

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
OPE – ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE EMPRESA (ASPECTOS  
TÉCNICOS, JURÍDICOS Y ECONÓMICOS EN PRODUCCIÓN )

**Dirección de Operaciones · Enunciados de Prácticas 2018**  
[Máster Universitario en Ingeniería de Organización (240MUEO)]

Joaquín Bautista · Ramon Companys · Albert Corominas  
(ETSEIB-UPC)

OPE-PROTHIUS – OPE-MSc.2018/12 240EO024 (20180207)



**PROTHIUS**

Càtedra Organització Industrial

<http://futur.upc.edu/OPE>

<http://www.prothius.com>

## ENUNCIADO 01.A: PROYECTOS SINGULARES. JOCTRONIX

La empresa JOCTRONIX está estudiando la posibilidad de lanzar al mercado un nuevo juego, ELECTROSON, un juego didáctico, cuya base es un circuito electrónico capaz de realizar las siguientes funciones: reloj (FR), generador de sonidos (FGS) y contador (FC). El laboratorio de ensayos será el encargado de realizar el montaje de los primeros prototipos, por lo que está interesado en conocer el tiempo que se requiere para montar una unidad de este producto y en establecer un calendario de realización de actividades. La elaboración de una unidad, en esta fase del proyecto, se ha descompuesto en 17 actividades, cuyos datos (número, código, denominación, duraciones en minutos y precedentes inmediatas) son los que figuran en la tabla adjunta; las duraciones se han establecido asignando a cada tarea el número de operarios que se indica en la columna *Oper.* de dicha tabla.

PROYECTO ELECTROSON					
<i>N.</i>	<i>Act.</i>	<i>Denominación</i>	<i>Dur.</i>	<i>Prec.</i>	<i>Oper.</i>
1	A	Revelar Circuito Impreso	30	-	1
2	B	Perforar Circuito Impreso	50	A	1
3	C	Soldar soportes de los circuitos integrados	30	B	2
4	D	Test de componentes de la base de tiempos (FR)	20	-	1
5	E	Realizar el sistema de sujeción	15	-	2
6	F	Soldar componentes de la base de tiempos (FR)	15	C, D, E	2
7	G	Controles (visual, ohm-metro, osciloscopio)	50	F	1
8	H	Test componentes generador frecuencias (FGS)	25	F	1
9	I	Preparar y soldar hilos alimentación	20	F	1
10	J	Soldar componentes generador de frecuencias	30	G, H, I	2
11	K	Control del generador de sonidos	45	J	1
12	L	Test de diodos (FC)	20	J	1
13	M	Soldar diodos (FC)	15	K, L	2
14	N	Ensayos	20	M	1
15	O	Regulación de la melodía	60	N	1
16	P	Construir caja de PVC a partir de placa estándar	90	-	2
17	Q	Ensamblar circuito y caja	25	O, P	2

- Realice una representación gráfica de la ejecución del proyecto.
- Establezca un calendario de realización del proyecto indicando las fechas mínimas y máximas de inicio de cada actividad y la duración mínima de aquél.
- ¿Cuántos operarios deben trabajar a la vez para realizar todas las tareas en la duración mínima del proyecto?
- ¿Cuál será la duración mínima del proyecto si la actividad P no se puede ejecutar simultáneamente ni con la tarea D ni con la J?
- ¿Cómo se ve afectada la duración del proyecto si sólo se dispone de tres operarios para realizar todas tareas?

## ENUNCIADO 01.B: PROYECTOS SINGULARES. TALLERES ROSCA

Talleres ROSCA está analizando la realización de un proyecto de remodelación de una de sus líneas productivas y lo ha descompuesto en las 17 actividades que figuran en la tabla-1.

Las actividades d y e por una parte y f y g por otra se realizan en la misma zona física y pueden solaparse en parte: una condición necesaria es la de que en todo momento la precedente (d o f) lleve un día de adelanto, por lo menos, a la siguiente (e o g).

- Determinar, sin limitar los recursos, la duración mínima del proyecto, el margen total de las actividades y los instantes mínimos de inicio de todas las actividades.
- Teniendo en cuenta que las actividades utilizan tres tipos de recurso: A, B y C (en las cantidades indicadas entre paréntesis en la tabla-1), determine el mínimo número de recursos de cada tipo requeridos para ejecutar el proyecto con mínima duración en los siguientes casos: (1) las actividades arrancan en su fecha mínima de inicio y (2) las actividades arrancan en su fecha máxima de inicio.
- Teniendo en cuenta unas disponibilidades 5, 1 y 1 unidades diarias para los recursos A, B y C, respectivamente, determine las sobrecargas en cada uno de estos recursos considerando los casos (1) y (2) de inicio de las actividades expuestos en el apartado (b).
- Las 13 primeras actividades de la tabla emplean el recurso A, consistente en mano de obra, en la cantidad indicada entre paréntesis. Se dispone ahora de 7 unidades de A únicamente. Considerando esta limitación (exclusivamente) establezca la programación del proyecto (fecha de inicio de cada actividad) buscando la duración mínima del mismo. ¿Cuál es dicha duración mínima?

Las actividades s y t utilizan un recurso B y las u y v otro recurso C, consistentes ambos en maquinaria de la que sólo se dispone de un ejemplar (una unidad de B y una unidad de C).

- Programe, con estas nuevas limitaciones, el proyecto. ¿Se altera la duración mínima del mismo respecto a la determinada en el apartado (b)?

<i>Act.</i>	<i>Dur.</i>	<i>Prec.</i>	<i>Rec.</i>	<i>Act.</i>	<i>Dur.</i>	<i>Prec.</i>	<i>Rec.</i>
a	5	-	A (4)	i	5	h	A (1)
b	4	-	A (2)	j	6	f, g	A (2)
c	3	-	A (1)	k	7	g	A (3)
d	6	a, b	A (4)	l	7	u, v	A (4)
e	7	d (solape 1)	A (3)	m	8	j	A (3)
f	5	d, e	A (2)	s	2	i, j, k	B (1)
g	5	f (solape 1)	A (1)	t	4	c	B (1)
h	6	b	A (1)	u	6	s	C (1)
				v	5	t	C (1)

Tabla-1: Datos Proyecto Talleres Rosca

## ENUNCIADO 01.C: PROYECTOS SINGULARES. CASO DSH

A un taller de la Empresa DSH S.A. (Desarrollo de soft y hard, SA), dedicado al diseño y fabricación de componentes electro-mecánicos, le ha sido encargado la realización de cuatro proyectos (P1, P2, P3 y P4), los cuales pueden desarrollarse simultáneamente, si hay recursos.

Todos los proyectos presentan el mismo esquema de actividades: (A) Desarrollo de Soft, (B) Desarrollo de Hard, (C) Acoplamiento soft-hard y (D) Pruebas y ensayos de funcionamiento. Las relaciones de precedencias entre actividades son: A y B preceden a C; y C precede de D.

EL taller dispone de cuatro equipos: Ea, Eb, Ec y Ed, compuestos por 4 técnicos cada uno que están especializados en el desarrollo de las actividades tipo A, B, C y D, respectivamente.

Cada equipo tiene un jefe especialista según el tipo de actividad A, B, C y D. La documentación final de cada proyecto, se compone de cuatro informes: un informe final para cada tipo de actividad A, B, C y D desarrollada. Los informes finales de cada actividad desarrollada de cada proyecto los debe elaborar el jefe correspondiente. Cada jefe tarda dos días en elaborar un informe por tarea y proyecto.

Se ha previsto que los proyectos P1, P2, P3 y P4 se inicien en los días 4, 6, 8 y 10, respectivamente. Y se da por finalizado un proyecto cuando se han elaborado todos sus informes finales después de las pruebas y ensayos de funcionamiento. Las duraciones estimadas para cada actividad y proyecto asignando 2 técnicos de cada equipo a cada tarea, son las que figuran en la tabla-1.

ACTIVIDAD	PROYECTO-1	PROYECTO-2	PROYECTO-3	PROYECTO-4
A	16	10	6	12
B	8	10	4	10
C	6	6	8	14
D	6	4	4	6

Tabla-1: Duraciones (días) por actividad / proyecto considerando la asignación de 2 técnicos de cada equipo a cada actividad

En tales condiciones:

- Establezca un calendario compatible para el desarrollo paralelo de los cuatro proyectos.
- Indique las fechas de finalización de cada proyecto.

Suponiendo que asigna los cuatro técnicos a cada actividad con la correspondiente reducción de tiempos a la mitad.

- Establezca un calendario compatible para el desarrollo paralelo de los cuatro proyectos. Indique la fecha de finalización del conjunto de proyectos.
- Analice ambas alternativas de asignación de técnicos y comente sus ventajas e inconvenientes.

## ENUNCIADO 02.A: PLANIFICACIÓN. CASO MATDENT

La dirección de MATDENT, dedicada a la investigación de nuevos materiales y a la fabricación de instrumental para la fabricación de prótesis dentales a partir de resinas poliméricas, está en fase de fijar el plan de producción, en la sección de instrumental avanzado de la empresa, para el próximo año. El plan tentativo debe contemplar un horizonte de 12 meses, teniendo en cuenta las previsiones de venta y los días laborables de cada mes.

Los datos de RRHH y Comercial son:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días Lab.	21	18	20	19	21	20	18	5	19	20	20	19
Demanda	100	200	200	300	300	650	500	550	350	350	100	150

Además, para elaborar un plan se requieren los datos facilitados por Planificación y Control de Producción; éstos son

Tasa de producción en horas normales	12 unidades/día
Tasa de producción en horas extraordinarias	10 unidades/día
Coste de producción en horas normales	100 um/unidad
Coste de producción en horas extraordinarias	200 um/unidad
Stock de seguridad	10% de la demanda mensual
Stock inicial	100 unidades
Coste de exceso de stock	20 um/unidad_mes
Coste de defecto de stock	50 um/unidad_mes

Con esta información:

- a. Proponga 4 planes tentativos, indicando las ventajas e inconvenientes de adoptar cada uno de ellos en función de tres criterios: (1) costes globales, (2) costes de ruptura y posesión de stock, y (3) regularidad en la producción.
- b. Plantee un modelo matemático con función multi-objetivo para resolver el problema.

## ENUNCIADO 02.B: PLANIFICACIÓN. CASO (2X8)+(4)

Una empresa está preparando su plan de producción para el próximo año, para el que dispone de los siguientes datos:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días Lab.	21	20	21	20	22	20	22	5	20	22	22	20
Dem. (Tm)	320	330	350	380	380	420	400	220	300	350	300	250

La empresa trabaja a dos turnos de 8 horas cada uno. Puede, si es necesario, realizar horas extraordinarias hasta un máximo de 4 horas, abriendo el tercer turno los días laborables y dejando el resto del tiempo para labores de mantenimiento. La productividad es 1 Tm por hora de trabajo en cualquier turno.

El stock previsto para finales de diciembre del presente año es de 50 Tm. La demanda indica el resultado de una previsión y se estima una posible desviación del 10 %. El departamento de producción desea compensar la variabilidad de la demanda corrigiéndola mediante un stock de seguridad igual al 10% de la demanda de cada mes. Es posible en este caso emplear la producción de un mes para atender a la demanda de dicho mes.

El coste de producir una Tm en horas normales es igual a 20000 um y el doble si es necesario recurrir a las horas extra. Almacenar una Tm de producto durante un mes supone un coste de 2000 um, mientras que un retraso en la entrega cuesta el triple.

En tales condiciones:

- Establezca dos planes de producción a tasa constante, contemplando las alternativas de diferir o no la demanda.
- Establezca un plan de producción minimizando los coste de stock más ruptura.
- Establezca un plan de producción con mínimo coste total de gestión.

La empresa prevé que la demanda de los próximos 5 años será similar a la actual, por ello estudia la posibilidad de incorporar maquinaria y procesos adicionales al sistema productivo que costarían  $5 \cdot 10^6$  um y servirían para incrementar la productividad actual en un 20% sin alterar los costes variables de producción.

- ¿Conviene o no hacer esta inversión teniendo en cuenta un plazo de amortización de 5 años y una tasa de interés del 10 % anual?

## ENUNCIADO 02.C: PLANIFICACIÓN. CASO SAM

SAM S.A. fabrica componentes de motocicleta de la gama media (250 cc.). Vende a partir de stock, disponiendo de un gran número de distribuidores, en el mercado americano. A finales de año, los responsables de producción deben determinar un plan maestro de producción que respete la capacidad de la empresa, y tenga en cuenta el impacto de dicho plan en la estructura financiera.

Los datos disponibles para la elaboración del plan son los que se muestran en la tabla-1.

Ventas previstas (intervalo de incertidumbre +/- 20 %):												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Dem.	7000	9000	10000	16000	18000	17000	8000	8000	7000	6000	5000	5000

Datos productivos:	
Precio de venta	20.000 um/unidad
Coste operario	80.000 um//mes
Productividad	50 unidades/operario-mes
Coste de formación	50.000 um/operario
Coste fin de contrato	50.000 um/operario
Coste de materiales	15.000 um/unidad
Costes indirectos	10 % sobre ventas en um.
Coste hora extra	50 % más que las horas normales
Plantilla inicial	150 operarios
Stock inicial	500 unidades
Horas / semana	40 horas
Semanas / mes	4 semanas

Datos financieros:			
Plazo medio de cobro	90 días		
Cobros pendientes	Ene	Feb	Mar
	110.000 kum	90.000 kum	90.000 kum
Plazo medio de pago	60 días		
Pagos pendientes	Ene	Feb	
	120.000 kum	170.000 kum	
Movimiento de fondos inicial	1000 kum		
Caja mínima y Tasa media créditos	2000 kum	4% anual	

Tabla-1: Datos comerciales, productivos y financieros del caso SAM

Con esta información:

- Proponga 4 planes tentativos, indicando las ventajas e inconvenientes de adoptar cada uno de ellos, atendiendo a cuatro criterios: (1) costes globales, (2) costes de ruptura y posesión de stock, (3) regularidad en la producción, (4) impacto de los despidos al finalizar el contrato.
- Plantee un modelo matemático con función multi-objetivo para resolver el problema.

## ENUNCIADO 02.D: PLANIFICACIÓN. CASO FREGADEROS

Una empresa fabrica fregaderos industriales de dos tipos: polietileno y fibra de vidrio. Durante los próximos tres meses se ha comprometido a suministrar sus productos de la forma siguiente:

Fecha de entrega	Demanda según tipo de fregadero (unidades):	
	Polietileno	Fibra de vidrio
31 de Enero	5000	1000
28 de Febrero	6000	4000
31 de Marzo	4000	6000

La empresa dispone de dos tipos de prensa, las máquinas Abner y la máquinas Brown, y de los moldes apropiados que deben utilizarse para producir estos fregaderos, con las siguientes horas de producción disponibles durante los próximos meses :

Mes	Máquinas Abner	Máquinas Brown
Enero	900	1400
Febrero	200	300
Marzo	900	500

Los tiempos de proceso para cada tipo de fregadero según el tipo de prensa, expresados en horas requeridas por unidad producida, son las siguientes:

Fregadero	Máquinas Abner	Máquinas Brown
Polietileno	0.15	0.16
Fibra de vidrio	0.12	0.14

Los costes variables de producción de fregaderos (prensas) son 675 um.por hora de operación, independientemente del tipo de máquina utilizada o del tipo de fregadero producido. El coste de mantener inventario de fregaderos es de 13.5 um por fregadero y mes; en caso de no poder satisfacer a tiempo la demanda por falta de capacidad, los costes de diferir durante un mes un fregadero de polietileno o uno de fibra de vidrio se evalúa en 900 y 1200 um, respectivamente. Los costes de material son 418.5 um por unidad para los fregaderos de polietileno y de 526.5 um por unidad para los de fibra de vidrio. Los coste de acabado, empaquetado y envío son de 31.05 um por fregadero. Los fregaderos se venden a los precios de 945 u.m. por unidad los de polietileno, y 1215 um por unidad los de fibra de vidrio.

En tales condiciones :

- Plantee y resuelva un PL que optimice los costes de gestión de la empresa.
- En caso de obtener una solución no posible. Dé una solución factible rectificando el escenario.
- Qué ocurre si se reducen las horas disponibles de las máquinas Brown en un 15 %?
- Haga el mismo tratamiento con la máquina Abner.



## ENUNCIADO 02.E: PLANIFICACIÓN. CASO CARCASAS-1

Una empresa fabrica carcasas de dos tipos: nylon y fibra de vidrio. Durante los próximos tres meses, la empresa se ha comprometido a suministrar sus productos de la forma siguiente:

Fecha de entrega	Demanda según tipo de carcasa (unidades):	
	Nylon	Fibra de vidrio
30 de Junio	4000	1000
31 de Julio	8000	5000
31 de Agosto	3000	5000

La empresa dispone de tres tipos de prensa: ALDEBARÁN, BERENICE y CASIOPEA, y de los moldes apropiados para producir las carcasas. Las capacidades de producción de las prensas, medidas en horas de producción según su tipo y durante el mes, se muestran en la tabla siguiente:

Mes	Capacidad según tipo de prensa (horas de producción):		
	ALDEBARÁN	BERENICE	CASIOPEA
Junio	700	700	800
Julio	300	200	200
Agosto	400	300	600

Los tiempos de proceso para cada tipo de carcasa según el tipo de prensa, expresados en horas requeridas por unidad producida, son las siguientes:

Carcasa	Tiempo de proceso unitario por tipo de carcasa y prensa (horas)		
	ALDEBARÁN	BERENICE	CASIOPEA
Nylon	0.15	0.16	0.14
Fibra de Vidrio	0.12	0.14	0.13

Cuando se producen carcasas de nylon, los costes variables de producción de las prensas son de 1500, 1000 y 1250 um/hora para ALDEBARÁN, BERENICE y CASIOPEA, respectivamente. Fabricar carcasas de fibra de vidrio tiene un coste adicional de 500 um/hora en cualquier tipo de prensa. El coste de poseer inventario es de 1 um/unidad\_día. Si no es posible servir a tiempo, la penalización es tres veces el coste de posesión. Si no es posible satisfacer la demanda global de los tres meses, se puede contratar el trabajo a otra empresa, que pide 300 um por una carcasa de cualquier tipo, incluyendo el transporte a planta. El stock inicial es de 1000 unidades de cada tipo de carcasa, y se desea que al final de agosto haya un nivel de existencias que doble al inicial.

En tales condiciones:

- Proponga un plan de producción saturando las prensas según el orden de sus costes variables de producción y evalúe el coste de dicho plan.
- Idem apartado (a), siguiendo el orden de los tiempos de proceso unitarios.
- Discuta sobre los puntos fuertes y débiles de los planes propuestos en (a) y (b).
- Formule un programa lineal para el problema y resuélvalo.

### ENUNCIADO 03.A: MRP - CÁLCULO DE NECESIDADES. CASO MMSA

La empresa MMSA (Manufacturas Metálicas, S.A.) se dedica a la fabricación de dos productos básicos: (01) Estanterías metálicas de tres anaqueles y (02) Estanterías metálicas de seis anaqueles. Para el montaje de dichos productos finales se precisan los siguientes productos semielaborados: (03) Anaqueles, (04) Patas y otros materiales de compra (los precios unitarios y el tipo y tamaño de los lotes de aprovisionamiento se recogen en la Tabla 1).

Código	Descripción	Tipo lote	Lote (unidades)	Coste (um/u)
05	Capuchón	Fijo	1000	2
06	Tornillo	Fijo	2000	5
07	Conector	Fijo	500	10
08	Chapa	Fijo	5000	50

Tabla-1: Características de los materiales de compra para el Caso MMSA

La planta dispone de tres secciones: (SM) Sección de Montaje, (SE) Sección de Estampado y (SD) Sección de Doblado, con unos costes horarios de 400 um en cada sección. Se supone una jornada laboral de 8 horas diarias y, si es necesario, puede abrirse un segundo turno de 8 horas con unos costes horarios de 800 um en cada sección. Los consumos de material y tiempos de proceso (en minutos) asociados a cada producto se recogen en la Tabla 2.

Cod.	Descripción	03	04	05	06	07	08	SM	SE	SD
01	Estantería 3 anaqueles	3	4	8	12			8		
02	Estantería 6 anaqueles	6	8	8	24	4		12		
03	Anaquele						2		0.67	0.75
04	Pata						3		0.50	1.00

Tabla-2: Lista de materiales y tiempos de proceso en minutos en las secciones SM, SE y SD.

Los niveles de stock inicial de los materiales de compra son: 4 lotes de chapa (08), 5 lotes de capuchones (05), 6 lotes de tornillos (06) y 3 lotes de conectores (07). Los plazos de entrega de los materiales de compra son iguales a 2 semanas para todos. Los días laborables para los próximos 3 meses son correlativamente 22, 20 y 22.

En tales condiciones:

- Establezca un plan de producción para los próximos 3 meses con el propósito de satisfacer una demanda total de 1500 estanterías de tipo (01) y 1800 de tipo (02) y recurriendo a la apertura del segundo turno lo menos posible. Calcule las necesidades de materiales y las cargas de trabajo que el plan genera cada mes en las secciones SM, SE y SD.
- Sin cambiar la demanda del apartado (a), establezca un plan de producción regularizando lo máximo posible las cargas de trabajo cada mes en las secciones SM, SE y SD.
- Discuta sobre los puntos fuertes y débiles de los planes propuestos en (a) y (b).
- Establezca un plan de producción que sature la planta y calcule las necesidades de materiales y las cargas de trabajo generadas cada mes en las secciones SM, SE y SD.

### ENUNCIADO 03.B: MRP - CÁLCULO DE NECESIDADES. CASO SOLREG-2

El Departamento Comercial de la empresa SOLREG S.A dispone de los datos históricos de las ventas efectuadas en los 40 meses anteriores. Aplicando su modelo de previsión de la demanda, obtiene la proyección de las ventas para el próximo año (ver Tabla 1).

Mes	SR04	SR06	SR08	SR12	SR20
01	3000	2500	3300	1700	700
02	2900	3200	1600	2000	400
03	2900	3100	1800	1700	200
04	2900	3800	400	1200	100
05	3000	3800	400	1700	100
06	3100	3200	400	1700	100
07	3000	2500	500	1600	100
08	3000	1800	800	2100	300
09	2900	1900	800	1300	400
10	2900	1200	2800	1700	600
11	2900	1300	3700	1700	700
12	3000	1900	4100	1700	700

Tabla-1: Previsión de ventas para el Caso SOLREG-2. Para los cálculos del apartado (c) de este ejercicio considere únicamente los tres primeros meses: 01, 02 y 03.

Los poliedros constan de caras, que pueden ser triángulos (**T**), cuadrados (**C**) o pentágonos (**P**); y se montan empleando dos piezas de unión: uniones de aristas (**UA**) y uniones de vértices (**UV**). Para montar las caras se precisan aristas (**A**) y vértices (**V**) -ver Tabla 2-. La compañía dispone de dos secciones: montaje de caras (**SC**) y montaje de sólidos (**SS**); los tiempos de proceso ( $p_{SS}$  y  $p_{SC}$  en segundos) para elaborar poliedros y caras se recogen también en la Tabla 2.

	T	C	P	UA	UV	A	V	$p_{SS}$ (s)	$p_{SC}$ (s)
SR04	4			6	4			50	
SR06		6		12	8			50	
SR08	8			12	6			60	
SR12			12	30	20			90	
SR20	20			30	12			120	
T						3	3		6
C						4	4		9
P						5	5		12

Tabla-2: Lista de materiales y tiempos de proceso en minutos en las secciones SS y SC.

El número de días laborables durante el próximo año se recoge en la Tabla 3.

Mes	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Horas	21	20	22	20	22	21	22	10	20	22	20	20

Tabla-3: Número de días laborables por mes (horizonte 1 año) para el Caso SOLREG-2

El coste estándar de una hora de trabajo se valora en 400 um en cada sección. Se supone una jornada laboral de 8 horas diarias y, si es necesario, puede abrirse un segundo turno de 8 horas con unos costes horarios de 600 um en cada sección.

Las características del producto final, los semielaborados y las piezas se recogen en la Tabla 4.

	Procedencia	Tipo Lote	Q (Tamaño)	Coste (um/u)	Plazo
SR04	Montaje SS	unitario	1		
SR06	Montaje SS	unitario	1		
SR08	Montaje SS	unitario	1		
SR12	Montaje SS	unitario	1		
SR20	Montaje SS	unitario	1		
T	Semielaborado SC	Lote mínimo	100		1 semana
C	Semielaborado SC	Lote mínimo	100		1 semana
P	Semielaborado SC	Lote mínimo	100		1 semana
UA	Compra	Lote fijo	4000	0.05	1 semana
UV	Compra	Lote fijo	6000	0.06	1 semana
A	Compra	Lote fijo	8000	0.03	2 semana
V	Compra	Lote fijo	10000	0.01	2 semana

Tabla-3: Procedencia del producto, tipo de lote, tamaño de lote, coste unitario de los materiales de compra y plazos de entrega del Caso SOLREG-2

Los niveles de stock inicial de los materiales de compra son: 20 lotes de uniones de aristas (UA), 10 lotes de uniones de vértices (UV), 20 lotes de aristas (A) y 16 lotes de vértices (V). Por su parte, el nivel de stock inicial de semielaborados (T, C y P) es suficiente para cubrir una semana.

En tales condiciones:

- Determine si es posible o no satisfacer la demanda global representada por las ventas previstas para el próximo año (ver Tabla 1), sin recurrir a la apertura del segundo turno en ninguna de las dos secciones de montaje (SS y SC).
- Determine el número de lotes de materiales de compra (UA, UV, A y V) que son necesarios para satisfacer la demanda prevista para el próximo año.
- Considerando los **3 primeros meses** (Tabla-1: 01, 02 y 03), los plazos de entrega y la tipología y el tamaño de los lotes, establezca planes vinculados de producción para las secciones SS y SC, así como el correspondiente plan de compra de materiales. Además, determine la carga de trabajo en horas que sus planes generan cada mes en las secciones SS y SC.
- Establezca un plan de producción anual que sature la planta.

## ENUNCIADO 03.C: MRP - CÁLCULO DE NECESIDADES. CASO MAREPLA

La estructura del producto de la empresa MAREPLA es la de la tabla adjunta en la que se indica el código de los artículos, origen, plazo de entrega o de fabricación en semanas, componentes (en forma algebraica), lote mínimo de fabricación o aprovisionamiento en unidades (no se utiliza stock de seguridad) y el tiempo estándar de fabricación en minutos por unidad:

Cod.	Origen Sección	Plazo (sem.)	Composición	Lote	Tiempo (')
M	Montaje	1	2·A + 1·E + 2·G	1	10
N	Montaje	1	2·E + 1·G + 2·C	1	12
E	Submontaje	2	2·A + 1·F + 1·B + 1·C	1	5
G	Submontaje	2	1·A + 1·B + 2·C + 1·D	1	4
D	Taller 1	3	5·X + 1·Q	350	1
F	Taller 1	3	1·P + 4·X	350	0.8
A	Taller 2	2	3·P + 1·F	180	0.5
B	Taller 2	2	1·F + 1·D	75	0.4
C	Taller 2	2	1·D + 2·Q	125	0.4
P	Compra	3		1000	
X	Compra	4		4000	
Q	Compra	3		750	

Con estos datos:

- Si cada semana se efectúa el cálculo de necesidades utilizando intervalos de 1 semana, ¿cuál debería ser el horizonte mínimo del Plan Maestro Detallado (MPS) para garantizar la pertinencia de las decisiones adoptadas?
- Disponemos del siguiente stock de los artículos de procedencia exterior: P 340 unidades; X 1100 unidades; Q 250 unidades. Utilizando exclusivamente dichas cantidades de estos artículos ¿cuántas unidades de M y N podríamos fabricar? En caso de indeterminación procurar que el número de productos M sea aproximadamente el doble que de N.
- Suponiendo que el precio de los artículos exteriores P, X y Q es respectivamente 1000, 300 y 2400 um/unidad y que 1 hora de Montaje o Submontaje se valora en 360 um mientras que 1 hora de Taller 1 y Taller 2 a 240 um ¿cuál es el coste directo de los artículos por los conceptos materiales y trabajo de todos los artículos?

Dado el plan maestro de producción (semanas 25 a 36) y teniendo en cuenta el stock disponible y las órdenes en curso (semana 24) que recogen las tablas siguientes:

Semana	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
M	7	7	6	7	8	9	8	9	8	8	7	6
N	5	5	6	5	4	3	4	3	4	4	5	6

	M	A	E	G	P	F	B	C	D	X	Q	N
Stock	1	50	5	0	340	95	70	65	140	1100	250	2
25	8		15	15					350		750	4
26		180	20	20	1000	350		125		4000		

- Determine las necesidades brutas y netas correspondientes a las semanas 25 a 36.

## ENUNCIADO 04.A: GESTIÓN DE STOCKS. CASO ESTEVE, ABEL Y BALTASAR

### PARTE-1

El bufet libre SILEMTIUM, que permanece abierto todos los días del año, ofrece, en su carta de vinos, el reserva de la casa. El vino se compra a una prestigiosa bodega que siempre dispone de existencias, situada a 15 km del bufet, al precio de 15 um la botella.

El señor ESTEVE, propietario del bufet, estima una tasa de posesión de su stock de vino igual al 20% anual, disponiendo de un almacén suficiente para albergar 300 cajas de 8 botellas cada una.

La demanda del reserva de la casa es muy regular, de manera que los clientes de SILEMTIUM consumen 3 cajas al día, independientemente de la estación del año.

Actualmente, si en SILEMTIUM se detecta que hay pocas existencias, se envía un furgón cuyo coste es de 90 um por viaje y una carga máxima de 125 cajas. ESTEVE piensa que la mejor política es aprovechar al máximo la capacidad del furgón, ahorrando así en costes de transporte.

a. ¿Qué coste anual de gestión de stocks supone dicha política?

Un conocido aconseja a ESTEVE que reduzca su nivel de stock ofreciendo su propio coche por 30 um/viaje. Su vehículo puede transportar 20 cajas como máximo.

b. ¿Qué coste anual de gestión de stocks supone esta nueva propuesta?

ESTEVE se pregunta:

c. ¿Qué tamaños de lote minimizan los costes de gestión de stock en los casos anteriores?

ESTEVE recibe la oferta de un transportista dispuesto a hacer los viajes a 60 um/viaje. Su furgoneta puede transportar 75 cajas como máximo.

d. ¿Qué aconsejaría usted al dueño de Silemtium?

ESTEVE se queda con la mejor solución entre todas las anteriores y además consigue reducir la tasa de posesión de stock de vino al 15% anual.

e. Determine y evalúe la política de gestión más conveniente ante esta nueva situación.

### PARTE-2

Dos mayoristas de telas, los señores ABEL y BALTASAR, tienen localizados sus almacenes muy cerca el uno del otro.

La demanda del artículo con más rotación es homogénea en el tiempo e idéntica para los dos comerciantes: 100000 unidades/año; también, sus costes de lanzar un pedido y los de posesión de stock son coincidentes, valorándose en 200 um/pedido y 10 um/unidad-año, respectivamente.

En tales condiciones:

a. ¿Qué ahorro económico global pueden conseguir Abel y Baltasar si deciden optimizar conjuntamente los costes de gestión?

b. ¿Qué reducción del nivel de stock puede suponer una alianza entre ABEL y BALTASAR?

Considerando el caso en el que  $N$  comerciantes gestionan independientemente un mismo artículo con idénticos costes de lanzamiento y de posesión e igual demanda anual  $D$ :

- c. ¿Qué ahorro pueden conseguir los  $N$  comerciantes si llegan al acuerdo de gestionar sus stocks conjuntamente?
- d. ¿En cuánto pueden reducir el nivel medio de inventario globalmente los  $N$  comerciantes?

Considere ahora 4 comerciantes, con unas demandas anuales iguales a  $D$ ,  $4D$ ,  $9D$  y  $16D$  y con idénticos costes de lanzamiento y de posesión.

- e. Determine la reducción de costes y de nivel de stocks, en función de  $D$ , asociada a la alianza de los comerciantes para gestionar sus stocks.

## ENUNCIADO 04.B: GESTIÓN DE STOCKS. CASO RIBERA-1

Un fabricante de motocicletas eléctricas, Sr. JORDI RIBERA, utiliza un componente, que compra a un proveedor fiel a los plazos de entrega establecidos, en su línea de montaje. Su deseo es adquirir siempre un lote de aprovisionamiento de tamaño fijo y considera inadmisibles diferir la demanda o la rotura de stock.

La necesidad anual del componente asciende a 100 mil unidades; esta demanda se distribuye uniformemente a lo largo del año. Cada vez que lanza un pedido tiene un coste fijo de 900 um, y ha estimado que la tasa de posesión de stock es del 40% anual. El proveedor ofrece a nuestro fabricante un plan de descuentos uniformes como el que sigue:

	Cantidad (unidades)	Precio (um/unidad)
tramo-1:	de 0 hasta 4999	15
tramo-2:	de 5000 hasta 7499	12
tramo-3:	de 7500 hasta 9999	8
tramo-4:	10000 o más	4

En estas condiciones:

- ¿Qué tamaño de lote y cuántos pedidos al año le parecen adecuados?
- ¿Qué tamaño de lote propone, si Ribera reduce su tasa de posesión de stock al 20% anual?
- ¿Cuántos pedidos al año son razonables, si Ribera dobla la demanda del componente?

El señor Ribera dispone de un taller de prensas con capacidad para procesar anualmente 50000 piezas. La línea de montaje solicita a prensas 40000 piezas al año homogéneamente. Cada vez que se lanza una serie se requiere un día de preparación de las máquinas y se incurre en otros gastos valorados en 20000 um por cada orden de lanzamiento. La obtención de una pieza cuesta 2500 um y el coste de posesión de inventario se contabiliza, en este caso, al 20% anual.

- ¿Qué tamaño tendrá el lote de fabricación, cuánto tiempo, como mínimo, tardará en obtenerse uno de estos lotes, y cuántas órdenes, como máximo, se emitirán en un año de 365 días?
- ¿Qué solución propondría en caso de que el 10% de las piezas que produce el taller de prensas fueran defectuosas?



## ENUNCIADO 04.C: GESTIÓN DE STOCKS. CASO RIBERA-2

El señor Ribera ha adquirido un pequeño taller que fabrica regularmente dos piezas de estampación, P1 y P2, cuyas demandas son homogéneas en el tiempo y ascienden a 20000 y 40000 unidades al año, respectivamente. Para elaborarlas, el taller dispone de una máquina con capacidad para fabricar 100000 piezas tipo P1 o bien 200000 piezas tipo P2 al año; la línea de estampación debe repartir su tiempo disponible entre ambas piezas, pues sólo puede tratar un tipo de pieza al mismo tiempo. Cada vez que se cambia de matriz y se realizan ajustes, se requiere un tiempo de preparación de la línea que depende del tipo de pieza; estos tiempos son: 1 día para P1 y medio día para P2; además hay un coste fijo de 1250 um por preparación. Se desea que el número de órdenes al año sea idéntico para ambos tipos de pieza. El coste de fabricación más materiales de una pieza P1 es 25 um, mientras que una P2 cuesta 12.5 um. El coste de posesión de inventario se contabiliza al 25% anual.

En tales condiciones:

- a. Determine el número de lanzamientos anual que minimiza los costes de gestión, y el número de días al año que quedará desocupada la máquina para realizar otras posibles estampaciones.

El jefe de producción pretende reducir los stocks y utilizar al máximo sus recursos. Para ello, propone realizar el máximo número de lanzamientos al año, pues así conseguirá a la vez unos lotes de menor tamaño y que la máquina esté ocupada todo el tiempo. Con este supuesto:

- b. Determine el coste adicional o el ahorro que supondría llevar a la práctica esta propuesta.

Un cliente solicita al taller de Ribera la estampación de una nueva pieza, P3, que será entregada semanalmente en lotes de 700 unidades. Se sabe que la máquina podrá elaborar 250 piezas/día, si se dedica sólo a esta pieza. Una pieza P3 tiene un coste de fabricación más materiales igual 20 um, y cada orden de lanzamiento a estampación supone un coste fijo de 1250 um y un tiempo de preparación de medio día. Con esta nueva condición:

- c. Responda a los apartados (a) y (b) con el objetivo de satisfacer la demanda de P1, P2 y P3.

Suponga ahora que tanto para el almacenamiento como para el traslado de las piezas se emplean unos contenedores que pueden albergar hasta un máximo de 50 piezas, independientemente del tipo, y que el número de contenedores disponibles es igual a 75. Bajo estas suposiciones:

- d. Determine los lotes óptimos y los niveles de stock medio y máximo en los dos escenarios siguientes: (1) fabricación conjunta de P1 y P2, y (2) fabricación conjunta de P1, P2 y P3. Calcule los costes de gestión en ambos escenarios con y sin limitación de contenedores.
- e. Determine el número de contenedores que adicionalmente le harían falta para reducir los costes de gestión actuales y lo máximo que estaría dispuesto a pagar por el contenedor-76 en cada uno de los escenarios propuestos en el apartado (d).

## ENUNCIADO 04.D: GESTIÓN DE STOCKS. CASO MULTIPRODUCTO

### PARTE-1:

Se debe estudiar la gestión del stock de 4 productos, cuyas características son las siguientes:

Cod. Artículo	Demanda anual up/año	Coste de lanzamiento um/orden	Coste de fabricación um/up	Tasa de posesión anual %	Ocupación up/m <sup>2</sup>
A	100000	200	32	20	8
B	300000	200	16	20	15
C	800000	200	5	20	20
D	200000	200	100	20	10

Puesto que los materiales se disponen en el almacén en muebles apilados, la Ocupación indica el número de unidades de cada artículo que pueden almacenarse por m<sup>2</sup>. La política de almacenaje es tal que se destina una zona para cada artículo que se dimensiona de acuerdo al máximo del mismo que puede encontrarse en el almacén. Disponemos de 1000 m<sup>2</sup> de almacén para estos artículos.

- Determinar el tamaño de los lotes y las frecuencias de las órdenes para cada artículo.
- Una empresa está dispuesta a alquilarnos tantos metros cuadrados de almacén como deseemos al precio de 50 um/m<sup>2</sup> al año ¿Altera este hecho la respuesta anterior?

### PARTE-2:

Una misma máquina debe elaborar cuatro artículos con las siguientes características:

Cod. Artículo	Consumo up/hora	Producción up/hora	Coste de lanzamiento um/orden	Coste de fabricación um/up	Tasa de posesión anual %	Tiempo de preparación horas
A	30	150	3500	100	20	8
B	90	450	2500	35	20	15
C	300	1500	7500	15	20	20
D	60	300	5000	100	20	10

Teniendo en cuenta que tanto para el consumo como producción se consideran años con 250 días laborables de 2 turnos de 8 horas cada uno:

- Determinar el tamaño de los lotes y las frecuencias de las órdenes para cada artículo que suponga el mínimo coste de gestión de stocks.
- Determinar el tamaño de los lotes y las frecuencias de las órdenes para cada artículo que suponga el máximo número de lanzamientos al año.

## ENUNCIADO 05.A: PROGRAMACIÓN · FLUJO REGULAR (PRMU) · MISCELÁNEA I

### PARTE I : 5 PIEZAS EN 3 MÁQUINAS : F3/PRMU/CMAX

Sea el problema F3/prmu/Cmax con las siguientes duraciones de los trabajos:

Pieza	1	2	3	4	5
Maq.1	3	5	3	9	10
Maq.2	10	5	10	8	8
Maq.3	6	5	5	10	8

Suponiendo que tanto piezas como máquinas están disponibles en el instante 0, determinar:

- Una cota inferior de Cmax.
- Una solución mediante un procedimiento heurístico para las 5 piezas y las 3 máquinas.
- Una solución óptima para las 5 piezas y las 2 primeras máquinas.
- Una solución óptima para las 3 primeras piezas y las 3 máquinas.

### PARTE II : 6 PIEZAS EN 4 MÁQUINAS : F4/PRMU/CMAX

Sea el problema F4/prmu/Cmax con las siguientes duraciones de los trabajos:

Pieza	1	2	3	4	5	6
Maq.1	5	10	2	20	20	15
Maq.2	4	9	2	3	5	7
Maq.3	20	10	25	15	15	10
Maq.4	15	10	10	20	15	15

Suponiendo que tanto piezas como máquinas están disponibles en el instante 0, determinar:

- Una cota inferior de Cmax.
- Una solución mediante un procedimiento heurístico para las 6 piezas y las 4 máquinas.
- Una solución óptima para las 6 piezas y las 2 últimas máquinas.
- Una solución óptima para las 3 primeras piezas y las 4 máquinas.

## ENUNCIADO 05.B: PROGRAMACIÓN · CUATRO PROYECTOS PARA CUATRO EQUIPOS

Una empresa del sector de automoción ha lanzado cuatro proyectos (P1, P2, P3 y P4), todos ellos relacionados con la movilidad autónoma sostenible y que pueden desarrollarse simultáneamente si se dispone de suficientes recursos.

Los cuatro proyectos presentan el mismo tipo de actividades: (A) desarrollo de Soft, (B) desarrollo de Hard, (C) acoplamiento soft y hard y (D) pruebas y ensayos de funcionamiento. En cuanto a códigos, el proyecto P1, por ejemplo, se ha descompuesto en las actividades A1, B1, C1 y D1; y obviamente, se ha procedido de forma análoga con los otros tres proyectos.

En este caso, las relaciones de precedencias entre las tareas de cualquiera de los cuatro proyectos son: la A precede a la B, la B precede a la C y la C precede a la D.

Por su parte, para la ejecución de los cuatro proyectos, la empresa dispone de cuatro equipos de técnicos, e.A, e.B, e.C y e.D, que están especializados en la investigación y en el desarrollo de las tareas de tipo A, B, C y D, respectivamente.

Las duraciones estimadas para cada actividad y proyecto son las que figuran en la Tabla 1.

ACTIVIDAD	PROYECTO-1	PROYECTO-2	PROYECTO-3	PROYECTO-4
A	7	12	1	14
B	2	13	8	11
C	16	3	10	5
D	9	6	15	4

Tabla-1: Duraciones (días) de las actividades de tipo A, B, C y D, para los proyectos P1, P2, P3 y P4, en el problema “Cuatro proyectos para cuatro equipos”

Contemplando inicialmente este caso como un problema de secuenciación con flujo regular:

- Determine una cota inferior para el instante de compleción de todos los proyectos.
- Establezca un calendario compatible para el desarrollo paralelo de los cuatro proyectos.
- Determine los tiempos muertos que hay en el desarrollo de cada proyecto según el calendario establecido en el punto (b).
- Determine los rendimientos de los 4 equipos según el calendario del punto (b).

Suponga ahora que la empresa se plantea la posibilidad de inyectar más recursos, para desarrollar los cuatro proyectos, mediante la incorporación de un equipo técnico adicional de cada tipo. Ante esta nueva situación:

- Establezca un nuevo calendario para desarrollar los cuatro proyectos y, a partir de él, calcule los rendimientos de los 8 equipos.

## ENUNCIADO 05.C: PROGRAMACIÓN · FLUJO REGULAR (BLOCK) · MISCELÁNEA II

### PARTE I : 5 PIEZAS EN 3 MÁQUINAS : F3/BLOCK/CMAX

Sea el problema F3/block/Cmax con las siguientes duraciones de los trabajos:

Pieza	1	2	3	4	5
Maq.1	3	5	3	9	10
Maq.2	10	5	10	8	8
Maq.3	6	5	5	10	8

Suponiendo que tanto piezas como máquinas están disponibles en el instante 0, determinar:

- Una cota inferior de Cmax.
- Una solución mediante un procedimiento heurístico para las 5 piezas y las 3 máquinas.
- Una solución óptima para las 5 piezas y las 2 primeras máquinas.
- Una solución óptima para las 3 primeras piezas y las 3 máquinas.
- Compare los resultados con los correspondientes a la Parte I del Enunciado 05.A

### PARTE II : 6 PIEZAS EN 4 MÁQUINAS : F4/BLOCK/CMAX

Sea el problema F4/block/Cmax con las siguientes duraciones de los trabajos:

Pieza	1	2	3	4	5	6
Maq.1	5	10	2	20	20	15
Maq.2	4	9	2	3	5	7
Maq.3	20	10	25	15	15	10
Maq.4	15	10	10	20	15	15

Suponiendo que tanto piezas como máquinas están disponibles en el instante 0, determinar:

- Una cota inferior de Cmax.
- Una solución mediante un procedimiento heurístico para las 6 piezas y las 4 máquinas.
- Una solución óptima para las 6 piezas y las 2 últimas máquinas.
- Una solución óptima para las 3 primeras piezas y las 4 máquinas.
- Compare los resultados con los correspondientes a la Parte II del Enunciado 05.A

ENUNCIADO 05.D: PROGRAMACIÓN · SECUENCIACIÓN. ROBOTS 4X4 PIEZAS

En un taller se están realizando pruebas para el montaje de un subconjunto de grandes dimensiones compuesto por una base S más 16 piezas (ver figura 1).

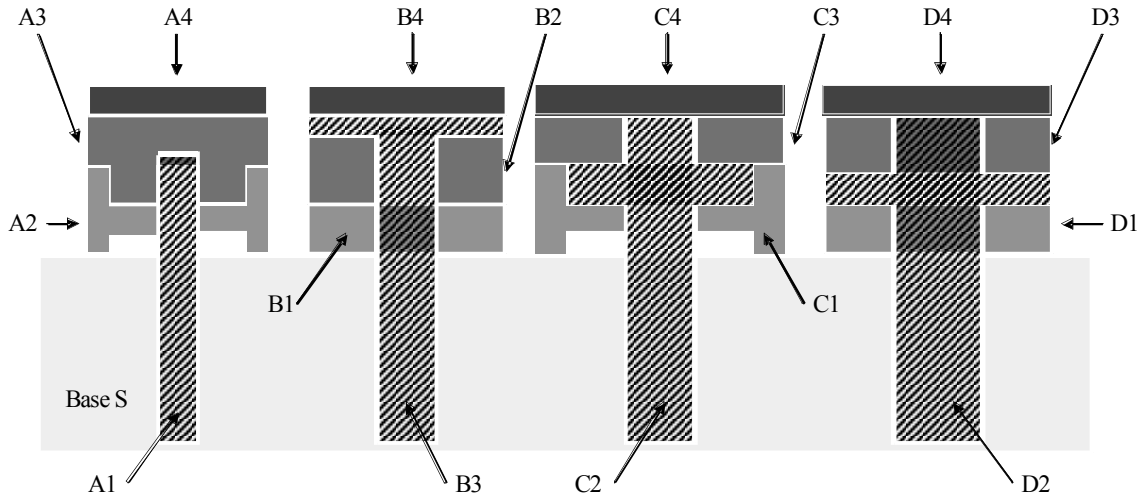


Figura 1: Sección del subconjunto prototipo (Base S más 16 piezas). Obsérvese que un posible orden de montaje de las piezas, con idéntica letra en su denominación, es #1, #2, #3 y #4.

Una vez fijada la Base S, las duraciones estimadas (en segundos) para la colocación de las piezas, empleando un robot, son las mostradas en la tabla 1.

Pieza	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
Duración	70	60	90	100	90	100	60	50	50	60	110	100	90	100	70	60

Tabla 1: Duraciones, estimadas en segundos, para el montaje de piezas del subconjunto.

Los tiempos de desplazamiento del robot son despreciables frente a los de colocación de las piezas y, además, todas las piezas están disponibles desde el inicio del ensamblado. En tales condiciones, se proponen tres alternativas para el ensamblaje:

1. Disponer de 3 robots facultados para ensamblar cualquier pieza.
2. Disponer de 2 robots, de forma que uno de ellos se encargue de ensamblar las piezas A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 y D2, y el otro robot se encargue de todas las restantes.
3. Disponer de 4 robots: el robot-1 se encarga de ensamblar las piezas #1 y, de manera análoga, los robots 2, 3 y 4 se encargan de ensamblar las piezas #2, #3 y #4, respectivamente.

Analice las tres alternativas (use procedimientos y diagramas) determinando para los tres casos:

- a. El tiempo total de montaje del subconjunto.
- b. El rendimiento de cada robot.
- c. Instantes de inicio y finalización de cada operación asociada a la colocación de cada pieza.
- d. Cotas para el tiempo total de montaje del subconjunto.