladrado (1 s) y se taladran parte de arriba (6 s) y parte posterior (4 s). Una vez taladrado el conjunto, se quitan las rebabas (5 s), se pinta de verde con pistola (6 s) y se coloca en soporte de secado (1 s). El secado será a temperatura ambiente (180 s). Una vez se haya secado el conjunto, se desplaza (1 s) para introducir la hélice grande y la hélice pequeña en el soporte.

Las hélices (grandes y pequeñas) y los pasadores de seguridad están en contenedores. Se cogen una hélice grande, una hélice pequeño y dos pasadores de seguridad (1 s) y se introduce en primer lugar el pasador en hélice grande (3 s) y en segundo lugar en la hélice pequeño (3 s). Se posicionan las hélices (1 s) para ser introducidas en el conjunto del helicóptero (5 s).

Las ruedas y los ejes están en contenedor. Se cogen dos ruedas y un eje (2 s) y se unen las dos ruedas al eje (7 s). Se posiciona el conjunto de ruedas y se coge una tercera rueda (3 s), y a continuación, se encajan las dos ruedas con el eje en la parte delantera, y se encaja la tercera rueda en la parte posterior (10 s).

Los rollos para pegatinas están en contenedores. Se acciona la impresora para pegatinas (2 s) y comienza la impresión automática de pegatinas (15 s). Se coge una pegatina (1 s) y se pega la pegatina al conjunto (10 s).

Las cajas de cartón plegados para introducir el helicóptero están en contenedores. Se coge una caja y se pone sobre la mesa (1 s). Se monta la caja (8 s) y se posiciona para meter el helicóptero (1 s). Se mete el helicóptero (1 s) en la caja y se cierra la caja (3 s). Se coloca el producto terminado (1 s) en stock de producto acabado.

Se pide: Dibuje el diagrama de proceso.

SUBPROBLEMA 3

Diseño de una línea monoproducto / multiproducto.

❖ **SEMANA 2 (JUEVES) (1,5 HORAS)**

ACTIVIDAD 8	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 40 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 9	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 50 minutos
No evaluable	

ACTIVIDAD 8

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as resolverán la actividad 8: cálculo de los tiempos (tiempo estimado 20 minutos)

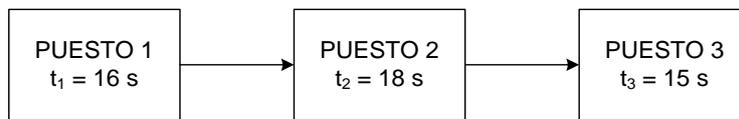
A continuación se realizará una puesta en común y el/la profesor/a resolverá las dudas que puedan plantearse (tiempo estimado 20 minutos).

A continuación se muestran las operaciones y los tiempos del proceso de ensobrado de una empresa.

1. Se coge el sobre (2 s).
2. Se coge la carta a introducir en el sobre (6 s).
3. Se dobla la carta (6 s).
4. Se introduce la carta en el sobre (2 s).
5. Se escribe el nombre y dirección de la persona a la que se dirige la carta (9 s).
6. Se escribe el remitente (9 s).
7. Se pega el sello (9 s).
8. Se cierra el sobre (6 s).

Actualmente la empresa ha organizado dicho proceso en tres puestos. El primero realiza las primeras cuatro operaciones, el segundo puesto realiza la quinta y sexta operación, y finalmente, el tercer puesto realiza las operaciones 7 y 8.

De forma esquemática el proceso de ensobrado se puede representar de la siguiente forma:



Utilizando el material que os hemos entregado realizad el ensobrado de varias unidades e intentad responder a las siguientes preguntas

¿Cuánto tiempo tardaremos en producir la primera unidad? ¿En qué momento finalizaremos la segunda unidad? ¿Y la décima?

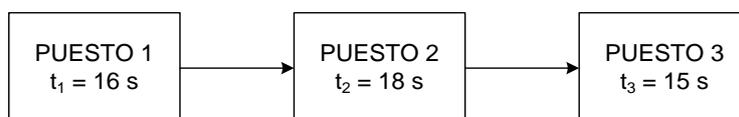
Calcula la capacidad hora del ejemplo anterior.

ACTIVIDAD 9

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as resolverán la actividad 9. El/la profesor/a irá formulando las preguntas que se muestran en esta actividad y ellos deberán descubrirlas o resolverlas. El/la profesor/a les va diciendo con que términos están relacionadas cada una de las preguntas (tiempo estimado 50 minutos)

Vamos a coger el ejercicio de la actividad anterior. ¿La línea es capaz de atender una demanda de 400 unidades a la hora?



¿Qué tendríamos que hacer? Razonad la respuesta.

¿Cómo se resolvería el problema?

¿Habrá siempre solución?

¿Y si una de las operaciones elementales tuviese un tiempo ciclo de 18 segundos?

¿La nueva línea es igual de eficiente que la línea original? Razonad la respuesta

¿Se puede saber de forma anticipada el número de puestos de la nueva línea? Razonad la respuesta.

¿Cuál es la productividad de la línea inicial? ¿Y la de la nueva línea?

¿Cómo se podría mejorar la eficiencia?

❖ **SEMANA 3 (MARTES) (2 HORAS)**

ACTIVIDAD 10	
Presencial de forma individual	Tiempo estimado 50 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 11	
No Presencial en grupos de 3 (a realizar para la actividad 13)	Tiempo estimado 60 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 12	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 70 minutos
No evaluable	

ACTIVIDAD 10

Trabajo presencial

En el aula y de forma individual los/as alumnos/as resolverán la actividad 10 (tiempo estimado 50 minutos). Lo primero que deben hacer es dibujar el diagrama de precedencias. Aunque es posible que no lo hayan visto nunca, lo normal es que ellos lo dibujen de forma intuitiva. Podrán consultar bibliografía básica.

La actividad se desarrollará de modo interactivo, donde el profesorado irá formulando diferentes cuestiones con el objeto de los/as alumnos/as lleguen a la solución por ellos mismos.

Se desea desarrollar un diagrama de precedencia para una copiadora que requiere un tiempo de ensamble de 66 minutos. Datos de precedencia:

Tarea	Tiempo desempeño (minutos)	La tarea debe seguir a la tarea listada abajo
A	10	-
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	12	A
F	3	C,D
G	7	F
H	11	E
I	3	G,H

Sobre la base del diagrama de precedencia y los tiempos de actividad dados, la empresa determina que hay 480 minutos productivos de trabajo disponible por día. Más aún, el

programa de producción requiere que se terminen 40 unidades, como rendimiento de la línea de ensamble por día.

Se pide: Llevar a cabo el balanceo de la línea, asignando tareas de ensamble específicas para cada estación de trabajo y calcular su eficiencia.

ACTIVIDAD 11

Trabajo no presencial

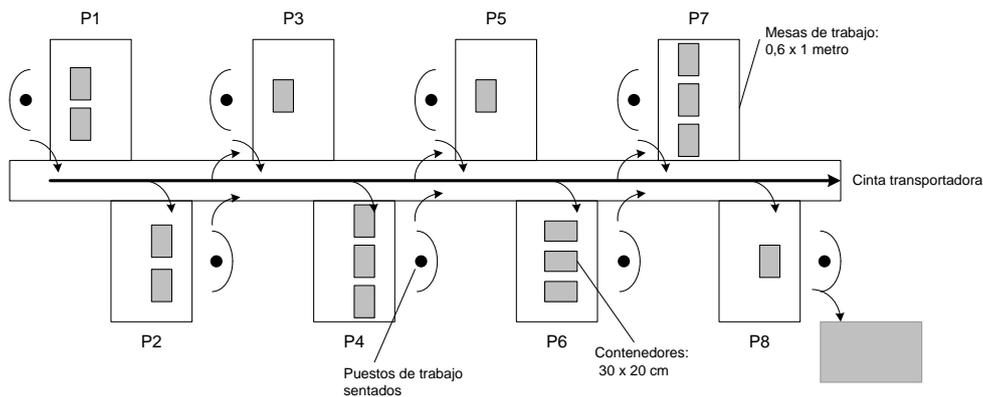
En trabajo no presencial de forma grupal el alumnado deberá rediseñar una línea de montaje que ya está funcionando en una empresa. Antes de nada deberán diagnosticar el equilibrado existente y para ello deberán calcular el tiempo ciclo del proceso, la eficiencia, la capacidad/hora y la productividad /hora-persona (tiempo estimado 60 minutos)

Se desea rediseñar un proceso¹ industrial. El producto fabricado es sencillo. Consiste en un componente base al que se le van añadiendo nuevas piezas de forma totalmente manual. El orden de montaje es único y totalmente secuencial.

La demanda es de 34.875 unidades al mes. Cada mes tiene 20 días laborables y se trabaja a 2 turnos de 8 horas con un sistema de relevos que hace que el único tiempo de paro sean los 15 minutos por turno para comer.

El proceso de producción consiste en una línea de montaje con un layout tradicional basado en estaciones aisladas, colocadas perpendicularmente a ambos lados de una cinta transportadora automática que mueve el producto semielaborado de una estación a la otra. Las mesas tienen unas dimensiones de 0,6 m x 1 m y están fijadas al suelo mediante tornillos. Los operadores trabajan sentados. Los componentes (de pequeño tamaño) llegan a la línea en contenedores de dimensiones 30 cm x 20 cm. (ver esquema).

¹ Autor del caso: Albert Suñé. Universidad Politécnica de Cataluña.



Cada puesto de trabajo coge el producto semielaborado de la cinta, realiza sus operaciones, y lo vuelve a depositar en la cinta que lo traslada hasta la estación siguiente. El equilibrado actual de la línea es el siguiente:

P	Fase	Tarea	s	Tc
P1	100	Coger componente A (base)	2	18
	110	Ensamblar componente B	15	
	120	Dejar subconjunto en cinta	1	
P2	200	Coger subconjunto de la cinta	1	17
	210	Ensamblar componente C	15	
	220	Dejar subconjunto en cinta	1	
P3	300	Coger subconjunto de la cinta	1	10
	310	Ensamblar componente D	8	
	320	Dejar subconjunto en cinta	1	
P4	400	Coger subconjunto de la cinta	1	12
	410	Ensamblar componente E/F	10	
	440	Dejar subconjunto en cinta	1	
P5	500	Coger subconjunto de la cinta	1	14
	510	Ensamblar componente G	12	
	520	Dejar subconjunto en cinta	1	
P6	600	Coger subconjunto de la cinta	1	10
	610	Ensamblar componente H	5	
	640	Ensamblar componente I	3	
	650	Dejar subconjunto en cinta	1	
P7	700	Coger subconjunto de la cinta	1	14
	710	Ensamblar componente J	8	
	720	Ensamblar componente K	4	
	730	Dejar subconjunto en cinta	1	
P8	800	Coger subconjunto de la cinta	1	8
	810	Ensamblar componente L	4	
	820	Dejar el producto en el palet	3	

- 1- Calcular para la solución actual: Tiempo de ciclo, Tiempo de Proceso, capacidad, productividad, eficiencia del equilibrado.
- 2- Rediseñar el equilibrado de la línea para producir según el ritmo del cliente. En particular: calcular el TT, el número óptimo de estaciones, el tiempo de ciclo óptimo, definir el nuevo equilibrado calculando su eficiencia.

ACTIVIDAD 12

Trabajo presencial

El profesorado introduce el algoritmo de Helgeson y Birnie (tiempo: 25 minutos).

En el aula y de forma individual los/as alumnos/as aplicarán el algoritmo de Helgeson y Birnie a un caso más complejo y auténtico (tiempo: 30 minutos). A continuación se realizará una puesta en común y el profesorado resolverá las dudas que puedan plantearse (15 minutos).

Dado el siguiente proceso (en segundos), proceda a su equilibrado aplicando el algoritmo de Helgeson y Birnie. Calcule la eficiencia del equilibrado obtenido.

Tarea	Tiempo	Tareas que le preceden
1	60	—
2	80	1
3	30	2
4	40	-
5	30	4
6	90	2
7	130	6
8	20	3-5
9	70	8
10	90	9
11	20	7
12	50	10-11
13	20	7
14	40	13
15	20	7
16	60	15
17	90	12-14-16
18	40	17
19	30	18
20	30	19
21	10	20

Datos: Demanda diaria: 125 unidades

Tiempo productivo diario: 7,5 horas.

❖ **SEMANA 3 (JUEVES) (1,5 HORAS)**

ACTIVIDAD 13	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 40 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 14	
No presencial individual (a realizar antes de la sesión)	Tiempo estimado 90 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 15	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 50 minutos
No evaluable	

ACTIVIDAD 13

Trabajo presencial

En esta actividad se realiza una puesta en común de la solución de la actividad 11 y el profesorado resolverá las dudas que puedan plantearse.

A continuación mediante la actividad 13 el alumnado rediseñará la línea de la actividad 11 mediante una nueva distribución más eficiente.

Por último el profesorado a través de preguntas hará que el alumnado descubra por sí solo como realizar el aprovisionamiento de los componentes a cada uno de los puestos (tiempo estimado 40 minutos)

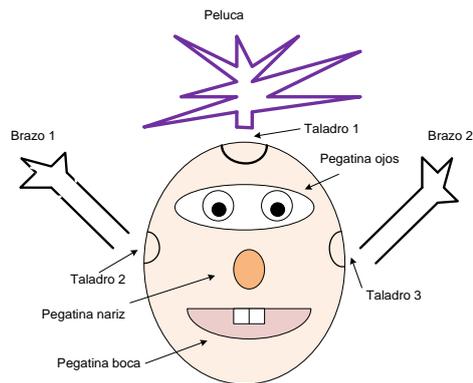
A partir de la solución planteada en la actividad 11, plantea nuevos equilibrados que mejoren la eficiencia. Compara la nueva eficiencia, capacidad y productividad con los datos obtenidos anteriormente.

ACTIVIDAD 14

Trabajo no presencial

El alumnado de forma individual resuelve el caso planteado (Tiempo estimado 90 minutos).

La empresa XX produce el siguiente juguete:



Para la producción de dicho juguete, la empresa dispone de un taller de pintura y “n” células.

El proceso lo comienza una persona. Esta persona coge una esfera de un contenedor y la desplaza hasta una cabina de pintado automático con una capacidad máxima de 2000 unidades a la hora. El tiempo que tarda la persona en coger la pieza y ponerla en la cabina de pintado es de 2 s. A continuación, mientras la máquina de pintura esta en proceso, la persona deposita la pieza que sale de la cabina de pintado en una cinta transportadora (tiempo de depositar la pieza 1 s). La distancia entre esferas en la cinta transportadora es de 1 m y la velocidad de arrastre es de 0,1 m/s. La cabina de pintado tiene un ciclo programado sincronizado con el movimiento de la cinta transportadora.

La cinta transportadora desplaza las piezas pintadas por el interior de un horno. El horno tiene una longitud de 30 m.

Cuando las piezas salen del horno se dejan enfriar en la misma cinta transportadora (en movimiento). El tiempo requerido para el enfriado es de 5 minutos.

A continuación un operario de la célula coge la esfera y comienza las siguientes operaciones:

- Coger esfera base (2 s)
- Eliminación de rebabas (24 s)
- Hacer taladro 1 para colocar peluca (18 s)
- Hacer taladro 2 para colocar brazo 1 (18 s)
- Hacer taladro 3 para colocar brazo 2 (18 s)
- Coger peluca y clipar en taladro 1 (19 s)
- Coger brazo 1 y clipar en taladro 2 (7 s)
- Coger brazo 2 y clipar en taladro 3 (7 s)
- Pegar pegatina ojos (12 s)
- Pegar pegatina de la boca (11 s)
- Pegar pegatina de la nariz (6 s)
- Meter muñeco acabado en caja (4 s)

Cada célula trabaja con el Número Mínimo de Estaciones y debe tener un tiempo ciclo de 42 s/unidad. Además, cada operario necesita 2 segundos para coger la esfera del puesto anterior y 3 segundos para entregárselo al siguiente puesto.

Lista de componentes y sus contenedores:

Descripción	Unidades por contenedor
Peluca	96
Brazo 1	150
Brazo 2	200
Pegatina ojos	120
Pegatina boca	40
Pegatina nariz	30
Caja	60

Se desea calcular lo siguiente:

- ¿Cuál debe ser el tiempo ciclo del proceso del taller de pintura? Calcular su capacidad / hora.
- Definir la distribución de tareas para cada célula.
- Calcular la longitud de la cinta transportadora y el stock en curso de dicha cinta.
- Número de células que serán necesarias para cubrir una demanda diaria de 7.500 unidades si se trabaja a un turno de 8 horas al día.
- Calcular el número de contenedores en cada puesto de trabajo, sabiendo que se quiere que la autonomía de aprovisionamiento sea como mínimo de 1 hora y que el producto acabado se recogerá cada 30 minutos.
- ¿Tiene el proceso de pintura capacidad suficiente para cubrir la demanda diaria de 7.500 unidades si se trabaja a un turno de 8 horas al día? Proponga alguna solución en el caso que no la tenga y cuantifique dicha solución.
- Tiempo de proceso.
- LT exacto para 100 unidades con lotes de transferencias entre el taller de pintura y las células de 4 en 4 y de 20 en 20. Nota: Para realizar los cálculos se debe tener en cuenta el tiempo ciclo del taller de pintura calculado en el apartado f. Por otra parte supóngase que solo hay una célula.

ACTIVIDAD 15

Trabajo presencial

En el aula y de forma grupal los/as alumnos/as resolverán la primera parte de la actividad, cálculo de tiempo ciclo y capacidades (tiempo estimado 10 minutos). A continuación se realizará una puesta en común y el profesorado resolverá las dudas que puedan plantearse.

El siguiente paso consiste en resolver por parte de los alumnos de forma grupal la segunda parte de la actividad, cálculo de los stocks en las instalaciones (tiempo estimado: 10 minutos). A continuación se realizará una puesta en común y el profesorado resolverá las dudas que puedan plantearse.

En último lugar el alumnado deberá calcular el stock intermedio entre el primer y segundo subproceso (tiempo estimado: 30 minutos). A continuación se realizará una puesta en común y el profesorado resolverá las dudas que puedan plantearse.

La fábrica Sartensa, se dedica a la producción de tres tipos diferentes de sartenes, que se diferencian solamente en su diámetro, partiendo estas del mismo material. Se sabe que la demanda es de 700 sartenes a la hora.

Las sartenes, inicialmente se realizan gracias a unas piezas de chapa circulares, y estas son alimentadas a una **prensa de embutición**, de cuatro pasos. Se sabe que cada paso se realiza en 4 s.

Cada día, la prensa, va a realizar un tipo de sartén diferente, con lo cual, trabajará por lotes, y el juego de matrices para embutir la chapa, debe de ser cambiado una vez al día. El tiempo de cambio de matriz requiere una hora al día.

Una vez se ha dado forma a la sartén, para eliminar los aceites debido a la embutición, se meten en un túnel para realizar un **baño con agentes tensioactivos**. Este, está dotado con ganchos para colgar las sartenes. Se pueden introducir 5 sartenes en cada gancho, y hay una distancia de 0.5 m entre ganchos. Los ganchos circulan a una velocidad constante de 72 m/h.

A continuación, se introduce en otro túnel, en el cual, se les dará una **capa de teflón** en su parte superior, pudiendo situar una sartén en una plataforma, las cuales se mueven a una velocidad constante de 300 m/h. Existe una distancia entre plataformas de 0.6 m, y la longitud del túnel es de 20 m.

El siguiente paso es el **enfriado** a temperatura ambiente, el cual requiere 30 min, para su posterior manipulación.

Por último, tiene lugar el **ensamblaje** del cuerpo de la sartén y el mango, a través de cuatro cadenas de montaje, cada una de las cuales resulta tener un tiempo ciclo de 20 s.

Se sabe que se trabaja a dos turnos al día, 7.5 horas cada turno.

Realizar el diagnóstico del sistema, y proponer mejoras si fuera necesario.

❖ **SEMANA 4 (MARTES) (2 HORAS)**

ACTIVIDAD 16	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 30 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 17	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 90 minutos
Evaluable (0,6 puntos)	

ACTIVIDAD 16

Trabajo presencial

En el aula y de forma grupal los/as alumnos/as diseñarán el procedimiento para equilibrar una línea multiproducto (tiempo estimado 5 minutos).

La actividad se desarrollará de modo interactivo, donde el profesorado irá formulando diferentes cuestiones con el objeto de los/as alumnos/as lleguen a la solución del procedimiento (tiempo estimado 10 minutos).

Al final de esta actividad se realiza la puesta en común de la actividad 14 (tiempo estimado 15 minutos).

Se desea llevar a cabo el equilibrado de una línea multiproducto. Datos de precedencia:

Tarea	La tarea debe seguir a la tarea listada abajo	Producto A	Producto B
A	-	10	8
B	A	11	12
C	B	5	7
D	B	5	4
E	A	12	9
F	C,D	3	9
G	F	3	3
H	E	11	8
I	G,H	3	8

Sobre la base del diagrama de precedencia y los tiempos de actividad dados, la empresa determina que hay 480 minutos productivos de trabajo disponible por día. Más aún, el programa de producción requiere que se terminen 40 unidades (30 unidades de A y 10 de B), como rendimiento de la línea de ensamble por día.

Se pide: Llevar a cabo el balanceo de la línea multiproducto, asignando tareas de ensamble específicas para cada estación de trabajo y calcular su eficiencia.

ACTIVIDAD 17

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as resolverán la actividad 17 (tiempo 90 minutos). El/la profesor/a dirigirá la resolución del problema.

La empresa de Amaia y Urko, Durbi S.L., realiza el montaje de los helicópteros modelo A y modelo B que se muestran a continuación:

MODELO A



MODELO B



<http://www.imaginarium.es/aviones-de-juguetes-air-set-beep-beep-47969.htm#horizontalTab1>

Estos helicópteros si los mueves hacia atrás para darle impulso salen rodando. Con tres ruedas y hélices que giran, te encantarán sus grandes ojos y su simpatía. Es de forma redondeada adaptada a las manitas de los más pequeños, para que estos puedan cogerlos bien y hacerlos rodar.

En cuanto al proceso productivo del modelo A, consiste en lo siguiente:

Los cuerpos semiesféricos (parte de arriba y parte de abajo) se encuentran en contenedores y se coge un cuerpo semiesférico de la parte de abajo y se coloca (1 s) para depositar cordón de pegamento sobre el cuerpo (5 s). A continuación, se coge el cuerpo semiesférico de la parte de

arriba y se coloca (1 s) para pegar ambos cuerpos semiesféricos ejerciendo presión (4 s). Se coloca conjunto en soporte de secado (2 s) y el conjunto se seca a temperatura ambiente (60 s). Posteriormente, se pone el conjunto en soporte de taladrado (1 s) y se taladran parte de arriba (6 s) y parte posterior (4 s). Una vez taladrado el conjunto, se quitan las rebabas (5 s), se pinta de verde con pistola (6 s) y se coloca en soporte de secado (1 s). El secado será a temperatura ambiente (180 s). Una vez se haya secado el conjunto, se desplaza (1 s) para introducir la hélice grande y la hélice pequeña en el soporte.

Las hélices (grandes y pequeñas) y los pasadores de seguridad están en contenedores. Se cogen una hélice grande, una hélice pequeño y dos pasadores de seguridad (1 s) y se introduce en primer lugar el pasador en hélice grande (3 s) y en segundo lugar en la hélice pequeño (3 s). Se posicionan las hélices (1 s) para ser introducidas en el conjunto del helicóptero (5 s).

Las ruedas y los ejes están en contenedor. Se cogen dos ruedas y un eje (2 s) y se unen las dos ruedas al eje (7 s). Se posiciona el conjunto de ruedas y se coge una tercera rueda (3 s), y a continuación, se encajan las dos ruedas con el eje en la parte delantera, y se encaja la tercera rueda en la parte posterior (10 s).

Los rollos para pegatinas están en contenedores. Se acciona la impresora para pegatinas (2 s) y comienza la impresión automática de pegatinas (15 s). Se coge una pegatina (1 s) y se pega la pegatina al conjunto (10 s).

Las cajas de cartón plegados para introducir el helicóptero están en contenedores. Se coge una caja y se pone sobre la mesa (1 s). Se monta la caja (8 s) y se posiciona para meter el helicóptero (1 s). Se mete el helicóptero (1 s) en la caja y se cierra la caja (3 s). Se coloca el producto terminado (1 s) en stock de producto acabado.

Por otro lado, el proceso productivo del modelo B es muy parecido al modelo A y consiste en lo siguiente:

Los cuerpos semiesféricos (parte de arriba y parte de abajo) se encuentran en contenedores y se coge un cuerpo semiesférico de la parte de abajo y se coloca (1 s) para depositar cordón de pegamento sobre el cuerpo (5 s). A continuación, se coge el cuerpo semiesférico de la parte de arriba y se coloca (1 s) para pegar ambos cuerpos semiesféricos ejerciendo presión (6 s). Se coloca conjunto en soporte de secado (2 s) y el conjunto se seca a temperatura ambiente (60 s). Posteriormente, se pone el conjunto en soporte de taladrado (1 s) y se taladra el morro del helicóptero (5 s). Una vez taladrado, se quitan las rebabas (2 s), se pinta de azul con pistola (5

s) y se coloca en soporte de secado (1 s). El secado será a temperatura ambiente (180 s). Una vez se haya secado el conjunto, se desplaza (1 s) para introducir la hélice.

Las hélices y los pasadores de seguridad están en contenedores. Se cogen una hélice y un pasador de seguridad (1 s) y se introduce el pasador en hélice (3 s). Se posiciona la hélice (1 s) para ser introducida el conjunto del helicóptero (4 s).

Las ruedas y los ejes están en contenedor. Se cogen dos ruedas y un eje (2 s) y se unen las dos ruedas al eje (7 s). Se posiciona el conjunto de ruedas y se coge una tercera rueda (3 s), y a continuación, se encajan las dos ruedas con el eje en la parte delantera, y se encaja la tercera rueda en la parte posterior (10 s).

Los rollos para pegatinas están en contenedores. Se acciona la impresora para pegatinas (2 s) y comienza la impresión automática de pegatinas (20 s). Se coge una pegatina (1 s) y se pega la pegatina al conjunto (15 s).

Las cajas de cartón plegados para introducir el helicóptero están en contenedores. Se coge una caja y se pone sobre la mesa (1 s). Se monta la caja (8 s) y se posiciona para meter el helicóptero (1 s). Se mete el helicóptero (1 s) en la caja y se cierra la caja (3 s). Se coloca el producto terminado (1 s) en stock de producto acabado.

Se pide lo siguiente:

- a) Definir el equilibrado adecuado para el helicóptero modelo A. Para ello se sabe gracias al pronóstico del departamento comercial que la demanda mensual de dicho helicóptero es de 62.500 unidades/mes. Cada mes tiene 22 días laborales, en los que el trabajo se realiza en tres turnos (de 8 horas) y en cada turno se destina un 12 % del tiempo a descansos legales y actividades varias.
- b) Definir el equilibrado adecuado para los helicópteros modelo A y modelo B. Para ello se sabe que el pronóstico inicial del departamento comercial no es correcto. Según el nuevo pronóstico la demanda mensual total de dichos helicópteros es de 63.000 unidades/mes (42.000 unidades/mes para el modelo A y 21.000 unidades/mes para el modelo B). Además, al igual que en el caso anterior, cada mes tiene 22 días laborales, en los que el trabajo se realiza en tres turnos (de 8 horas) y en cada turno se destina un 12 % del tiempo a descansos legales y actividades varias.

SUBPROBLEMA 4

Diseño del taller para el resto de productos.

❖ **SEMANA 4 (JUEVES) (1,5 HORAS)**

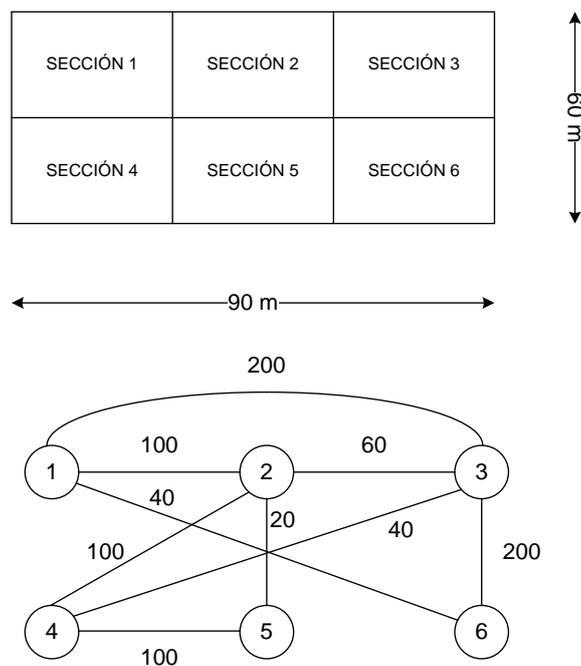
ACTIVIDAD 18	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 90 minutos
No evaluable	

ACTIVIDAD 18

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as diseñarán una nueva distribución para el caso planteado. Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de grupos y con el/la profesor/a. (tiempo estimado 90 minutos).

La siguiente figura muestra el esquema de un taller con seis secciones. En dicha figura se indica la cantidad de movimientos entre las secciones. A su vez se muestra la dimensión de la planta y las distancias entre las distintas secciones. ¿Consideráis conveniente mejorar la distribución actual?



❖ **SEMANA 5 (MARTES) (2 HORAS)**

ACTIVIDAD 19	
Presencial individual	Tiempo estimado 60 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 20	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 60 minutos
No evaluable	

ACTIVIDAD 19

Trabajo presencial

El profesorado introduce el método de los eslabones y en el aula y de forma individual el alumnado diseña una nueva distribución en planta aplicando dicho método (tiempo estimado 60 minutos).

Mejorad la distribución en planta anterior aplicando el método de los eslabones.

ACTIVIDAD 20

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as pensarán como llevar a cabo la distribución de las máquinas dentro de cada uno de los talleres, utilizando los libros aconsejados por el profesorado. Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 60 minutos).

Una vez que tenemos los talleres distribuidos, ¿Qué tendríamos que hacer para llevar a cabo la distribución interna de cada sección o taller?

SEMANA 5 (JUEVES) (1,5 HORAS)

ACTIVIDAD 21	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 50 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 22	
Presencial / No presencial en grupos de 3	Tiempo estimado presencial 40 minutos Tiempo estimado NO presencial 90 minutos
Evaluable (0,5 puntos)	

ACTIVIDAD 21
Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as diseñarán una sección de la planta. Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 50 minutos).

Realizar el dimensionamiento de un taller de mecanizado. Dicho taller consta de: taladro(s), tronzadora(s), prensa(s) y banco(s) de trabajo.

En la tabla siguiente se indican los productos que pasan por dicho taller y los tiempos unitarios en cada uno de los equipos.

		Taladro	Tronzadora	Prensa	Banco de trabajo
Productos	Producción anual	Tiempo ciclo	Tiempo ciclo	Tiempo ciclo	Tiempo ciclo
A	50000	100	50	30	40
B	30000	60	60	50	20
C	36000	50	20	40	50
D	24000	40	10	30	10

El número de horas efectivas por año es de 1490. Con estos datos debéis determinar el número de máquinas necesarias, así como la superficie necesaria de la sección de mecanizado.

ACTIVIDAD 22**Trabajo presencial**

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as diseñarán una sección de la planta (tiempo estimado 40 minutos). El tiempo para esta actividad es de 130 minutos, por lo que el alumnado deberá dedicar a esta actividad 90 minutos no presenciales.

La empresa de Amaia y Urko, Durbi S.L., realiza además del montaje de los helicópteros modelo A y modelo B, lleva a cabo la fabricación de 4 coches (3 de plástico y uno de madera) y 2 camiones (uno de madera y uno de plástico). La producción anual de cada uno de estos productos no es muy elevada, por lo que, la distribución en planta de la empresa es de tipo taller.



<http://www.choozen.es/gs-coches-iuguete-cars.htm>



<http://www.1001consejos.com/10-increibles-iuquetes-para-ninos/>



<http://www.aspasleehabla.com/page/12/>



<http://www.babygift.es/para/coches>



http://didactiuegos.com.ar/product_info.php?products_id=329



<http://www.goodplaykids.com/producto/camion-de-bomberos-de-madera/>

La planta se compondrá de los siguientes centros de trabajo:

1. Almacén de materias primas
2. Taller mecánico (taladro, rebabas, etc.)
3. Pintura y secado
4. Inyección de plástico
5. Corte (madera)
6. Impresión
7. Embalaje y almacén de producto acabado

En la siguiente tabla se muestra el orden por el que pasan los diferentes productos:

COCHES	Plástico	A	1-4	4-3	3-6	6-7	
		B	1-4	4-2	2-3	3-7	
		C	1-4	4-3	3-2	2-6	6-7
	Madera	D	1-5	5-3	3-7		
CAMIONES	Madera	E	1-5	5-2	2-3	3-6	6-7
	Plástico	F	1-4	4-2	2-3	3-7	

El número de unidades que se fabrican de cada uno de los productos es:

- A 20000 unidades
- B 15000 unidades
- C 10000 unidades
- D 8000 unidades
- E 7000 unidades
- F 6000 unidades

Las distancias entre secciones son:

- Distancia entre secciones adyacente en línea recta horizontal o vertical: 20 metros
- Distancia entre secciones no adyacente en línea recta horizontal o vertical: 40 metros
- Distancia entre secciones adyacentes en diagonal: 30 metros
- Distancia entre secciones no adyacentes en diagonal: 50 metros

Por otra parte, el taller de mecanizado consta de 2 tipos de máquina (taladro y esmeril) y banco de trabajo.

En la tabla siguiente se indican los productos que pasan por dicho taller y los tiempos unitarios en cada uno de los equipos.

	Taladro	Esmeril	Banco de trabajo
Productos	Tiempo ciclo	Tiempo ciclo	Tiempo ciclo
B	400	100	80
C	120	120	100
E	100	88	80
F	120	55	90

El número de horas efectivas por año es de 1490.

La superficie del taladro es $0,75 \text{ m}^2$, el esmeril de $1,20 \text{ m}^2$ y el banco de trabajo $1,60 \text{ m}^2$. El número de lados operativos es de 2 en cada uno de los equipos y en el banco de trabajo. El coeficiente de la superficie de evolución es igual a 2.

Se pide lo siguiente:

- a) Con los datos anteriores realizar una distribución en planta sabiendo que se dispone de una nave $50 \text{ m} \times 60 \text{ m}$.
- b) Realizar una distribución en planta del taller mecánico sabiendo que se dispone de una superficie de $12 \times 5 \text{ m}$

SUBPROBLEMA 5

Diseño del almacén.**❖ SEMANA 6 (MARTES) (2 HORAS)**

ACTIVIDAD 23	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 120 minutos
No evaluable	

ACTIVIDAD 23***Trabajo presencial***

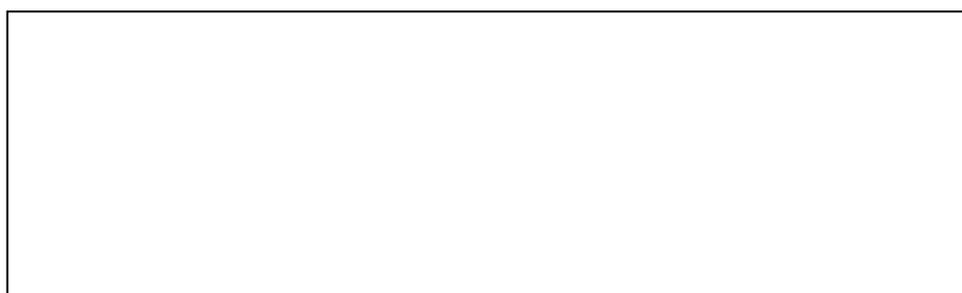
En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as buscarán cuáles son las áreas de un almacén (tiempo estimado: 15 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 10 minutos).

La siguiente tarea que se plantea es la búsqueda de distintos sistemas de almacenaje (30 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 15 minutos).

Por último deben realizar una búsqueda de equipos de mantenimiento que se utilizan en los almacenes (30 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 20 minutos).

La siguiente figura muestra el esquema de un almacén en blanco. ¿Qué áreas debe contener? ¿Qué sistemas de almacenaje existen? ¿Qué equipos de mantenimiento podemos encontrar en un almacén?

Buscar información escrita y audiovisual.



❖ **SEMANA 6 (JUEVES) (1,5 HORAS)**

ACTIVIDAD 24	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 15 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 25	
Presencial en grupos de 3	Tiempo estimado 45 minutos
No evaluable	
ACTIVIDAD 26	
Presencial individual	Tiempo estimado 30 minutos
Evaluable (0,5 puntos)	
ACTIVIDAD 27	
No Presencial individual	Tiempo estimado 120 minutos
Evaluable (0,5 puntos)	

ACTIVIDAD 24

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as calcularán la superficie ocupada por las estanterías (tiempo estimado 10 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 5 minutos).

Se quiere diseñar el almacén de producto acabado adosado a la fábrica para una capacidad máxima de 3.000 palets. El producto se paletiza en palet europeo (0,9 x 1,4 m, con holgura) y el bulto tiene una altura de 1.500 mm.

El tipo de estantería a utilizar es convencional, la carretilla es retráctil y el almacenamiento es a 5 niveles.

Con la información anterior calcular la superficie que ocuparían las estanterías.

ACTIVIDAD 25

Trabajo presencial

En el aula y en grupo de 3 los/as alumnos/as calcularán la superficie necesaria del almacén (tiempo estimado 20 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 10 minutos).

Finalmente el alumnado planteará algún método de cálculo sencillo para la obtención de la superficie total del almacén (tiempo estimado 10 minutos). Posteriormente se realizará una puesta en común con el resto de resto de grupos y con el/la profesor/a (tiempo estimado 5 minutos).

Dibujar en un plano las estanterías, pasillos y zona de picking de la actividad 24.

La anchura de los pasillos es de 2,8 metros y la zona de picking tiene la misma superficie que las estanterías.

¿Qué porcentaje del total almacén supone la superficie ocupada por las estanterías?

Plantear algún método de cálculo sencillo para la obtención de la superficie total del almacén.

ACTIVIDAD 26

Trabajo presencial

En el aula y de forma individual los/as alumnos/as la superficie del almacén, teniendo en cuenta además de la superficie de las estanterías, la superficie de los pasillos y la zona de preparación de pedidos o picking de la empresa Durbi, S.L. (tiempo estimado 30 minutos)

De la información obtenida en las actividades correspondientes a la empresa Dubi, S.L. se desprende que se fabrican en total 129.000 unidades de juguetes al año. La empresa mantiene un inventario equivalente a 15 días. Plantear un almacén de estanterías con tres alturas y sabiendo que en cada palet (0,9 m x 1,4 con holgura) solo caben 4 juguetes.

ACTIVIDAD 27

Trabajo no presencial

En esta última actividad el alumnado realizará un informe (de 2-3 páginas) en el que responderán a la pregunta del problema estructurante:

¿Cuál debe ser el tamaño de la planta industrial y cómo debe ser la distribución en planta de la empresa Durbi S.L.?

Tendrán que extraer lo más importante de cada uno de sus entregables o subproblemas y dar una visión de conjunto del proceso

3. EVALUACIÓN

La asignatura de Diseño, planificación y gestión de sistemas productivos y logísticos se imparte en tres modalidades docentes: Clases magistrales, prácticas de aula y prácticas de ordenador. En la siguiente tabla se recoge la metodología de evaluación.

Clases magistrales y prácticas de aula		
Temas	Evaluación	% nota final
Temas ABP (1,2,3,4 y 6)	Actividades evaluables	25
	Prueba final	15
Temas 5, 7,8,9,10,11, 12 y 13	Prueba final	55

Prácticas de ordenador		
Temas	Evaluación	% nota final
ERP (Expertis)	Actividades evaluables	5

Las rúbricas que se utilizarán para las evaluaciones de las actividades evaluables y del examen final relacionadas con ABP se muestran en el siguiente apartado (4.1. Rúbrica para las actividades y examen final).

En todas las pruebas finales, tanto de ABP como en la metodología tradicional, se exigirá obtener al menos el 50% de la nota máxima. El alumnado deberá realizar todas las actividades del ABP para poder superar la convocatoria ordinaria.

La asistencia en la metodología ABP y en las prácticas de ordenador será obligatoria.

En la convocatoria extraordinaria se guarda la nota de ABP y de las prácticas de ordenador, siempre que estén aprobadas. En caso contrario, tanto ABP como prácticas de ordenador, se evaluarán en el examen final.

3.1. Rúbrica para las actividades y examen final

RÚBRICA PARA LA ACTIVIDAD 4

Actividad 4 (Puntuación: 0,2)	Puntuación sobre 10	Mal (0%)	Con bastantes errores (30%)	Con algún error (60%)	Correctamente (100%)
Definición distribuciones en planta	4	Las definiciones que proporciona el/la alumno/a no es correcta.	Las definiciones que proporciona el/la alumno/a muestra bastantes errores.	Las definiciones que proporciona el/la alumno/a muestra algún que otro error.	Las definiciones que proporciona el/la alumno/a es correcta.
Identificación de las distribuciones en planta de la actividad 2	3	Todas las distribuciones las identifica de forma errónea.	Identifica una de las tres distribuciones correctamente.	Identifica dos de las tres distribuciones correctamente.	Identifica correctamente las tres distribuciones.
Identificación de las distribuciones en planta para la empresa Durbi, S.L.	3	Todas la/s distribuciones identificadas son incorrectas.	Identifica una única distribución en planta de forma correcta.	De las distribuciones alguna es incorrecta.	Identifica correctamente todas las distribuciones.

RÚBRICA PARA LA ACTIVIDAD 7

Actividad 7 (Puntuación: 0,2)	Puntuación sobre 10	Mal (0%)	Con bastantes errores (30%)	Con algún error (60%)	Correctamente (100%)
Utilización de los símbolos	2,5	Utiliza de forma incorrecta los símbolos.	La mayoría de los símbolos utilizados son incorrectos	La mayoría de los símbolos utilizados son correctos	Los símbolos utilizados son correctos
Identificación de las distintas ramificaciones	2,5	Identifica erróneamente las ramificaciones.	Identifica prácticamente todas las ramificaciones de forma incorrecta	Identifica prácticamente todas las ramificaciones de forma correcta	Identifica las ramificaciones de forma correcta
Numeración y descripción correcta de las actividades con los correspondientes tiempos	2,5	Numera y describe de forma errónea las actividades con sus tiempos.	Numera y describe de forma errónea la mayoría de las actividades con sus tiempos	Numera y describe correctamente la mayoría de las actividades con sus tiempos	Numera y describe correctamente las actividades con sus tiempos
Identificación correcta de actividades manuales y no manuales	2,5	Identifica erróneamente todas las actividades manuales y no manuales	Identifica erróneamente la mayoría de las actividades manuales y no manuales	Identifica correctamente todas la mayoría de las actividades manuales y no manuales	Identifica correctamente todas las actividades manuales y no manuales

RÚBRICA PARA LA ACTIVIDAD 17

	Actividad 17 (Puntuación: 0,6)	Puntuación sobre 10	Mal (0%)	Con bastantes errores (30%)	Con algún error (60%)	Correctamente (100%)
a)	Cálculo del Takt Time	1,5	Cálculo es incorrecto			Cálculo correcto
	Número mínimo de estaciones	1,5	Cálculo es incorrecto			Cálculo correcto
	Realización del equilibrado	1,5	Realiza mal equilibrado (no respeta las precedencias, no respeta el takt time, etc..)	El equilibrado es correcto pero muy ineficiente	El equilibrado es correcto pero no es el óptimo	Realiza el equilibrado de manera correcta y además es el óptimo
b)	Diagrama de procesos del producto B	1	Es erróneo	Tiene bastantes errores	Tiene algún error	Es correcto
	Cálculo del takt time	1,5	Cálculo es incorrecto			Cálculo correcto
	Número mínimo de estaciones	1,5	Cálculo es incorrecto			Cálculo correcto
	Realización del equilibrado	1,5	Realiza mal equilibrado (no respeta las precedencias, no respeta el takt time, etc..)	El equilibrado es correcto pero muy ineficiente	El equilibrado es correcto pero no es el óptimo	Realiza el equilibrado de manera correcta y además es el óptimo

RÚBRICA PARA LA ACTIVIDAD 22

	Actividad 22 (Puntuación: 0,5)	Puntuación sobre 10	Mal (0%)	Con bastantes errores (30%)	Con algún error (60%)	Correctamente (100%)
a)	Método de los eslabones y semimatriz de recorridos	2	Elabora incorrectamente la semimatriz de recorridos	Elabora con bastantes errores la semimatriz de recorridos	Elabora con algún error la semimatriz de recorridos	Elabora correctamente la semimatriz de recorridos
	Propuesta de distribución y cálculo de la distancia recorrida	4	Aplicación incorrecta del método	Comete errores al aplicar el método de distribución y no los justifica	Aplica el método de distribución correctamente pero no lo argumenta suficientemente	Aplica el método de distribución correctamente y lo argumenta
b)	Cálculo de máquinas necesarias	1,5	Cálculo incorrecto de número de máquinas			Cálculo correcto de número de máquinas
	Cálculo de la superficie necesaria para la sección	1,5	No calcula bien ninguna de las superficies	No calcula bien dos de las superficies.	No calcula bien una de las superficies.	Calcula correctamente la superficie total
	Propuesta de una distribución interna de la sección	1	Sitúa de forma incorrecta las máquinas y no tiene en cuenta la superficie estimada	Sitúa correctamente todas las máquinas con la superficie estimada sin tener en cuenta pasillos y tiene errores en la superficie estimada de algunas máquinas.	Sitúa correctamente todas las máquinas con la superficie estimada sin tener en cuenta pasillos	Sitúa correctamente todas las máquinas con la superficie estimada teniendo en cuenta pasillos



RÚBRICA PARA LA ACTIVIDAD 26

Actividad 26 (Puntuación: 0,5)	Puntuación sobre 10	Mal (0%)	Con bastantes errores (30%)	Con algún error (60%)	Correctamente (100%)
Superficie necesaria a ocupar por las estanterías	3	Cálculo incorrecto			Cálculo correcto
Cálculo superficie total almacén	2	Cálculo incorrecto			Cálculo correcto
Propuesta de distribución del almacén	5	Propuesta incorrecta			Propuesta correcta

RÚBRICA PARA LA ACTIVIDAD 27

Actividad 27 (Puntuación: 0,5)	Puntuación sobre 10	Mal (0%)	Con bastantes errores (30%)	Con algún error (60%)	Correctamente (100%)
Redacción del informe	4	Redacción incorrecta.	La redacción presenta bastantes errores.	La redacción presenta algún error.	La redacción es correcta.
Contenido	6	Contenido incorrecto.	Existen bastantes carencias en los distintos apartados.	Se presenta alguna carencia en algún apartado.	Se contemplan todos los apartados de forma correcta

RÚBRICA EXAMEN FINAL ABP

Examen final (Puntuación: 1,5)	Puntuación sobre 10	Incorrecta (-0,5)			Correcta (1)
Respuestas a 10 preguntas tipo test	10	Respuesta incorrecta			Respuesta correcta.

4. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

Heizer, J. y Render, B. (2001). Dirección de la producción. Decisiones estratégicas. Prentice Hall. 6º edición.

Ruiz de Arbuló, P. (2009): Fundamentos de diseño de sistemas productivos y planificación de la producción. Servicio de publicaciones de la Escuela Superior de Ingenieros de Bilbao.

Suñe, A., Gil, F. y Arcusa, I. (2004) Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Díaz de Santos.

Imaginarium: <http://www.imaginarium.es/aviones-de-juguetes-air-set-beep-beep-47969.htm#horizontalTab1>