



Titulació:

**INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL (SEMIPRESENCIAL)**

Alumno (nombre y apellidos):

**JOSÉ MARÍA AMAT DE SWERT**

Título PFC:

**ESTUDIO PARA LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA MRP DE  
PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA  
PRODUCTORA DE MAQUINARIA DE CONTROL NUMÉRICO.**

Director del PFC:

**ALBERT SUÑÉ TORRENTS**

Convocatoria de entrega del PFC:

**JUNIO 2009**

Contenido de este volumen: **ANEXOS**

---

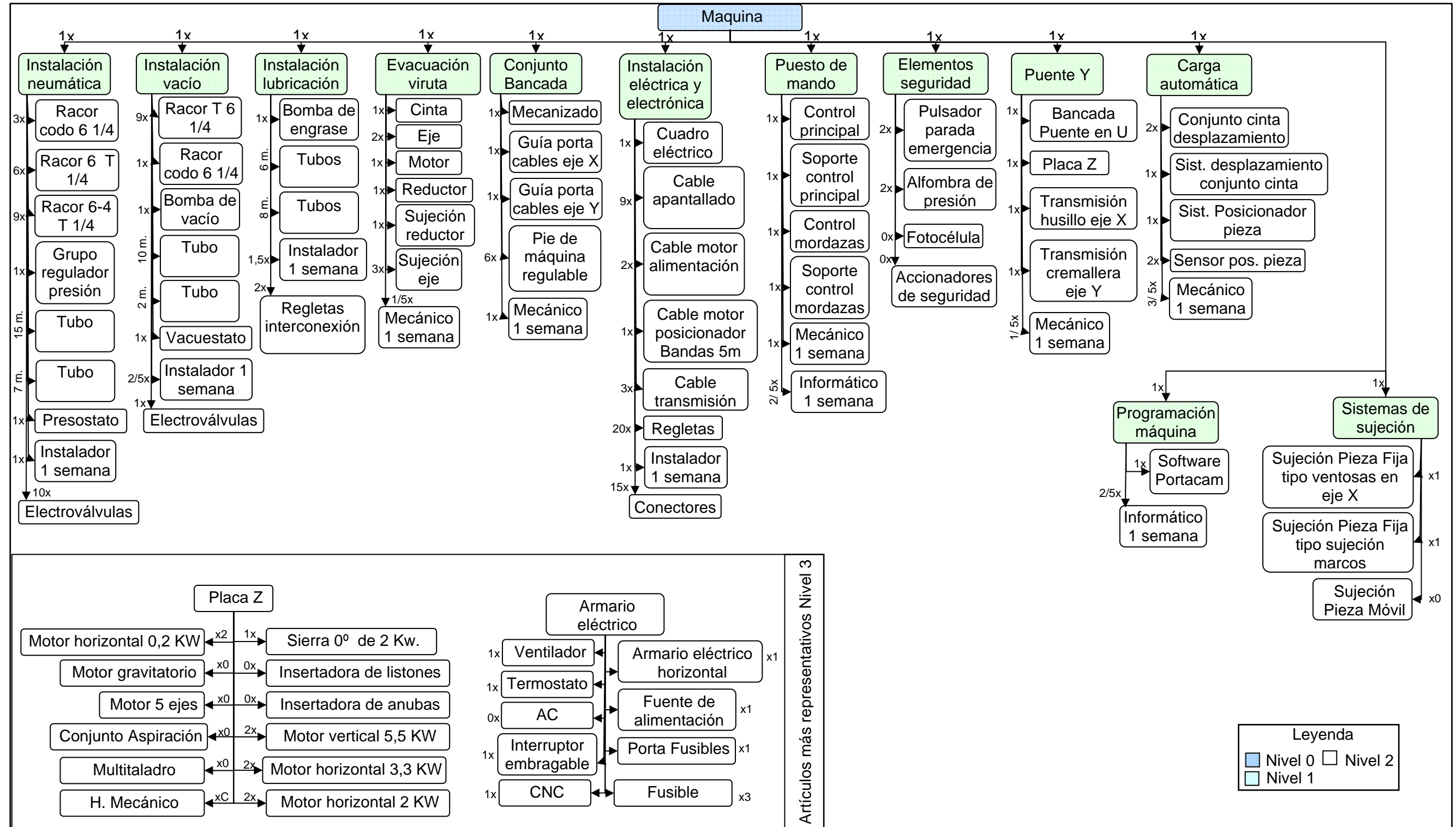
## Índice Anexos

A I.- Ejemplo de aplicación sistema propuesto. ....	1
Al: 1.- Lista de materiales.....	1
Al: 1.1.- Lista de materiales tipo árbol. ....	1
Al: 1.2.- Lista de materiales matriz Gozinto.....	2
Al: 1.3.- Lead Time. ....	4
Al: 2.- Plan maestro de producción (MPS). ....	8
Al: 2.1.- Cálculo de plazo de entrega mínimo. ....	8
Al: 2.2.- Cálculo de plazo de entrega teórico. ....	13
Al: 2.3.- Cálculo del plan maestro definitivo. ....	18
A II.-Caso Ikon. ....	23
A III.- Caso Collins Industries. ....	25
A III.1.- Introducción a Collins Industries.....	25
A III.2.- Delegación Wheeled Coach ....	26
A IV.- Coso Detroit Diesel.....	27

### A I.- Ejemplo de aplicación sistema propuesto.

#### AI: 1.- Lista de materiales.

#### AI: 1.1.- Lista de materiales tipo árbol.



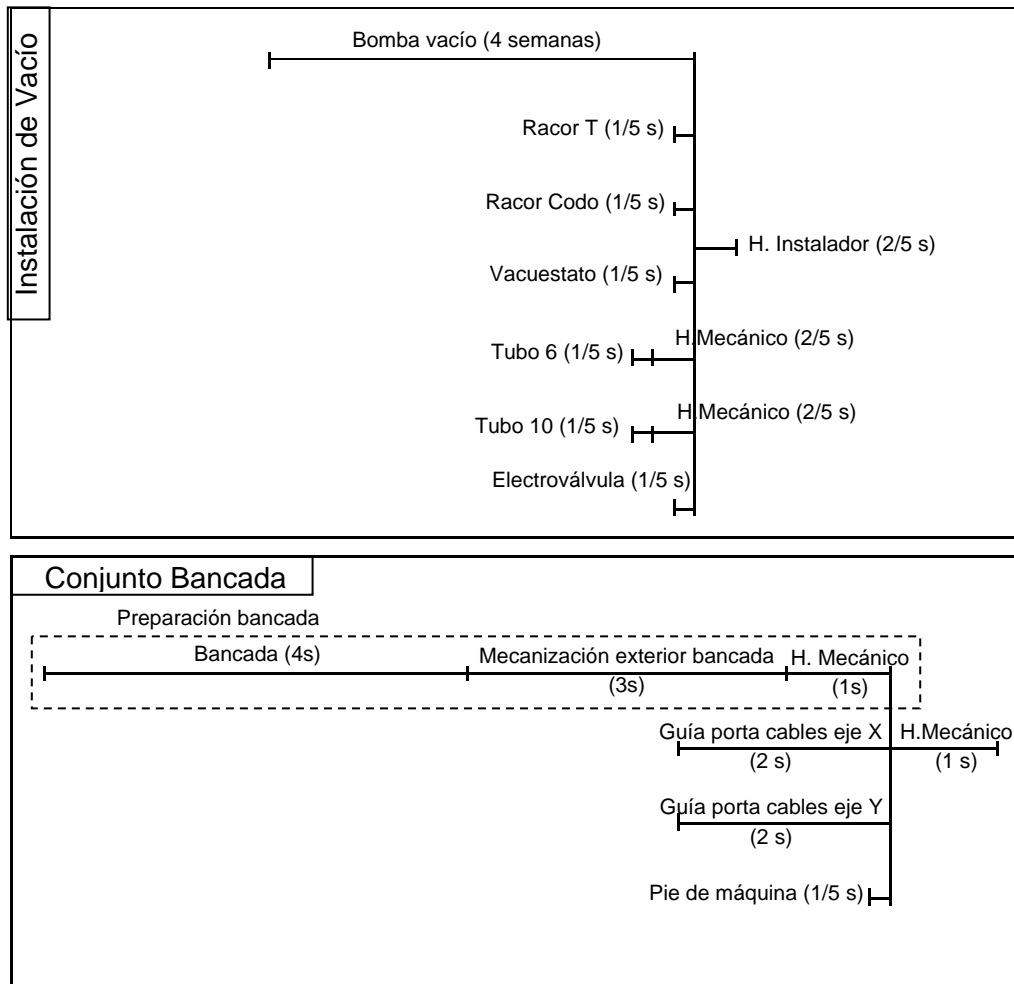


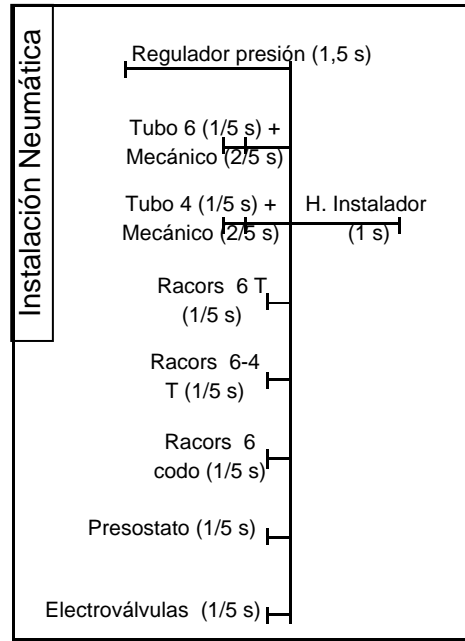
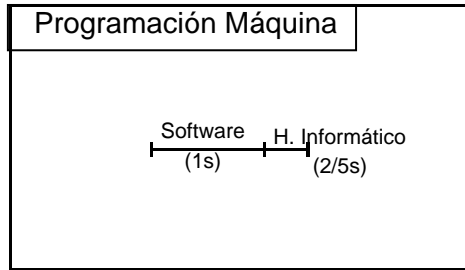
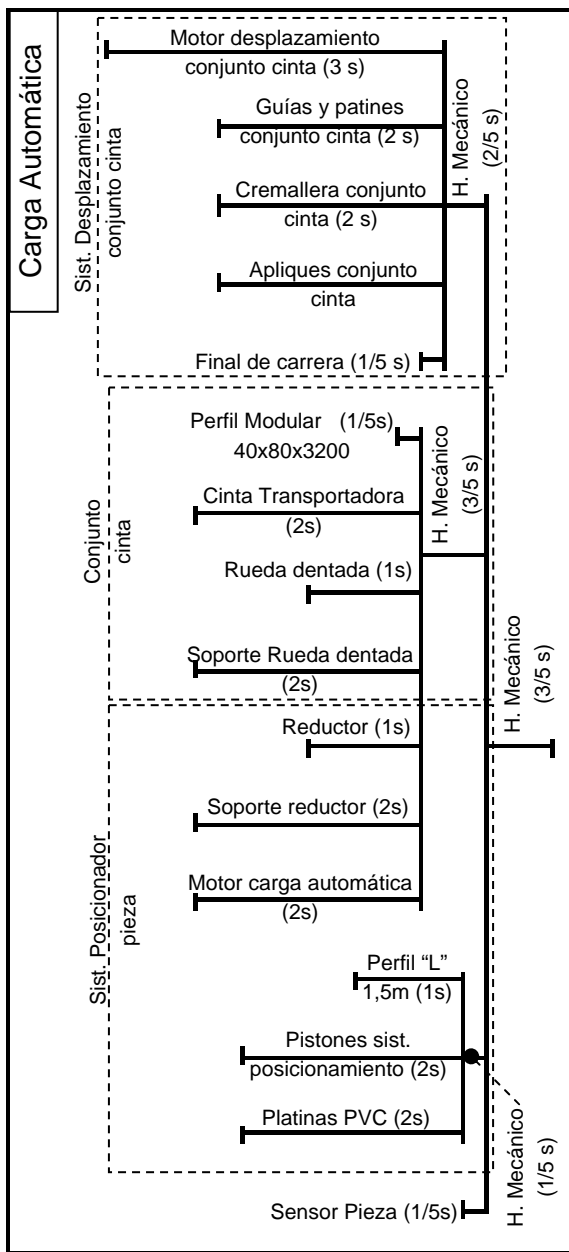
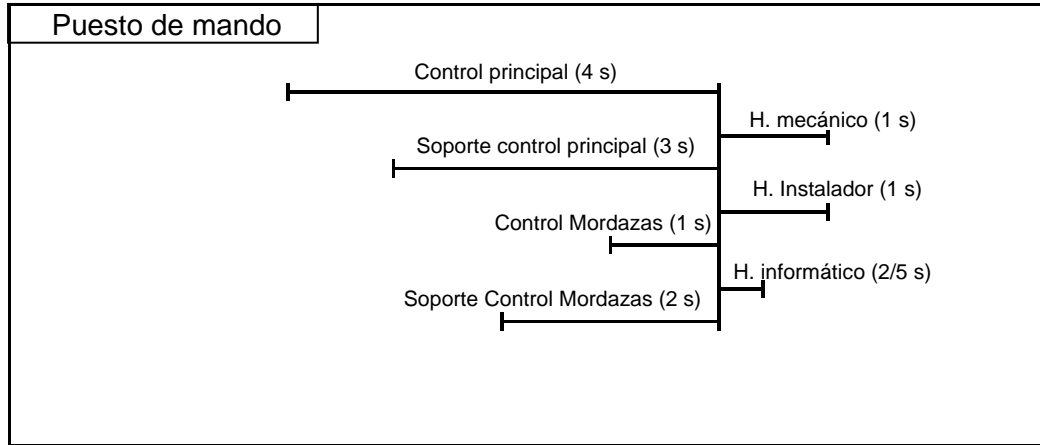


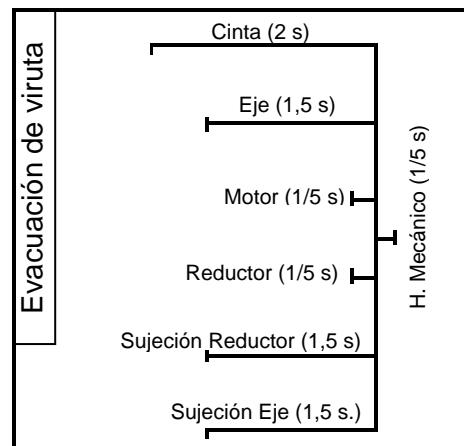
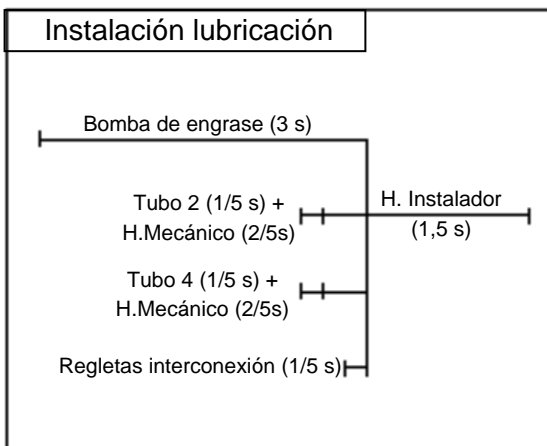
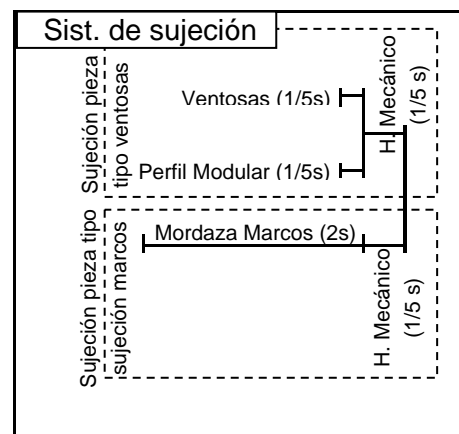
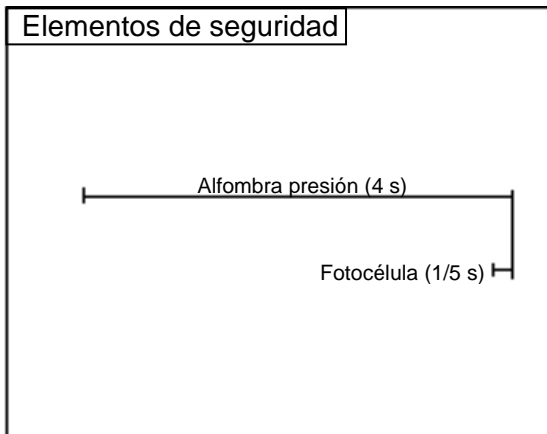
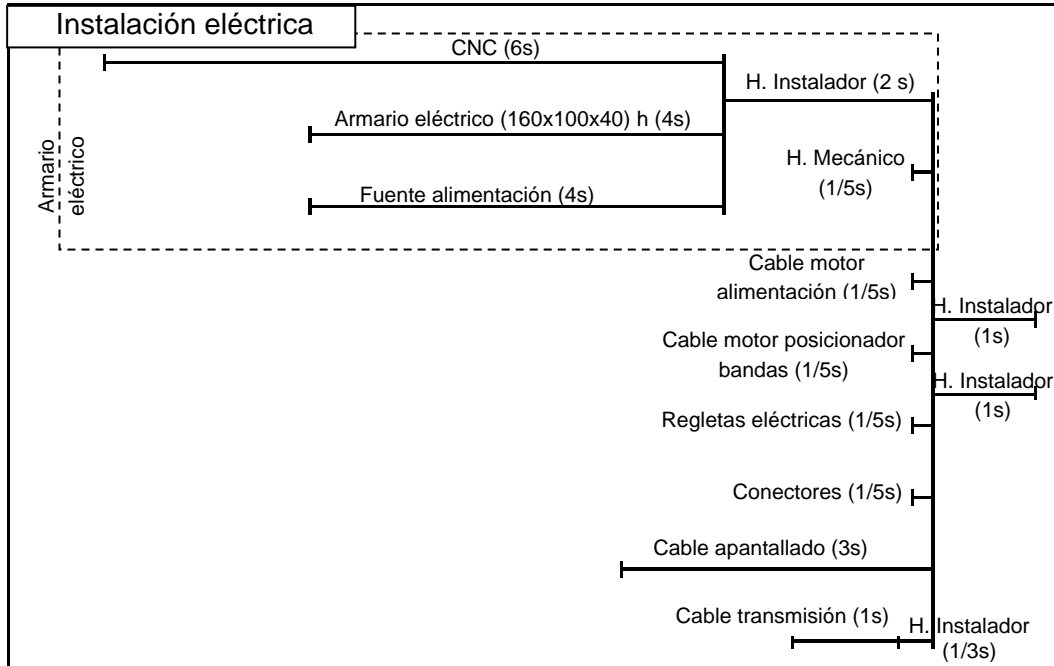
**AI: 1.3.- Lead Time.**

Una vez seleccionados todos los módulos que formarán la máquina, se debe conocer el Lead Time de cada uno de ellos. Los tiempos de un grupo se podrán calcular mediante la suma de los Lead Time de los grupos que lo forman. Para los grupos “básicos” aquellos que siempre son iguales para todas las máquinas se conocerá y se actualizará su Lead Time gracias a la información recogida en montajes anteriores. De esta forma se conocerá el tiempo real de montaje y no uno teórico. Además, se podrá calcular el tiempo de montaje de cualquier subgrupo, aunque este no haya sido montado nunca, ya que este se montará mediante “subgrupos básicos”.

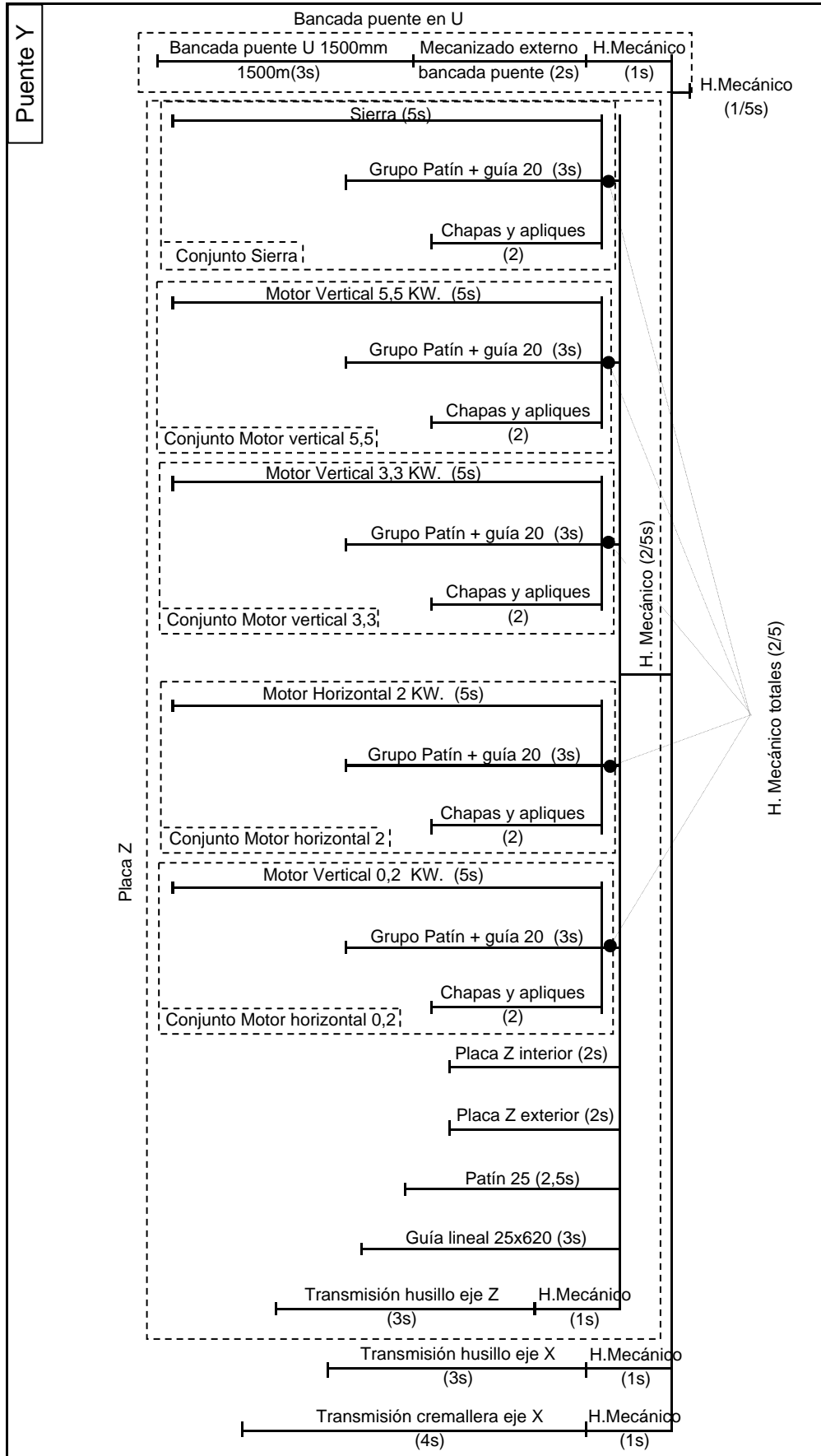
A continuación se detallan los Lead Time de los artículos utilizados en este ejemplo mediante las gráficas de necesidades de carga temporizada.











## AI: 2.- Plan maestro de producción (MPS).

### AI: 2.1.- Cálculo de plazo de entrega mínimo.

El primer paso de la metodología definida en este proyecto para calcular el “Plan Maestro de Producción” (MPS) consiste en calcular el “MPS” suponiendo que se dispone de la totalidad de los recursos de la empresa. En la Organización en estudio los recursos más escasos son los operarios, se dispone de: seis mecánicos, tres instaladores, y dos informáticos.

El cálculo del MPS se realizara mediante la técnica definida en el primer apartado de este estudio, teniendo en cuenta: el orden preferible de montaje y la disponibilidad máxima semanal de cada recurso. A continuación se muestra el resultado del cálculo del plazo de entrega mínimo.

Plazo de entrega mínimo.													
Semana		-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Máquina	Entrega												1
	Pedido												
Instalación eléctrica	Entrega											1	
	Pedido			1									
Instalación lubricación	Entrega											1	
	Pedido							1					
Instalación neumática	Entrega									1			
	Pedido						1						
Instalación de vacío	Entrega										1		
	Pedido												
Puesto de mando	Entrega									1			
	Pedido				1								
Elementos seguridad	Entrega											1	
	Pedido							1					
Puente Y	Entrega											1	
	Pedido			1									
Carga automática	Entrega											1	
	Pedido								1				
Sistema de sujeción	Entrega											1	
	Pedido									1			
Evacuación viruta	Entrega											1	
	Pedido									1			
Programación máquina	Entrega											1	
	Pedido										1		





Racor codo 6	Entrega									3	1				
	Pedido									3	1				
Racor T 6	Entrega									6	9				
	Pedido									6	9				
Racor T 6-4	Entrega									9					
	Pedido									9					
Electroválvulas	Entrega									10	1				
	Pedido									10	1				
Ventosas	Entrega													10	
	Pedido													10	
Perfil modular 40x40x2000	Entrega													2	
	Pedido													2	
Mordaza marcos	Entrega													3	
	Pedido										3				
Motor despl. Conjunto cinta	Entrega													1	
	Pedido									1					
Guías y patines conjunto cinta	Entrega													3	
	Pedido										3				
Cremallera conjunto cinta	Entrega													2	
	Pedido										2				
Apliques conjunto cinta	Entrega													1	
	Pedido										1				
Final de carrera	Entrega													1	
	Pedido													1	
Perfil modular 40x80x3200m	Entrega													2	
	Pedido													2	
Cinta transportadora	Entrega													2	
	Pedido										2				
Rueda dentada	Entrega													4	
	Pedido											4			
Soporte rueda dentada	Entrega													6	
	Pedido										6				
Soporte reductor	Entrega													2	
	Pedido										2				
Motor carga automática	Entrega													2	
	Pedido										2				
Reductor carga automática	Entrega													2	
	Pedido											2			
Perfil L 1,5m	Entrega													2	
	Pedido											2			
Pistones Sist. posicionamiento	Entrega													6	
	Pedido										6				
Platinas PVC	Entrega													2	
	Pedido										2				
CNC	Entrega									1					
	Pedido			1											



**AI: 2.2.- Cálculo de plazo de entrega teórico.**

En la empresa se suelen montar más de una máquina al mismo tiempo y los recursos no siempre son los mismos, de forma que es necesario recalcular el MPS, teniendo en cuenta la disposición real de los recursos. De manera que se introducirá el Plan maestro de producción calculado en el apartado anterior (“Plazo de entrega mínimo”) en el horario real de la empresa, y se retrasarán aquellas actividades que no puedan llevarse a cabo a causa de la falta de disponibilidad de recursos. En este caso también se tendrá en cuenta el orden de preferencia de montaje a la hora de retrasar las actividades, ante la necesidad de retrasar una de varias actividades se retrasará aquella que convenga montar más tarde.

A continuación se muestra el resultado del cálculo del plazo real de entrega:

Plazo de entrega real																		
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Máquina	Entrega																	1
	Pedido																	
Instalación eléctrica	Entrega														1			
	Pedido			1														
Instalación lubricación	Entrega																1	
	Pedido							1										
Instalación neumática	Entrega												1					
	Pedido						1											
Instalación de vacío	Entrega													1				
	Pedido																	
Puesto de mando	Entrega												1					
	Pedido				1													
Elementos seguridad	Entrega											1						
	Pedido							1										
Puente Y	Entrega												1					
	Pedido			1														
Carga automática	Entrega														1			
	Pedido								1									
Sistema de sujeción	Entrega												1					
	Pedido									1								
Evacuación viruta	Entrega												1					
	Pedido									1								
Programación máquina	Entrega												1					
	Pedido										1							











**AI: 2.3.- Cálculo del plan maestro definitivo.**

Una vez ya conocemos la fecha de entrega de la máquina, se debe calcular de nuevo el “Plan Maestro de producción” para lograr reducir al mínimo el stock intermedio de producción. Al retrasar los artículos que originan conflictos en la capacidad junto con los que le preceden, pero no retrasar los artículos anteriores, puede originar stock intermedio innecesario. En este caso se calculará el MPS hacia atrás a partir del día de entrega de la máquina que se ha determinado en el apartado anterior, “Calculo plazo de entrega teórico”.

A continuación se muestra el resultado del Plan Maestro de Producción definitivo:

Plan maestro de producción (MPS) definitivo																		
Semana		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Máquina	Entrega																	1
	Pedido																	
Instalación eléctrica	Entrega														1			
	Pedido						1											
Instalación lubricación	Entrega																1	
	Pedido											1						
Instalación neumática	Entrega															1		
	Pedido												1					
Instalación de vacío	Entrega														1			
	Pedido									1								
Puesto de mando	Entrega												1					
	Pedido							1										
Elementos seguridad	Entrega																1	
	Pedido													1				
Puente Y	Entrega																1	
	Pedido									1								
Carga automática	Entrega													1				
	Pedido									1								
Sistema de sujeción	Entrega																1	
	Pedido														1			
Evacuación viruta	Entrega																1	
	Pedido														1			
Programación máquina	Entrega																1	
	Pedido															1		
Conjunto Bancada	Entrega																1	
	Pedido																	











## A II.- Caso Ikon.

### El intento de planeación de empresariales de Ikon

Ikon Office Solutions es un líder mundial en tecnología de oficinas, con ingresos que superan los 5,000 millones de dólares y operaciones en Estados Unidos, Canadá, México, Reino Unido, Francia, Alemania y Dinamarca. Ikon busca una estrategia de crecimiento que le permita cambiar, en los próximos cuatro años, de más de 80 distribuidores de copiatoras con operaciones individuales a una compañía integrada con el doble de su tamaño actual. Su meta es ofrecer soluciones totales de tecnología para oficina, que van desde fotocopiadoras, impresoras digitales y servicios para el manejo de documentos hasta integración de sistemas, capacitación y otros servicios de tecnología de redes. La compañía ha expandido rápidamente su capacidad de servicio mediante un esfuerzo decidido de adquisiciones que incluye compañías de servicios de tecnología y de administración de documentos.

Dados estos objetivos, parece evidente que la compañía necesita un software de ERP. Hace unos años, inició un programa piloto en el distrito norte de California, para evaluar la factibilidad de usar el software de aplicaciones empresariales de SAP en toda la compañía. El jefe ejecutivo de informática, David Gadra, quien se unió a la compañía un mes después de haberse iniciado el **sistema** piloto, decidió sin embargo no implantarlo. Ikon haría una cancelación de 25 millones de dólares sobre el costo del programa piloto.

“Fueron varios factores los que nos hicieron decidir que el proyecto era más un reto que un beneficio para nosotros”, comentó Gadra. “Cuando sumamos todo —factores humanos, faltas de funcionalidad y los gastos—, consideramos que la definición de nuestro entorno no era adecuada para SAP”. En su lugar, Ikon está reuniendo sus 13 operaciones regionales en un **sistema** de aplicaciones creado por la propia empresa.

“No culpo a los consultores ni a SAP”, comenta Gadra. “Nosotros cometimos errores al estimar la cantidad de cambios que teníamos que hacer en el negocio como parte de la implantación del **sistema**.”

De los 25 millones de dólares que se perdieron, una gran parte es el pago de los consultores; menos de 10% fue para pagar el software en sí.

En un momento dado **proyecto**, Ikon estaba hora a 40 o 50 consultores externos.

Ikon había presupuestado 12 millones para poner en marcha el **sistema**. El costo llegaba a más de 14 millones, incluyendo 8 millones pagados a IBM por consultoría.

Una razón poderosa que llevó a que la compañía decidiera abandonar a SAP fue la conclusión de que el software no cubría en forma suficiente las necesidades de una compañía de servicios como Ikon, a diferencia de las **empresas** de manufactura. Por ejemplo, SAP no tenía una característica adecuada para dar seguimiento a las llamadas de servicio. Asimismo, Ikon tuvo una gran dificultad para armar un equipo interno de expertos en SAP. Los costos de Ikon eran muy altos porque dependía en gran medida de los consultores.

“Estoy sumamente decepcionado con el anuncio de Ikon”, afirma el presidente de SAP América, Jeremy Coote, quien antes describió el programa piloto de Ikon como en tiempo y “en extremo exitoso”. Coote se refiere a la decisión de Ikon de desechar el proyecto como “un ejemplo de lo que ocurre cuando no vendes a nivel corporativo”, así como en el divisional. Una nueva versión de SAP incluirá un módulo de administración de servicios.

## Preguntas para analizar

1. ¿Qué necesidades de información tiene Ikon y qué alternativas tiene para satisfacerlas?
2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del software ERP en cuanto a la satisfacción de estas necesidades?
3. ¿Qué riesgos corrió la compañía al seleccionar el software de SAP para evaluación?
4. ¿Qué motivos tuvo Ikon para cancelar el proyecto de SAP?

*Fuentes:* Adaptado de M. K. McGee, “Ikon Writes off \$25M in Costs on SAP Project”, *Information Week* (abril de 1997): 25; y J. R. Gordon y S. R. Gordon, *Information Systems: A Management Approach*, 2a. ed. (Fort Worth: Dryden Press, 1999): 182-183.

Fuente: Barry Render, María Isabel Pérez de Lara Choy, Marcia Aída, 2004.

### **A III.- Caso Collins Industries.**

#### **A III.1.- Introducción a Collins Industries.**

Collins Industries, con sede en Hutchinson, Kansas, es el mayor fabricante de ambulancias del mundo. La empresa de 150 millones de dólares es un competidor internacional que vende más del 20% de sus vehículos en los mercados fuera de Estados Unidos. En su mayor filial de ambulancias (llamada Wheeled Coach), situada en Winter Park, Florida, los vehículos son producidos en cadenas de montaje (es decir, mediante un proceso reiterativo). En la fábrica de Florida se montan 12 diseños principales de ambulancias, que utilizan 18.000 artículos de inventario diferentes: 6.000 para partes manufacturadas y 12.000 para compradas.

Esta variedad de productos y la naturaleza del proceso exigen una buena planificación de los requisitos materiales (Material Requirements Planning; MRP). La eficaz utilización de un sistema MRP requiere listas exactas de materiales y registros precisos de los inventarios. El sistema de Collins, que utiliza un software MAPICS DB con un PC IBM AS400, proporciona actualizaciones diarias, que han conseguido reducir el inventario en un 30% en solo dos años.

Collins insiste en que hay que realizar correctamente cuatro tareas clave. Primero, el plan de materiales debe satisfacer tanto los requisitos del programa marco como los de la capacidad de las instalaciones de producción. Segundo, el plan se debe llevar a cabo tal y como se diseñó. Tercero, la inversión en inventario se reduce mediante entregas de materiales efectivas y, en su momento, el control del inventario y una constante revisión de los métodos de compra. Finalmente, Collins mantiene un excelente estado de los registros. La precisión de los registros se reconoce como un factor fundamental para el éxito de su programa MRP. Los recuentos cíclicos implican auditorias de materiales que no sólo corrigen los errores, sino que también investigan y corrigen los problemas.

Collins Industries utiliza la programación de los requisitos de materiales (MRP) como catalizador para mantener un inventario reducido, una gran calidad, programas ajustados y unos registros precisos. Collins ha logrado una ventaja competitiva mediante la MRP.

### A III.2.- Delegación Wheeled Coach

“La empresa Wheeled Coach de Winter Park (Florida) controla desde la pieza más pequeña hasta la más grande del chasis. El mayor fabricante de ambulancias del mundo puede elaborar de forma personalizada un número ilimitado de configuraciones para ambulancias en tan sólo 19 días. Puesto que un solo vehículo necesita alrededor de 3.000 tipos diferentes de materias primas del inventario, ¿cómo saben qué materias primas son realmente necesarias? ¿Y en qué proporción? La respuesta: una planificación de necesidades de materiales. La planificación de necesidades de materiales o MRP ayuda a la directiva a controlar las necesidades de inventario debido a que la demanda de materias primas depende directamente de los artículos acabados que se vayan a producir. Una vez configurado el tipo de vehículo, el sistema MRP requerirá los componentes necesarios para ese diseño. Wheeled Coach instaló su sistema MRP en 1994 y el coste fue de cientos de miles de dólares. El software que utilizan, llamado MAPICS, funciona en un computador IBM AS-400. Bob Collins, presidente de Wheeled Coach, contribuyó decisivamente a la instalación de dicho sistema: ‘El sistema MRP es crucial para Wheeled Coach a la hora de conseguir controlar todo nuestro inventario’.

Echemos un vistazo al proceso de MRP para uno de los productos Wheeled Coach, el *Moduvan*: ‘La primera parte del proceso comienza cuando damos el presupuesto de las partes al cliente. Al ser fabricantes de productos personalizados, obviamente, cuando presupuestamos para dicho cliente se necesita confeccionar una lista de materiales si queremos ser rigurosos con los costes. Por ejemplo, en el caso del *Moduvan* el módulo de prefabricación es el que realmente dirige el sistema MRP. Cada vehículo que se encuentra en nuestra programación contiene una lista específica de materiales para ese producto’.

Una vez que el cliente haya especificado las características que integrará el *Moduvan*, el sistema MRP enviará a los directivos un informe para ayudarles en la realización de pedidos, utilizando sólo los artículos del inventario que procedan. El programa maestro de Wheeled Coach dirige el sistema; es un plan detallado que muestra los cometidos de la producción para las próximas dos semanas. La planificación de necesidades de materiales es la forma más adecuada para programar la producción y la compra cuando la demanda sea dependiente. ¿Se imagina la confusión que se produciría en el proceso de montaje de Wheeled Coach sin esta planificación? Eso sí que sería una auténtica urgencia”.

Fuente: Barry Render, María Isabel Pérez de Lara Choy, Marcia Aída, 2004

## **A IV.- Coso Detroit Diesel.**

Detroit diesel tiene cinco líneas de producción, que fabrican una amplia variedad de motores diesel de dos tiempos. El principal factor de éxito de esta empresa es la capacidad de producir motores personalizados (adaptándose a las preferencias del cliente) para el mercado mundial para su uso en construcción, en la minería, en la industria, en los autobuses, en la marina, en el ejército y en la generación de electricidad. Los motores se personalizan individualmente a partir de diferentes opciones (módulos), para así poder satisfacer las diferentes necesidades que plantean los pedidos. El éxito de Detroit Diesel ha proporcionado 40 millones de dólares de ingresos por semana, manteniendo un ritmo de producción de tres turnos.

La necesidad de personalizar los motores en función del tipo de cliente plantea una sobrecarga para Detroit Diesel, como sucedería en el caso de cualquier otra organización. Para responder a esta dificultad, la empresa ha integrado la MRPII, el JIT y la ERP. Como resultado, Detroit Diesel maneja órdenes de trabajo que especifican el tratamiento individual de cada motor, componente, itinerario, instrucción de preparación y procedimiento especial que sea necesario en el proceso de mecanización. La orden de producción es una auténtica “vía de auditoria”

Los informes clave que se obtienen mediante el sistema compuesto MRP/JIT/ERP incluyen los saldos y recibos del inventario, las ordenes y variaciones de la ingería, las órdenes de compra, las cuentas a pagar, los pedidos del taller, y las cuentas a cobrar. Solamente el apartado relativo al sistema JIT implica realizar miles de informes, aplicaciones y procesamiento de datos. Con el nuevo sistema instalado, Detroit Diesel no solamente tiene mayor eficacia en las estrategias de pedidos y producción, sino que ha conseguido un mejor seguimiento los costes y una mejor comunicación con los suministradores. Además, proporciona un proceso de fabricación más flexible, y capaz de acomodarse a un crecimiento continuo. Detroit Diesel se considera un fabricante ágil y flexible que responde rápida y eficazmente a las diferentes necesidades de sus clientes. Además, ahora planifica con el sistema MRP, reduce inventarios gracias al método JIT, y utiliza la planificación de recursos de empresa (ERP) para incorporar a los proveedores dentro de su estrategia competitiva.

Fuente: APICS-Perfomace Advantatge (julio de 1996): 60-63; IIE Solutions (septiembre de 1996): 32-36; y Industry Week (3 de febrero de 1997): 39-42.

Fuente: Barry Render, María Isabel Pérez de Lara Choy, Marcia Aída, 2004