



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

TRABAJO FIN DE MASTER EN MÁSTER EN GESTIÓN POR PROCESOS
CON SISTEMAS INTEGRADOS DE INFORMACIÓN

MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN EN SAP
EN INGETEAM PANELES.

María Roncal Otazu

DIRECTOR
Alejandro Bello

CODIRECTOR
Óscar Santibáñez

Pamplona-Iruña 22/06/2016

RESÚMEN EN MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN EN SAP EN INGETEAM PANELES:

El trabajo fin de máster consiste en la planificación de la capacidad de trabajo necesaria en planta para poder cumplir con los requerimientos del cliente. La situación se plantea cuando se decide pasar de un sistema de gestión de la planificación de la producción basado en Excel a un sistema de la planificación gestionado mediante el ERP a través de las órdenes previsionales y de fabricación creadas a partir de una solicitud de pedido del cliente.

Para ello se debe realizar en el sistema una correcta programación de la fabricación de los productos terminados así como de los semiterminados que nacen como necesidades secundarias de los primeros. Para conseguir esta correcta planificación se deberán secuenciar y ordenar las distintas operaciones de fabricación en las hojas de ruta para generar las necesidades secundarias en el momento necesario de su utilización habiendo tenido en cuenta su leadtime para estar disponibles para su uso en el momento de la necesidad. Con esto se conseguirá generar en el sistema un escenario de planificación que sea un reflejo fiel de la realidad en planta.

El **objetivo** del proyecto consiste en identificar los pasos necesarios para la planificación de las capacidades en SAP con el fin de mejorar la fiabilidad en el cumplimiento de la fabricación planificada.

PALABRAS CLAVE:

SAP, Medición de capacidades, Producción, Hojas de ruta, Puestos de trabajo, operaciones, secuencias, planificación.

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN:	4
2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS:	6
2.1 Antecedentes:	6
2.2 Objetivos:	11
3. MARCO TEÓRICO:	12
3.1 Parametrización:	13
3.2 Datos maestros	13
3.3 Planificación de la producción:	16
3.4 Medición de la capacidad de planta:	17
3.5 Contraste de los datos planificados-reales:	17
4. METODOLOGÍA:	18
4.1 Parametrización:	19
4.2 Datos maestros	19
4.3 Planificación de la producción:	27
4.4 Medición de la capacidad de planta:	29
4.5 Contraste de los datos planificados-reales:	30
5. ANÁLISIS EMPÍRICO:	31
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:	32
7. CONCLUSIONES:	34
8. BIBLIOGRAFÍA:	35
9. ANEXOS:	36

1. INTRODUCCIÓN:

En la actualidad el entorno altamente competitivo que tienen que manejar las empresas en todos los sectores hacen que cada vez más, sea necesario prestar una atención mayor al cliente así como proporcionarle un producto con un alto valor añadido y en el menor plazo posible. Esto lleva a las empresas a la necesidad de una mayor integración de sus procesos de negocio. Un ERP (Enterprise Resource Planning) es una herramienta que ayuda a la empresa a ganar competitividad en la medida en que consigue la integración de sus procesos de negocio al mismo tiempo que optimiza los recursos disponibles.

Uno de los ERP más extendidos actualmente en todo el mundo es SAP R/3 de la compañía alemana SAP AG que es el objeto de análisis de este proyecto ya que es el utilizado en el máster y el utilizado también en la empresa en la que se basa este proyecto.

Dentro de los módulos de este ERP distinguimos entre el módulo de administración (que incluye RRHH (Recursos Humanos), FI (Finanzas), y CO (Controlling) y el módulo de Logística que incluye MM (Maestro de materiales, aprovisionamiento y compras), PP (Planificación de la Producción) y SD (Ventas). Nuestra herramienta empleada será el módulo de Logística y más concretamente PP que es Planificación de la Producción.

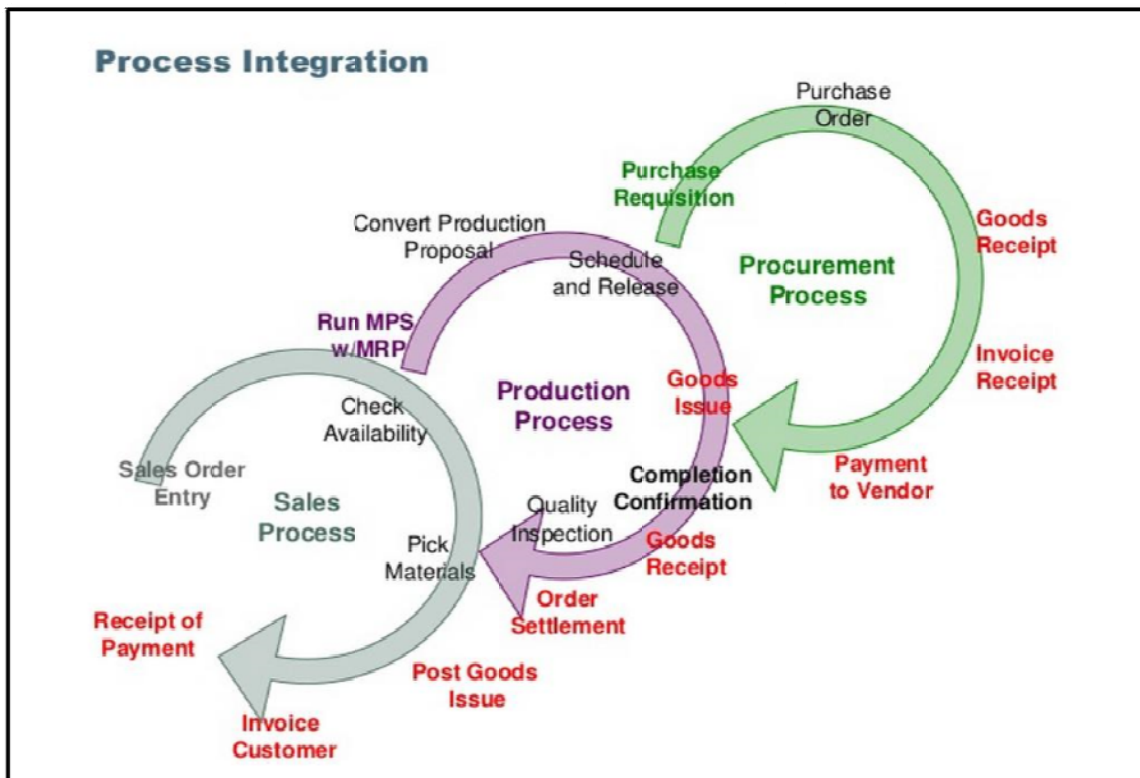


Tabla 1.1 Gráfico que representa la integración de los procesos de logística.

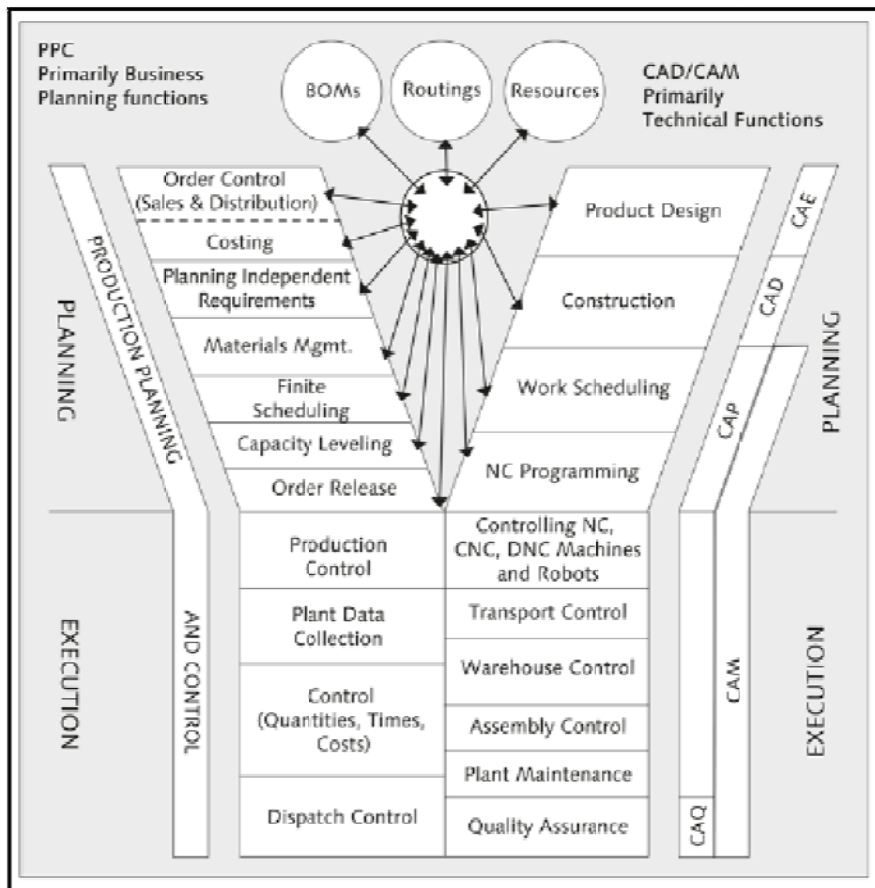


Tabla 1.2 Proceso de Producción en SAP.

El trabajo fin de máster consiste en la revisión de la situación actual y preparación del sistema ERP en Ingeteam Paneles para la futura gestión de la planificación en planta de las capacidades de producción de tal forma que generando el escenario de la planificación de la fabricación de los equipos además de la gestión de los diferentes componentes de los distintos productos a fabricar, se lleve a cabo también la gestión de los recursos de mano de obra que serán necesarios para el cumplimiento del plazo de entrega establecido con el cliente.

De esta forma, con los conocimientos aportados en clase, con la ayuda de la empresa aportando la información necesaria del proceso de fabricación y una amplia investigación, todo ello monitorizado por los tutores de la universidad, Alejandro Bello y de la empresa, Óscar Santibáñez se pudo finalmente llevar a cabo el proyecto con éxito pudiéndose al final cumplir los objetivos establecidos de poder simular en el sistema la planificación de la producción.

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS:

2.1 Antecedentes:

Primero, realizaré una breve presentación de la empresa en la que se basa el proyecto. Ingeteam es un grupo empresarial internacional, con sede central en el Parque Tecnológico de Vizcaya, Vizcaya. España. Es una empresa especializada en el diseño de electrónica de potencia y de control (convertidores de frecuencia, automatización y control de procesos), máquinas eléctricas (generadores y motores), ingeniería eléctrica y plantas de generación. Aplica sus productos principalmente en cuatro sectores: Energía, Industria, Naval y Tracción ferroviaria, buscando optimizar el consumo, así como maximizar la eficiencia en la generación de energía. La fábrica en concreto, pertenece a Ingeteam Power Technology, una de las empresas del grupo dedicada a la gestión del aprovechamiento de la energía eólica y fotovoltaica. En el ANEXO 1 se incluye un mapa de procesos de cómo funciona Ingeteam Paneles Sesma e Ingeteam en Sarriguren que gestionan el proceso de fabricación y venta de los equipos fotovoltaicos y eólicos.

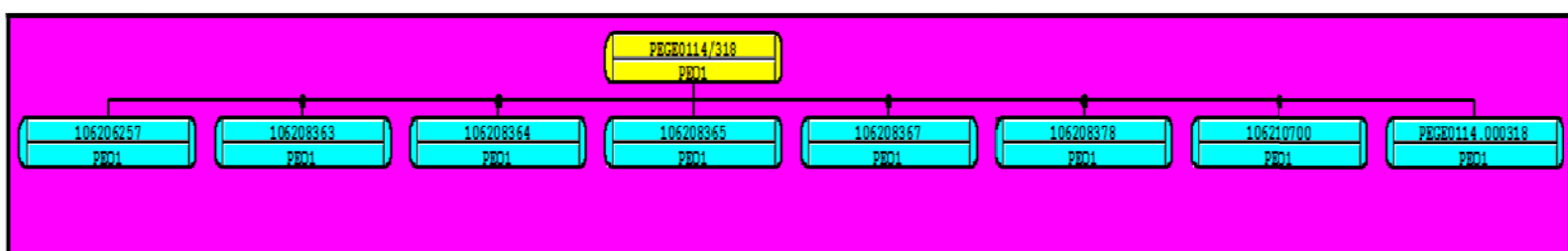
Es necesario para el entendimiento del proyecto la comprensión del proceso productivo de la empresa, antes que el análisis de la situación inicial en SAP de los datos maestros de producción, puesto que entendiendo este proceso podremos comprender la manera de hacer las hojas de ruta que recopilan las distintas operaciones de la fabricación. Así, una breve descripción del proceso productivo nos servirá de introducción para más tarde comprender la forma de realizar el proyecto.

En Ingeteam Paneles trabajan con la elaboración de varios semiterminados que más tarde van montando para la fabricación del producto final. De esta forma van notificando cada una de las partes que componen los terminados para obtener una mayor trazabilidad del producto. Si notificasen en SAP las órdenes de fabricación al final del equipo terminado haciendo una entrada de mercancías de los semiterminados (como en clase) y dividiendo la hoja de ruta en operaciones sin notificar los semiterminados en SAP, si fallase algún componente de los semiterminados, no podrían detectar en SAP hasta el final los errores que se hubiesen podido cometer.

Es una forma eficaz de llevar a cabo una valoración del stock, notificando y valorando en el stock, la fabricación del semiterminado y las horas necesarias para fabricarlo (costes de mano de obra directos e indirectos) y notificando al final del proceso el producto terminado consumiendo dichos semiterminados, dando de alta el producto acabado y consumiendo finalmente un tiempo final del embalaje del equipo. Además al ser equipos

grandes que tardan mucho en fabricar, si no hiciesen estos pasos intermedios, el stock no estaría correctamente valorado puesto que habría semanas con productos semielaborados fabricados sin notificar con una valoración mayor que las materias primas que lo componen ya que contarían con unos costes variables de mano obra no imputados. Tendríamos en el stock hasta la notificación final del equipo, la materia prima sin consumir con un coste valorado menor que el equipo semiterminado fabricado, con lo cual no se correspondería con la realidad de la fábrica.

En resumen, la forma de trabajar en producción en SAP en Ingeteam paneles es: Llegada de mercancías, movimiento de entrada de mercancías (almacén 1), hacen el picking y con ello un traspaso de materiales del almacén 1 al 2 que es el de fabricación, existen algunos productos como tuercas, clavos...que son materiales de Kanban que se encuentran continuamente en el almacén 2 sin ser preparados para el picking de cada equipo individual; Más tarde, se realiza la fabricación de los semiterminados, que más o menos vienen a ser los mismos en cada equipos (cables, calderería, pletinas, aparellaje, croward (existe en ciertos equipos), variador (existe en ciertos equipos) y banco de pruebas, una vez fabricados los semiterminados los notifican en SAP produciéndose el consumo de las materias primas existentes en la lista de materiales más el consumo del tiempo en fabricarlos y dando de alta en el almacén 2 el producto semiterminado. Más tarde, se produce la última notificación que es la del producto terminado en el almacén 3 y que realiza el consumo de los semiterminados y materiales de embalaje, añadiéndole un tiempo de embalaje. Así se produciría el consumo de los semiterminados y daría de alta el producto final. No hay que olvidar mencionar que hay materiales que a veces se fabrican fuera (como los cables) y otros semiterminados que a veces tienen algunos semiterminados dentro (como el banco de pruebas que a veces tienen los cables, calderería, aparellaje y pletinas en su lista de materiales) con lo cual a veces nos encontramos con listas de materiales complicadas a varios niveles que requieren realizar las hojas de ruta según éstas listas de materiales para generar las necesidades de los materiales en el momento justo.



2.1.1 Tabla de los componentes que conforman el PEGE0114.000318

Si nos fijamos en la forma de fabricar, la planta cuenta con tres líneas diferentes en las cuales se realiza una familia de equipos en cada una. Cada familia cuenta con numerosos equipos. Existen por ejemplo la familia de los PEGE..., la familia de los PT...y la familia de los GHAC...Cada una de ellas se fabrica en una línea diferente y cada familia puede estar compuesta de unos 15-30 equipos diferentes. Con lo cual, se deben de planificar las líneas por separado y las capacidades por separado. Cada línea actúa de forma diferente bajo un nivel de carga distinto. Lo que se planteó fue simular cada línea, con sus diferentes niveles de carga que pudiese tener, mediante las hojas de ruta para que utilizando una versión u otra de hoja de ruta de acuerdo con la necesidad del mes establecida según la carga de trabajo, para la planificación de la producción en el sistema.

¿Y esto cómo se traslada al sistema para su funcionamiento?

En SAP existen numerosas hojas de ruta para la fabricación de cada semiterminado con unos tiempos estándares que se han ido calculando a lo largo del tiempo tras años de experiencia. Estos tiempos son tiempos estándares HOLGADOS en los cuales se ha tenido en cuenta el absentismo, el porcentaje de vacaciones....además existen hojas de ruta independientes de los productos terminados con un tiempo estándar de embalaje. Dichas hojas no tienen ninguna relación entre ellas ni se encuentran secuenciadas en el tiempo con las distintas operaciones de fabricación.

Para resumir, lo que nos encontraríamos en estos momentos en el sistema en las hojas de ruta para la fabricación serían diferentes hojas compuestas todas por una operación con un tiempo establecido que en estos momentos sólo se usa para la determinación de costes indirectos y directos no siendo relevantes para la programación ni la necesidad de capacidad.

La planificación de la producción se realiza mediante una tabla Excel determinando el responsable de gestión de la producción junto con el responsable de la fabricación en planta con una estimación, la cantidad de empleados necesarios para la producción planificada.

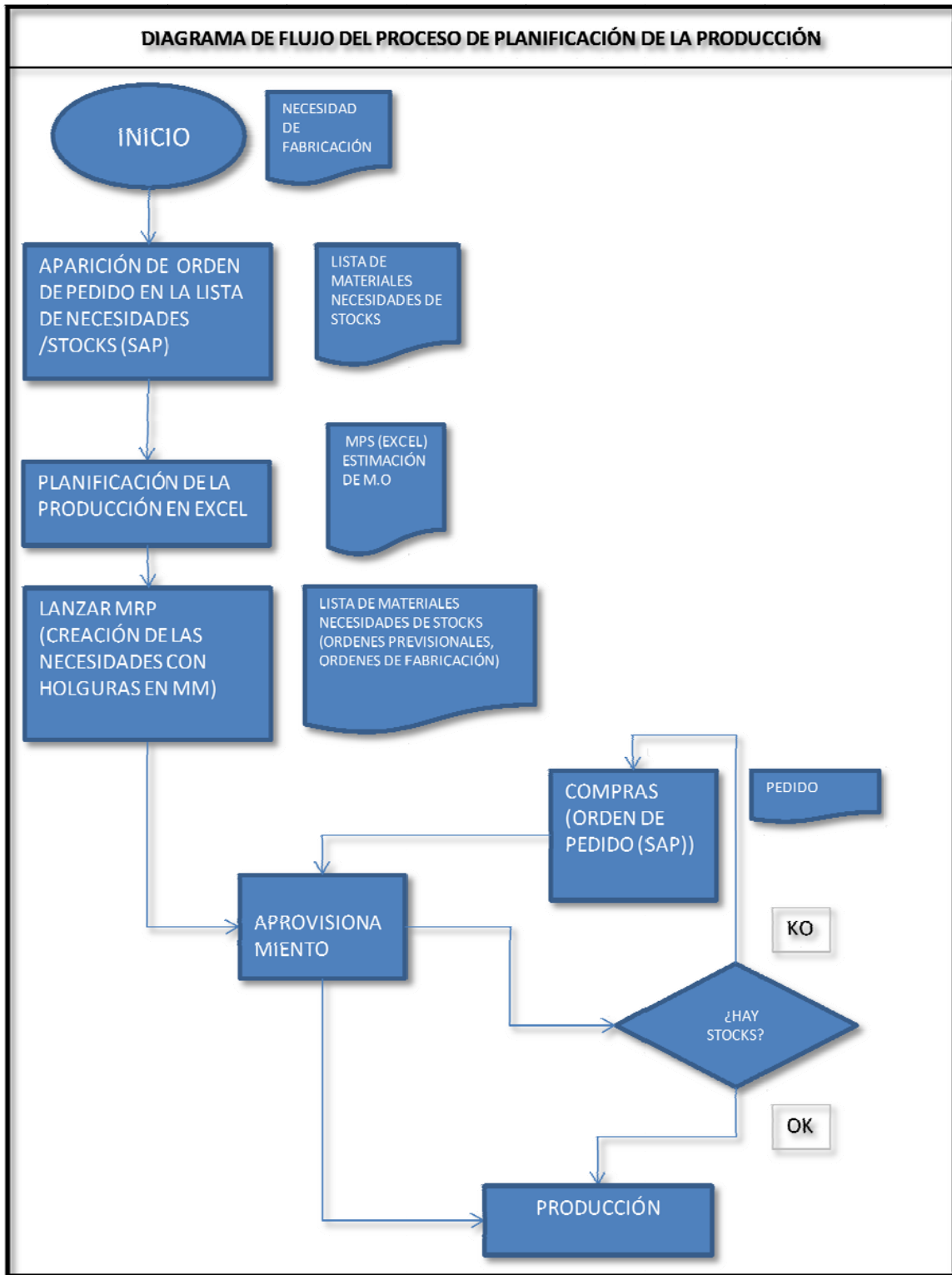


Tabla 2.1.1 Diagrama de Flujo de Planificación de la Producción.

(*En el ANEXO 2 se incluye una comparación de los diagramas de flujo de Planificación de la Producción antes y después del proyecto)

Actualmente se lanzan órdenes de fabricación desde gestión de la producción de los distintos pedidos que les van llegando del departamento de ventas, poniendo una fecha de entrega final de entrega y sin calcular ninguna secuencialidad en el tiempo. Por tanto, la última hoja de ruta (que es la del producto terminado), que es la primera en usarse debido a que ellos meten la fecha FINAL extrema y de ahí hacen una programación hacia atrás, llama al mismo tiempo a los semiterminados produciéndose una fabricación de todos a la vez desde esa fecha extrema. Esto no se corresponde con la realidad de la fabricación ya que por ejemplo para poder fabricar la calderería es necesario antes fabricar los cables, las pletinas y el aparellaje. Esta simulación de los tiempos últimamente la llevaban a cabo mediante los tiempos de cobertura del maestro de materiales de cada material (expresado en días e independiente de la cantidad base) Por tanto, no se podría determinar con claridad en el tiempo la capacidad de mano de obra necesaria para llevar a cabo los trabajos en pedidos de más de una unidad. Además al sólo poder poner en el maestro de materiales cantidades expresadas en días la inexactitud del cálculo de la coberturas puede llegar a ser bastante grande en la fabricación de algunos materiales.

Una forma de representar lo que ocurre actualmente con la programación de la fabricación de uno de los equipos en el sistema, por ejemplo, sería esta:

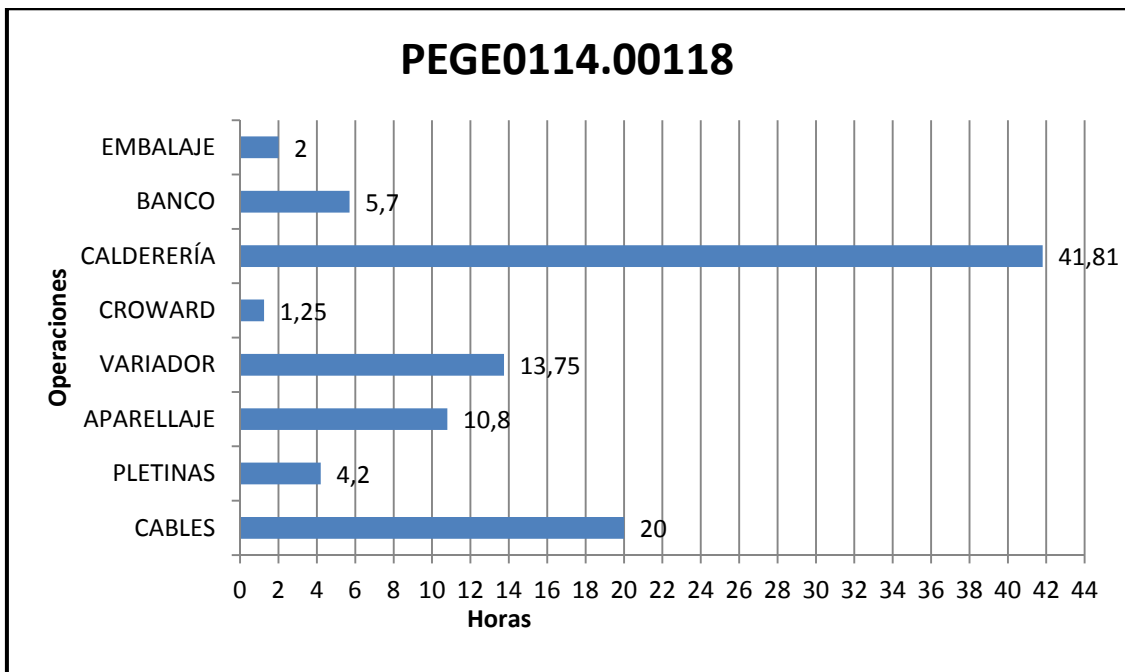


Tabla 2.2.2 Simulación del diagrama de Gantt que se puede estar produciendo actualmente en el programa.

Al mismo tiempo, nos encontramos los diferentes puestos de trabajo creados con el calendario de Ingeteam metido, pero sin asignar a cada hoja de ruta la cantidad de mano de obra destinada a la realización de cada operación (no es lo mismo que un trabajo de 25 horas lo realice una persona que dos), tampoco encontramos las capacidades disponibles de cada puesto de trabajo para la determinación de si se encuentra sobrecargado en algún momento del trabajo o no de cara a la contratación de empleados eventuales en picos de trabajo. Es necesario también actualizar los turnos de trabajo según las estaciones del año con las paradas establecidas.

Por último, nos encontramos con las diferentes vistas de producción de los materiales que detallaremos en los siguientes apartados. En algunos de ellos deberemos eliminar las coberturas puestas o reducirlas ya que una vez realizadas las labores necesarias para la programación de la producción no es necesario dotar a los materiales de holguras tan amplias.

2.2 Objetivos:

El objetivo del proyecto consiste en identificar los pasos necesarios para la planificación de las capacidades en SAP con el fin de mejorar la fiabilidad en el cumplimiento de la fabricación planificada. Es la puesta a punto del sistema de manera que se pueda crear en SAP un escenario de planificación fiel a la realidad de manera que nos permita valorar en cada momento la dotación de recursos de mano de obra a una operación u otra según los picos de trabajo y con una dotación de recursos que sea reflejo de lo que ocurre en planta. Reconocimiento del ERP como herramienta de planificación de la producción mediante la medición de las capacidades en el proceso de fabricación.

3. MARCO TEÓRICO:

Primeramente describiremos las bases teóricas en las que se asienta el modelo de gestión de la producción al cual está enfocado el proceso de fabricación de Ingeteam y del cual forma parte nuestro proyecto como una acción más para alcanzar los objetivos.

El proceso de planificación de la producción en SAP según lo enseñado en clase es:

- Planificación de los materiales: generación de pedidos de compra basándose en un concepto determinista según la programación de la producción y por punto de pedido.
- Control de la producción: lanzamiento de órdenes de fabricación, programación, notificaciones de consumos tanto de tiempo como de materiales y producción de los equipos contra órdenes de fabricación.
- Gestión de stocks de materias primas y productos semielaborados y terminados: recepción de los materiales, consumos contra órdenes de fabricación y movimientos varios.
- Coste del producto
- Valoración de inventario

Para poder llevar a cabo este proceso con éxito se deberá meter en el sistema los siguientes datos: Primero, la generación de los datos maestros. Esta fase del proyecto es la más importante, puesto que los datos maestros son la base de la programación de la producción y según éstos estén configurados de una manera u otra, el sistema planificará de una manera u otra. Los datos maestros de producción son: las vistas de producción del maestro de materiales de los diferentes componentes ya bien sean materia prima, producto semielaborado o producto terminado; las diferentes listas de materiales de los productos terminados y semiterminados. Segundo, los puestos de trabajo de los diferentes procesos de la producción asignando a cada uno de ellos las capacidades disponibles de acuerdo al número de personas que lo componen y a los turnos que definirán la cantidad de horas semanales con las que se puede contar para la fabricación. Por último, las diferentes hojas de ruta de montaje y fabricación de los productos que definan las distintas operaciones a realizar durante el proceso productivo de los equipos.

3.1 Parametrización:

El programa del ciclo de fabricación puede llevarse a cabo en tres niveles distintos:

- La programación detallada utiliza los tiempos registrados en la hoja de ruta. El tiempo de ejecución se subdivide en pasos de operación, preparación, tratamiento y desmontaje

Asimismo, se pueden definir parámetros adicionales para la programación detallada como la reducción, y la clase de programación (regresiva o progresiva) en Customizing para MRP.

- Se utilizará la programación a plazos en la fabricación repetitiva. Este tipo de programación utiliza los tiempos registrados en la hoja de ruta para tasas de producción
- Los procedimientos de programación global normalmente utilizan los datos de programación del perfil de planificación global. Este tipo de programación se utiliza para un nivel más alto de planificación (planificación global de producción/ventas), para obtener un resumen de la situación de la capacidad. El perfil de planificación global representa un resumen de la estructura total de la lista de materiales.

También puede llevarse a cabo hacia adelante (a partir de una fecha de INICIO) calculando las necesidades a partir de esa fecha progresivamente, o hacia atrás (a partir de una fecha FINAL) calculando las necesidades a partir de esa fecha regresivamente.

3.2 Datos maestros

3.2.1 Vistas del maestro de materiales:

. Estas vistas se configurarán de diferentes formas según el material sea materia prima, producto semiterminado o producto final.

Las vistas más relevantes para el caso que nos ocupa son las vistas de planificación de las necesidades que contiene datos básicos de la función de producción, la planificación de materiales para producción, la estrategia de planificación, de compras, etc.

- MRP1: Planificación de las necesidades 1, que contiene datos del cálculo del tamaño de lote y del método de planificación de las necesidades.

- MRP2: Planificación de las necesidades 2, que contiene datos del aprovisionamiento de los materiales (de fabricación propia o externa) y el almacén, la programación de las necesidades cuando se lanza el MRP así como los distintos márgenes y coberturas de plazos de las necesidades.
- MRP3: Planificación de las necesidades 3, que es la que se encarga del cálculo de las necesidades secundarias determinando cómo se debe efectuar la verificación de la disponibilidad de los materiales secundarios.
- MRP4: Planificación de necesidades 4, en la cual seleccionamos la versión de fabricación que conjuga el uso de una hoja de ruta y una lista de materiales. También de aquí controlamos la explosión de la lista de materiales

Las de preparación del trabajo: datos específicos de la planta para la programación de la producción.

- PREPARACIÓN DEL TRABAJO: Los tiempos de holgura de acuerdo con la cantidad base que necesitan los materiales de tratamiento, tránsito y preparación.
- PRONÓSTICO (Sólo para producto terminado): Es una vista en la que se suelen meter unos históricos valores de consumo de dicho materiales para que en la fabricación contra stock se determine de manera estacional o de tendencia. Esta vista tiene un alcance muy importante dentro de la producción puesto que determina cómo voy a trabajar basándose en datos históricos anteriores de la empresa o simplemente en datos ofrecidos por el departamento de marketing, etc. (Esta vista no es muy relevante en este proyecto puesto que la fabricación no se basa en pronósticos anteriores y no funcionan en fabricación contra stock sino más bien en fabricación contra pedido)
- Contabilidad: Para determinar el indicador de control de precios (para indicar el control usado para la valoración de un material)
- Costes: Vista en la que se calcula la variación del coste del producto pasada, actual y futura. Se determina el coste del material teniendo en cuenta el coste de la materia prima o del semielaborado que lo contiene más la cantidad de mano de obra necesaria para su fabricación con una tarifa determinada.

3.2.2 Listas de materiales (BOM: *Bill of materials*):

Es una lista completa, formalmente estructurada de los distintos componentes que configuran el producto. La lista contiene todos los componentes identificados con su

número de ítem (también cantidad y unidad de medida). Además en la lista de materiales establecemos la jerarquía de unos componentes y otros y asignamos qué materiales deben ser notificados y cuáles de ellos no.

3.2.3 Puestos de trabajo:

En estos datos maestros definiremos los puestos de trabajo que existen en cada línea de fabricación. Además asignaremos a estos puestos de trabajo el calendario de la planta con los festivos y laborales, el grado de utilización, los turnos de trabajo (el horario laboral), la cantidad de empleados asignados para cada puesto, asignaremos también el tipo de capacidad (bien sea máquina o bien sea persona).

Con todos estos datos (mas los que luego meteremos en las hojas de ruta), estableceremos en estos puestos de trabajo, las diferentes fórmulas que nos servirán para el cálculo de la capacidad (a la hora del cálculo de la capacidad disponible), la fórmula del cálculo de la mano de obra para la programación (para el cálculo de la mano de obra necesaria para cada operación en las hojas de ruta) y por último, la fórmula del cálculo del coste de la mano de obra directa y costes indirectos asignados a cada operación de las hojas de ruta. Previamente se habrá calculado una tarifa para dichos costes con el módulo de Controlling. Es importante el establecimiento de las fórmulas de acuerdo a cómo queremos calcular la programación, los costes y las capacidades de cada operación porque serán las responsables de la planificación de los tiempos en el sistema.

3.2.4 Hojas de Ruta:

Por último, se llevará a cabo la creación de las Hojas de Ruta de los diferentes componentes que deban ser fabricados en la planta. En ésta se establecerá una relación entre todos los datos maestros mencionados anteriormente. De esta forma, primero se establecerán las distintas operaciones a realizar para la fabricación de cada producto con la correspondiente duración, se le asignarán los puestos de trabajo que llevan a cabo los diferentes procesos así como se le asignará a cada operación la cantidad de personal que está encargado de realizar cada operación. En estas hojas de ruta también se establecerán las secuencias paralelas de las operaciones, en el caso de haberlas y también los solapes entre operaciones, también el caso de haberlos. Por último, también se asignarán los diferentes componentes de la lista de materiales del material del cual se esté haciendo la Hoja de Ruta a las diferentes operaciones para así secuenciar el uso de cada material a través de las diferentes operaciones de la Hoja de Ruta

3.3 Planificación de la producción:

Tras la carga en el sistema de los diferentes datos maestro, se lleva a cabo una planificación mensual de la producción, introduciendo en el sistema las diferentes órdenes previsionales para planificar a un mes vista los recursos necesarios. De esta forma, el departamento de compras sabrá cuando se genera una necesidad para realizar el pedido al proveedor. Una vez confirmada la fabricación de estas órdenes previsionales, se pasa a la conversión en órdenes de fabricación y la posterior liberalización de la orden.

Programación de la producción:

Se procede a detallar el programa de producción para el conjunto del mes planificado. En este programa de producción se identificará el día y el producto a fabricar según la versión así como la cantidad. Esta programación tiene en cuenta la cobertura de los productos que manualmente se hayan podido introducir en el maestro de materiales. Una vez configurados todos los datos maestros, se deberá llevar a cabo una parametrización del tipo de programación que se quiera llevar a cabo a la hora de la planificación de la producción (regresiva, progresiva, hacia atrás, hacia adelante...) esta programación se realiza a la hora del lanzamiento del MRP (Material Requirement Planning)

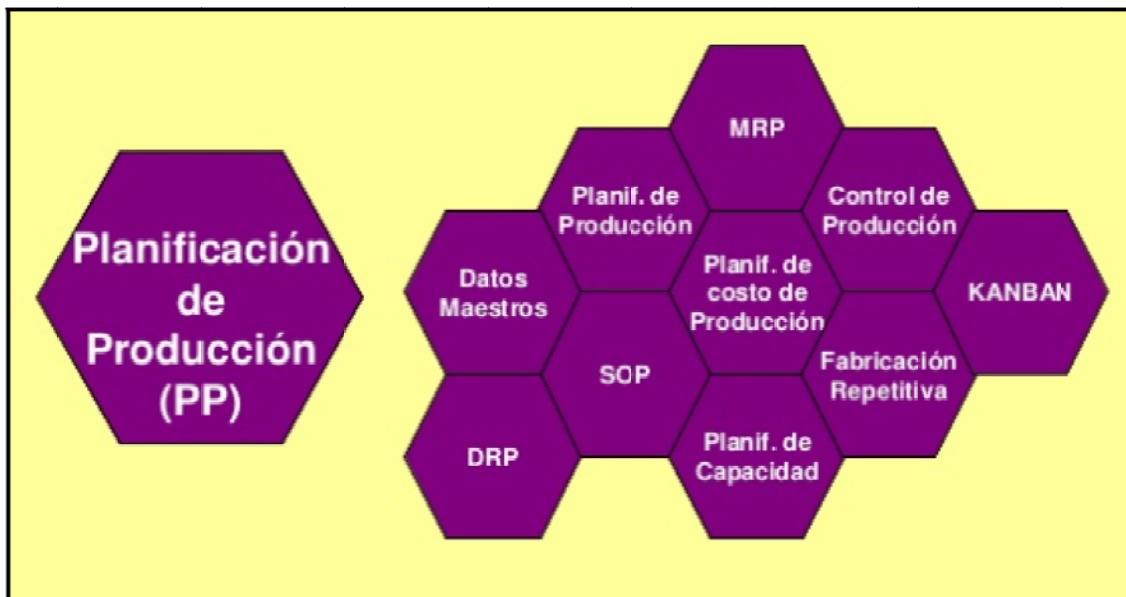


Tabla 3.3.1 Planificación de la Producción es SAP

3.4 Medición de la capacidad de planta:

Tras todos estos pasos, el sistema ya está preparado para llevar a cabo una buena planificación de la producción.

3.5 Contraste de los datos planificados-reales:

Finalmente, todo este proceso debe ser contrastado con la realidad para el control de los costes variables del producto. Dentro de estos costes, encontramos los costes de materia prima que serán los exigidos por la lista de materiales y cuyas desviaciones de los precios de compras son competencia del departamento de compras, y los costes de mano de obra directa, por ello el sistema ofrece informes con el contraste de estos tiempos para poder ver las desviaciones con los tiempos estándar introducidos en el sistema y poder aplicar mejoras de cara a una optimización del proceso productivo.

(* En el caso de Ingeteam cuentan con una “Z” específica para la notificación, en la cual pueden introducir los tiempos reales que les ha costado cada operación de la hoja de ruta para más tarde poder realizar estos contrastes en los informes ofrecidos por el sistema).

4. METODOLOGÍA:

La primera acción a llevar a cabo fue la de pensar cómo planificar la producción, determinando la mejor forma de crear en el sistema el proceso de producción con el hándicap de tener varios semiterminados que había que simular su fabricación de alguna forma para secuenciar las operaciones. En este aspecto detectamos una carencia en el sistema al no encontrar una forma simple y clara de escenificar este proceso productivo tan común en muchas fábricas. Tras barajar varias opciones, se determina llevar a cabo esta simulación mediante la parametrización de una clave de control relevante para la programación pero no para los costes, capacidad y para la notificación.

La segunda acción a llevar a cabo sería como hemos expuesto anteriormente, un análisis de la situación actual de la empresa detectando las necesidades para la ejecución del proyecto. Se analizó el proceso de la simulación de la producción en el sistema para determinar qué era lo que fallaba para que el sistema no cogiese bien en tiempo las horas necesarias de fabricación. En este caso, se llevó a cabo una reunión con producción y planificación de la producción para detectar las necesidades a nivel de parametrización de las hojas de ruta, puestos de trabajo, ordenes previsionales, de fabricación y de tamaño de lote para realizar bien la programación de la producción. Al no tener acceso directo desde Paneles a la IMG de SAP, tuvo que ser el departamento de SAP de Ingeteam de Pamplona el que llevase a cabo todas las modificaciones necesarias para la realización de programación de la producción. Tras detectar algunas debilidades de la forma de simular la producción se propuso una alternativa de secuenciar las operaciones con las hojas de ruta y preparar los puestos de trabajo para poder hacer estos pasos correctamente.

En tercer lugar, se llevó a cabo la carga en el sistema de los datos maestros necesarios para ejecutar en SAP la medición de las capacidades. El proceso a seguir sería la actualización de las vista de los datos maestros de producción de los materiales, la creación de las hojas de ruta de los productos terminados secuenciando las operaciones de fabricación, así como también se crearían las hojas de ruta de fabricación de los semiterminados, de igual manera se crearían los diferentes puestos de trabajo para cada operación y su capacidad disponible.

4.1 Parametrización:

Se llevará cabo una configuración de los parámetros de programación de las órdenes previsionales así como de las órdenes de fabricación. Estos parámetros servirán para la correcta programación de las órdenes. Así se eligieron unos parámetros de programación detallada que calculasen la necesidad de capacidad, relevante para la programación y hacia atrás. La explicación de parametrizar de esta forma y no de otra es que se trabaja con órdenes lanzadas con la fecha de entrega a cliente (expedición) y de ahí se programa hacia atrás las necesidades para la fabricación, es decir, la fecha que se sabe a ciencia cierta es la que el equipo tiene que estar listo y de ahí es necesaria hacer la programación conveniente para cumplir con los plazos establecidos. Por ello, se selecciona la programación **hacia atrás** y programación detallada para el cálculo de los tiempos establecidos en la Hoja de Ruta, en este caso se decidió no aplicar ningún tipo de reducción de los tiempos al no considerarlo necesario. También se parametrizó para que hiciese cálculo de capacidades para que el sistema imputase horas las necesarias en cada puesto de trabajo.

(Anexo 2.)

4.2 Datos maestros

4.2.1 Vistas del maestro de materiales:

Se procedió a ajustar algunos campos del maestro de materiales para que cumplieren con las especificaciones requeridas por la empresa en cuestión. Se pusieron valores de holguras de tiempos para que una vez planificada la producción de acuerdo a la programación establecida, se estableciesen algunos márgenes de seguridad para el pedido de los materiales por si sucedían algunos imprevistos. Al igual se aseguró que el cálculo del tamaño de lote fuera exacto para evitar que nos juntase necesidades debido a que en Ingeteam trabajan con números de serie para obtener una trazabilidad y es muy importante que cada orden vaya trazada con su número de serie correspondiente. Además decidí acortar las holguras pero mantener principalmente en los primeros equipos a fabricar una holgura de un día puesto que en la programación hacia atrás te genera la necesidad el día que corresponde pero a última hora del día, no en la hora exacta, generándose en la mayoría de los casos un decalaje de fabricación de los primeros equipos de un día. Se podría haber resuelto este problema aplicando la programación regresiva por hora pero como había otros departamentos usando eso, se decidió no tocar nada de parametrizaje y cambiar los datos maestros de los materiales.

4.2.2 Puestos de Trabajo:

Más tarde, se modificaron los puestos de trabajo existentes tras haber mantenido una reunión con producción previamente en la que se había informado de los puestos de trabajo reales existentes en planta junto con las capacidades que tenían. Salieron diferentes puestos de trabajo según las operaciones a realizar y se les asignó el calendario laboral de Ingeteam más los turnos de trabajo con los descansos validados para diferentes épocas según fuese horario de verano o de invierno. Así, se seleccionó un criterio para programar las actividades y se parametrizaron las fórmulas de trabajo para que calculasen los tiempos según los requerimientos de la empresa. Así la fórmula de programación estándar que ofrece SAP, por ejemplo, que es la que tenían ellos asignadas a los puestos de trabajo, no tenía en cuenta el número de empleadas que dedicas a cada operación, y claro, no es lo mismo la realización de un trabajo de 12 horas, por ejemplo, una sola persona, que si en ese puesto de trabajo hay tres personas realizando esa labor ya que a la hora de fabricar el lead-time de esa operación se acorta de 12 horas a 4 horas así que se decidió parametrizar exclusivamente la fórmula de programación de cara a que tuviese en cuenta el número de empleados que se asignaría a cada operación, siendo esta una parte clave del proyecto.. También se determinaron los diferentes grados de rendimiento de cada puesto de trabajo teniendo en cuenta los absentismos, las vacaciones...

4.2.3 Listas de Materiales:

Tras la determinación de los puestos de trabajo se analizaron las distintas listas de materiales. En este punto no se realizó ningún trabajo puesto que las listas se encontraban perfectamente definidas de antes.

Éstas listas definirían las diferentes hojas de ruta ya que de acuerdo con la jerarquía de los materiales y la configuración de las listas, serían unas Hojas de Ruta u otras puesto que las operaciones a realizar serían diferentes. Debido a que una de las principales misiones de la Hoja de Ruta es la asignación de componentes a las diferentes operaciones, se decidió basar las Hojas de Ruta de acuerdo a las listas de materiales de los diferentes componentes. Existen equipos en los que por motivos de ingeniería o ajenos a la fabricación se decidió meter los materiales semielaborados en el banco de pruebas que es un semielaborado más del equipo final y en el equipo final sólo el banco y material del embalaje. Por tanto, al ser la hoja de ruta del banco la que llamaba a los diferentes semiterminados fue necesario el describir las operaciones de fabricación de estos semiterminados en la hoja de ruta del banco de pruebas, sin embargo, hay otros equipos que contienen en su lista de materiales

directamente todos los semiterminados, por tanto, será en las hojas de ruta de éstos en los que se describa las operaciones a realizar de todos los semiterminados.

4.2.4 Hojas de Ruta:

Tras modificar los puestos de trabajo, se pasó a la realización de las hojas de ruta que era la esencia del proyecto para que todo funcionase correctamente. Se llevó a cabo una reunión con producción para que explicasen los procesos de fabricación de cada familia de equipos. Cada familia de equipos más o menos está formada por los mismos componentes semiterminados y lo único que puede variar un poco de un equipo a otro, son los tiempos de fabricación y las materias primas (lista de materiales). Se determinaron las operaciones a realizar, los tiempos estándar relevantes para la programación y para el cálculo de costes de mano de obra directa destinada a cada operación, el número de empleados destinados a cada proceso según la línea y la carga de trabajo que se tuviera para el mes de planificación, el puesto de trabajo encargado de realizar las diferentes labores y por último la clave de control que especificaba si dicha operación era relevantes para la programación, notificación, etc.

El proceso de la creación del diseño de las Hojas de Ruta es el camino más crítico. El principal hándicap es cómo poder simular la fabricación de los diferentes semiterminados en las operaciones del equipo final sin que se produjesen duplicidades tanto de tiempos como de costes ya que lo que hay que tener claro es que el producto terminado CONSUME los semiterminados pero NO los FABRICA. Es necesario simular esta fabricación para programar las operaciones pero no imputar esos tiempos. Una de las primeras opciones fue la realización de Hojas de Ruta sin especificar a ningún material y asignando en vez de un componente de la lista de materiales a cada operación, asignar una lista de material ENTERA a cada operación, de tal forma que se le asignaría a la operación de Banco de pruebas, la lista de material del banco de pruebas (que es uno de los semiterminados) y en la última operación que sería embalaje asignar el equipo terminado que consumiría los semiterminados. De esta forma se generaría una Hoja de Ruta de fabricación y consumo de los semiterminados a la vez, pero se probó y se vio que al lanzar el MRP y asignar a cada semiterminado esta hoja de Ruta, volvía a hacer otra vez todas las operaciones de la Hoja y que no se podía evitar esto diciéndole al sistema que sólo fuese

relevante la operación a la que se asignaba la lista. Se decidió determinar otra forma de hacerlo.

De esta forma, se llega a la conclusión que la mejor forma de llevar a cabo la simulación de fabricación de los semiterminados es crea una clave de control que es una clave definida por el usuario que determina el modo en que se tratan las operaciones y suboperaciones en el tratamiento de la orden y en el cálculo del coste del producto.

En nuestro caso se decidió por

Hojas de ruta específica:

Existirían dos tipos de Hojas de Ruta:

- 1) **Hoja de ruta A PRODUCTO TERMINADO** (Secuenciar las operaciones)
Determinación de las operaciones a realizar (en serie y paralelas) y asignación de los materiales a cada operación, los puestos de trabajo, capacidades empleadas, operaciones empresariales y la duración de cada una de ellas.

(Esta hoja de ruta consistirá en operaciones de montaje de los equipos (relevantes para programación de la producción, para la determinación de las capacidades y costes y operaciones intermedias de simulación de fabricación de los semiterminados relevantes sólo para la programación).

- 2) **Hoja de ruta A PRODUCTO SEMITERMINADO** (Fabricación)

(Esta hoja de ruta consistirá en operaciones de montaje de los equipos (relevantes para programación de la producción, para la determinación de las capacidades y costes)

- Puestos de trabajo: Definidos anteriormente. Todos los puestos de trabajo son de tipo persona menos uno que es de tipo persona y de tipo máquina también asignado al banco de pruebas.
- Operaciones:
 1. Descripción: Explicación de lo que se está haciendo en esa operación.
 2. Cantidad base: Cantidad del material a fabricar, al que hace referencia los valores prefijados de la operación.

3. Número de empleados destinados a cada operación: Se ponen en el detalle de cada operación y serán distintos de acuerdo a la carga de la línea que se quiera simular para ese mes en concreto.
 4. Solapes: Se especificarán en el detalle de la operación los diferentes solapes que pudiesen existir entre las diferentes fases, por ejemplo, en las que se dividiese una operación para simular que si se fabrican 5 equipos, la programación no se efectúe de forma que se fabriquen los cinco equipos seguidos y no se pase a las siguiente fase hasta que se termine de fabricar el último sino que tras acabar el primero pase a la siguiente fase y se empiece con el segundo y así sucesivamente....
 5. Tiempo estándar asignado a la programación de la operación y al cálculo de los costes. En ninguna de las operaciones se ha estimado tiempos de preparación del trabajo.
 6. Particiones: Se especifica que la operación se tiene que partir durante la programación.
- Secuencias: Las diferentes operaciones paralelas que se puedan establecer en las hojas de ruta debido a que dos operaciones se pueden realizar a la vez, como por ejemplo, la fabricación de los cables y las pletinas.

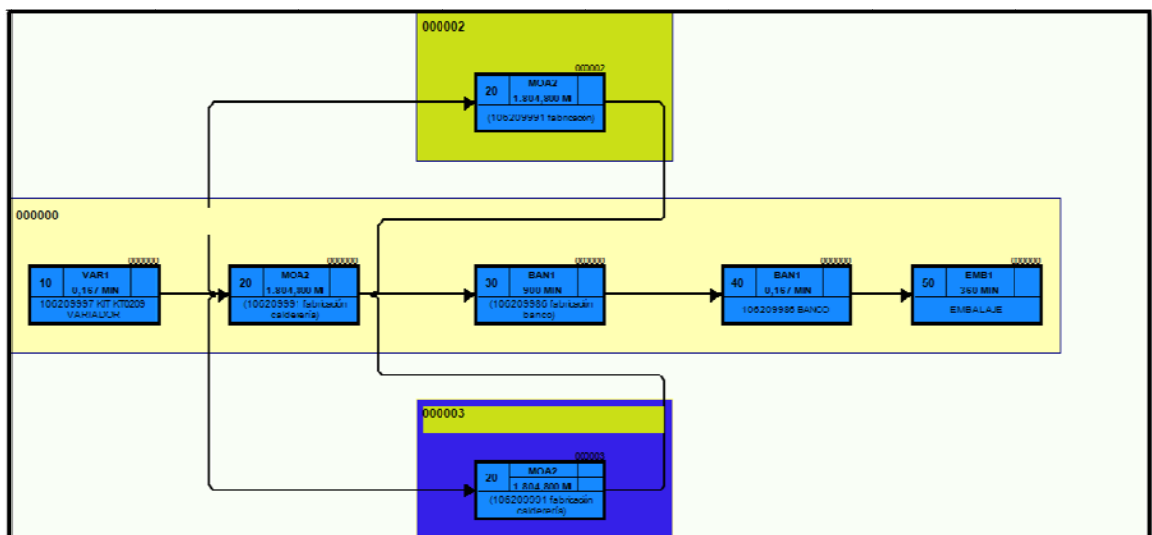


Tabla.4.2.4.1 Ejemplo de las operaciones de un equipo de Ingeteam con la fabricación de 3 operaciones paralelamente.

- **Clave de control:** Especifica las operaciones empresariales que se deben ejecutar para el objeto correspondiente de una hoja de ruta o de una orden (por ejemplo, programación o cálculo del coste).

Las distintas opciones que están incluidas en una clave de control son:

Opciones para	Operación
Programación	X
Planificación de capacidad	X
Cálculo del coste	X
Entrada de mercancías automática	X
Características de inspección	X
Trabajo de repaso	X
Impresión de confirmaciones	X
Impresión de hoja de salario	X
Impresión en general	X
Trabajo externo	X
Programación de operaciones de trabajo externo	X
Confirmación	X

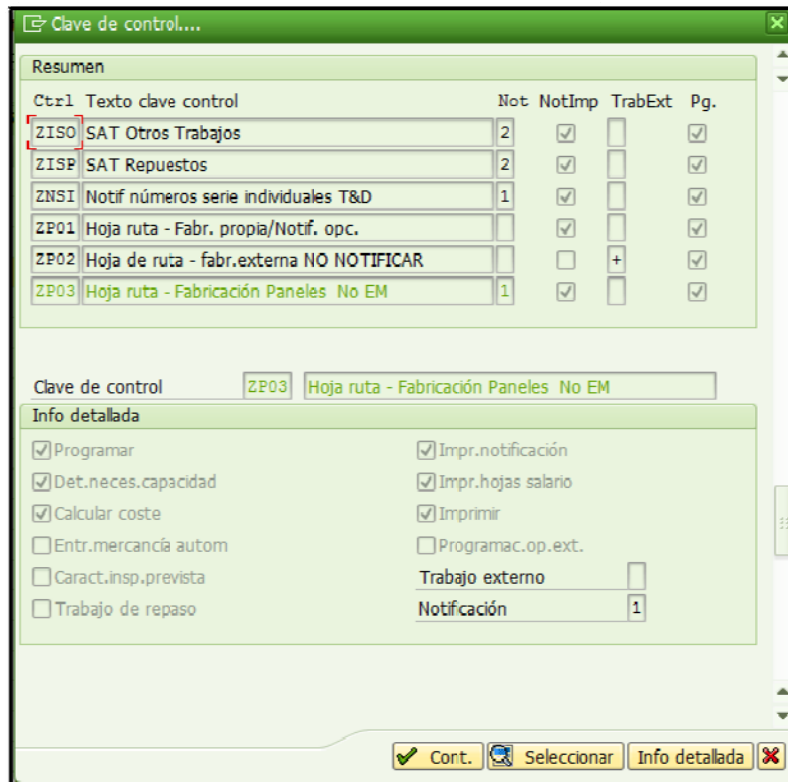
4.2.4.2 Tabla describe las opciones que están incluidas en una clave de control

Este botón es de fundamental importancia debido a que es la clave para la simulación de la fabricación de los productos semiterminados. Especifica para qué es relevante la operación (puede ser o no relevante para la programación, para el cálculo del coste, para la planificación de las necesidades, para la notificación...Existe el problema que a la hora de la asignación de los materiales a las distintas operaciones hay que tener en cuenta el tiempo de fabricación del semiterminado si en la operación siguiente se va a usar esa misma parte constitutiva(al ser una fabricación en cadena), a la vez, dicho semiterminado debe tener su propia hoja de ruta para poder ser fabricado con su tiempo para ser notificado en planta. Se podría haber creado una hoja de ruta de fabricación del semiterminado sin tiempo y haber asignado el tiempo en la hoja de ruta del terminado, pero en planta notificaban las ordenes de fabricación de los semiterminados y no era viable andar notificando dos veces (notificar la fabricación de cada semiterminado y la notificación parcial de cada operación de la hoja de ruta del producto terminado). Además el problema de notificar parcialmente las

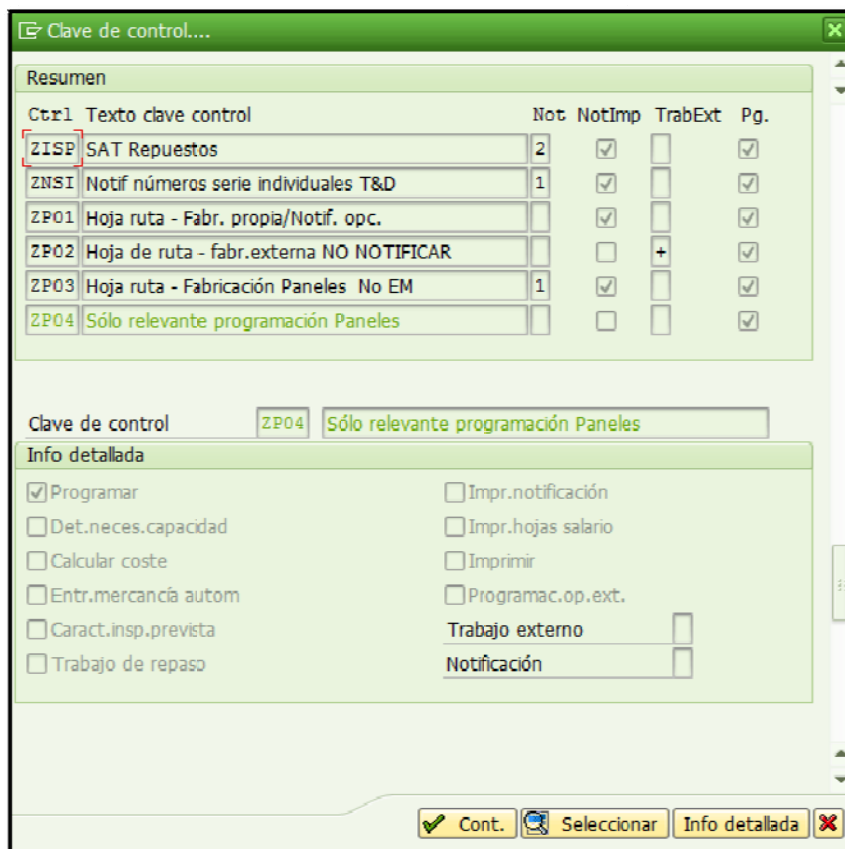
operaciones del producto terminado es ir consumiendo los materiales en cada operación alterando la valoración del stock puesto que se da de baja los semiterminados sin dar de alta ningún material (hasta la notificación final del producto terminado) y queda una cantidad económica en el limbo al dar de baja productos de un valor económico y no dar de alta nada.

Otra opción es la creación de hojas de salario en las cuales se notifica sólo el tiempo de cada operación y al final el producto terminado con todos los materiales pero existe la cuestión del problema antes mencionado de notificar dos veces. Y uno de los objetivos también del proyecto era la mínima modificación de los procesos de tratamiento de las operaciones con el ERP en planta. El reto se plantea en simular ese tiempo de la fabricación sin que haga falta notificar la operación, ni planificar la capacidad, ni ser relevante para costes pero que sí que sea relevante para la programación para que la siguiente operación llame a su material en tiempo en el momento adecuado. Es decir, hay que simular tal cual la hoja de ruta de fabricación del semiterminado pero sin duplicar los costes de mano de obra, sin generar necesidad de capacidad y sin que hiciese falta notificarla. Tras investigar y mirar las aplicaciones que ofrece la hoja de ruta, se detectó la utilidad de este botón y se decidió ponerse en contacto con el departamento de SAP de la empresa para que parametrizar una clave de control “Z” (que es como llaman a las aplicaciones de SAP hechas especialmente para Ingeteam) relevante para la programación pero no para costes, capacidades y notificación y así probar los resultados. Se creó la clave de control ZP004 y se probaron los resultados viendo que funcionaba.

De esta forma, se tiene en el sistema dos claves de control relevantes para la programación. Unas ZP03 relevante en costes, capacidades notificación y programación; y una ZP04 sólo relevante para la programación.



4.2.4.3 Clave de control de fabricación normal en Ingeteam



4.2.4.4 Clave de control de simulación de fabricación de los semiterminados

Tras estas operaciones teníamos acabadas las hojas de ruta de cada familia (4 niveles de capacidad para los equipos PEGE, 3 para los GHAC y X para los PT.)

En el Anexo 4 incluimos un ejemplo de hoja de ruta de un equipo con el diagrama de Gantt de fabricación de 1 equipo y de 2 equipos para ver los solapes.

Hojas de ruta estándar:

Se trata de Hojas de Ruta creadas para la imputación de horas de trabajo de operaciones que se realizan habitualmente en la empresa pero que no consumen ningún material. En este apartado se encontrarían horas de formación, de vacaciones, de retrofits, de reparaciones, de prototipos, postventa....Para ello creamos hojas de ruta estándar sin asociarlas a ninguna lista de materiales pero asignándola a un puesto de trabajo y tiempo para después crear órdenes de retrabajo de imputar esas horas sin necesidad de vincularlo a ningún material.

4.3 Planificación de la producción:

En tercer lugar, se pondrá a punto todo y se llevará a cabo el proceso de la planificación de la producción programando las actividades y verificando la creación de las horas necesarias. Se irán creando las órdenes contra los pedidos que vaya incluyendo el departamento de ventas y lanzaremos el MRP para la planificación de las necesidades secundarias y generación de las órdenes de fabricación de todos los equipos semiterminados.

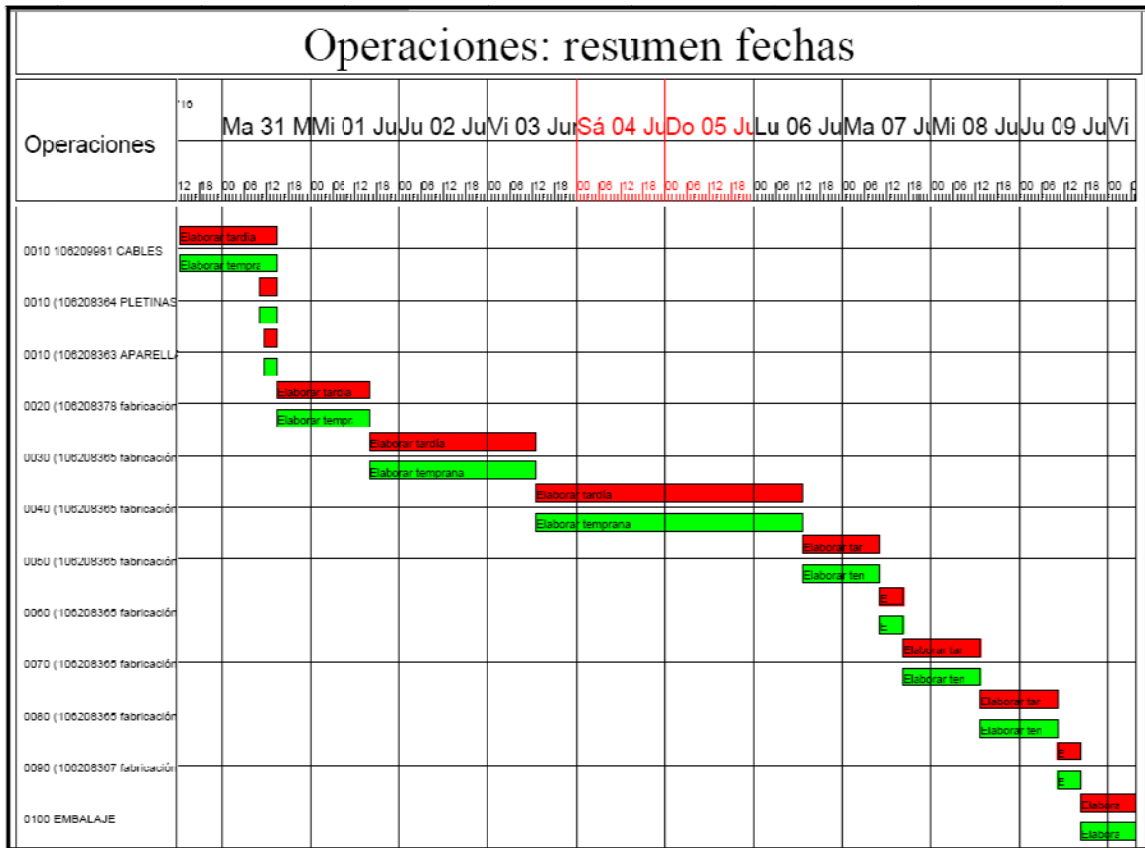


Tabla.4.3.1.Ejemplo de programación de la producción para una unidad. de un equipo de Ingeteam.

4.4 Medición de la capacidad de planta:

Por último, se podrá sacar un informe de las necesidades generadas en planta y de las sobrecargas que pudiese haber en los distintos puestos.

Planificación de capacidad: Resumen variable					
Variante	Resumen de tipos de órdenes				
Unidad	H				
Semana	DE TRABAJO	REVISIONAL	SUMA	OFERTA	CARGA %
22.2016	6.468,92	72,94	6.541,86	881,50	742,13
23.2016	406,95	179,40	586,35	4.463,00	13,14
24.2016	0,00	1.164,35	1.164,35	4.463,00	26,09
25.2016	413,00	1.974,04	2.387,04	4.445,00	53,70
26.2016	513,00	1.702,64	2.215,64	4.445,00	49,85
27.2016	388,00	1.221,55	1.609,55	4.445,00	36,21
28.2016	473,00	1.757,94	2.230,94	4.730,00	47,17
29.2016	0,00	988,83	988,83	4.730,00	20,91
30.2016	0,00	156,22	156,22	3.784,00	4,13
31.2016	0,00	22,94	22,94	4.730,00	0,48

4.4.1. Tabla ejemplo de la medición de las capacidades por semanas del año 2016 para evaluar las capacidades de las semanas de Junio de 2016.

En el caso anterior veríamos si existiese alguna sobrecarga esa semana. También podríamos tener acceso más específico a cada puesto de trabajo y ordenarlo por días, o meses o semanas, dependiendo del espacio temporal que más nos conviniese.

Planificación de capacidad: Resumen estándar: Detalle											
Valor seleccionado											
Semana <u>ORDEN PREVISIONAL</u>											
25.2016 1.974,04 H											
Necesidad individual											
Semana	P	PatroTrbjo	Orig.nec.	Op.	Material	Ctd.causante	Ctd.notificada	Necesidad	Texto de operación	Texto breve de orden	
<input type="checkbox"/>	25.2016		CR01	1012126	0010	106206257	1,000 UN	0,000 UN	1,250 H	Montaje CROWBAR Y BANCO PRUEBAS	AS3167 SMART CROWBAR
<input type="checkbox"/>	25.2016		CR01	1012127	0010	106206257	1,000 UN	0,000 UN	1,250 H	Montaje CROWBAR Y BANCO PRUEBAS	AS3167 SMART CROWBAR
<input type="checkbox"/>	25.2016		CR01	1012128	0010	106206257	4,000 UN	0,000 UN	5 H	Montaje CROWBAR Y BANCO PRUEBAS	AS3167 SMART CROWBAR
<input type="checkbox"/>	25.2016		CR01	1012129	0010	106206257	6,000 UN	0,000 UN	7,500 H	Montaje CROWBAR Y BANCO PRUEBAS	AS3167 SMART CROWBAR
<input type="checkbox"/>	25.2016		APAL	1012465	0010	106208363	1,000 UN	0,000 UN	10,800 H	Preparación APARELLAJE	APARELLAJE #10067

4.4.2. Detalle de una semana con el origen de la necesidad de capacidad y las horas necesarias.

Por último, tras la realización de todos estos pasos, se cotejará el tiempo metido en las hojas de ruta como estándar, con el tiempo que se haya metido manualmente de lo que les haya costado realmente la fabricación en la notificación mediante un informe sacado por SAP para medir las desviaciones que hubiesen podido ocurrir.

Todos estos pasos se irán realizando en la empresa con la supervisión del tutor asignado en la misma, a la vez que se vayan teniendo reuniones con el tutor de la universidad para comentar los resultados que se vayan obteniendo en cada proceso del proyecto.

4.5 Contraste de los datos planificados-reales:

Una vez realizados todos los pasos necesarios para la planificación de la producción. Como hemos mencionado el marco teórico realizaremos un contraste con los datos realmente ejecutados. Este paso es de especial importancia puesto que es el que nos permitirá detectar el rendimiento del cuello de botella así como las posibles desviaciones que se hayan podido realizar debido a los imprevistos que hayan podido surgir. Como hemos dicho antes, Ingeteam cuenta con una “Z” que emplean para la notificación en la cual los operarios de la planta pueden meter directamente los tiempos reales empleados en cada operación. Utilizando la transacción COHV (Tratamiento en masa de órdenes de fabricación) con la lista PPIOO000 Operaciones y la disposición /IMD1 Sacaremos un listado ordenado por material, por ordenes, por centro, etc. en el cual vengán reflejados los diferentes tiempos planificados y notificados realmente.

5. ANÁLISIS EMPÍRICO:

Una vez establecidos todos los datos maestros se procede a llevar a cabo una prueba de planificar un mes de producción de la planta en una simulación que tienen del SAP productivo llamada “Clon de productivo”. Se llevaron a cabo varias pruebas introduciendo mejoras para optimizar el cálculo de la producción

Inicialmente se realizó la primera prueba y se detectó que no funcionaba del todo correctamente puesto que con cantidades muy grandes de pedidos al meter una carga estándar en cada puesto no calculaba bien la programación al ser cantidades de pedidos grandes. Fue en este punto cuando se pidieron los diferentes niveles de carga por operación según los equipos a fabricar por línea y se realizaron las diferentes versiones por cada hoja de ruta de acuerdo a los niveles de carga.

Finalmente se realizó una prueba final para la supervisión del departamento de Planificación de la Producción de Ingeteam para dar el visto bueno al proyecto comparando los resultados obtenidos con la realidad y así poder implementarlo en Productivo.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

Los resultados obtenidos en la planificación de la producción son correctos y la generación de las horas necesarias para la fabricación de los equipos son correctas para determinar la cantidad de mano de obra necesaria para la ejecución de la producción. Sin embargo, detecto algún fallo que no hemos sabido solucionar y que, tras hablar con diferentes consultores de SAP y consultar con SAP HELP también comprobar que no se puede cambiar es que SAP si detecta varias necesidades en un día de fabricación de un semiterminado por ejemplo las junta para la fabricación. Esto genera un lead-time mayor ya que SAP calcula la programación como: Cantidad de operación* Tiempo de mano de obra/cantidad base/nº de particiones/número de empleados. Al juntar varias órdenes de fabricación en vez de 3, por ejemplo, puede generar una orden de 8 juntando varias órdenes, generando un tiempo de programación mayor que puede no corresponderse con la realidad al tratarse de ordenes de fabricación en serie por ejemplo que no admitan solape y sin pasar a la siguiente operación hasta que no acaben de fabricar la todas. Sin embargo, dicho problema lo tienen actualmente, sólo que no se les hacía patente porque no usaban capacidades. Sin embargo al usar números de serie, les desaparecía ordenes con números de serie al juntarlas, fabricando una orden bajo un número de serie (el primero) y eliminando los demás.

También considero que el método se ha intentado estandarizar todo lo posible, pero sí que es cierto que se trata de un proceso productivo bastante variable en recursos humanos con cambios semanales de nivelación de la línea y poco estandarizado con lo cual la realización de las hojas de ruta se complica enormemente teniendo que generar cuatro versiones de fabricación en algunos casos y haciendo el proceso más laborioso ya que hay que asignar diferentes versiones según la carga antes de lanzar el MRP. Sin embargo, se ha intentado agilizar estos procesos investigando transacciones para la realización del cambio y comprobación de versiones en masa ya que además de efectivo, el proyecto tiene que ser operativo para el día a día sin que suponga una carga excesiva para la persona que maneje los datos.

Por otro lado, existen lo que denominan el arranque de línea que se produce cuando para la línea, bien sea por el paro vacacional o porque se ha dejado de fabricar equipos de esa línea momentáneamente y entonces se ha tenido que incluir una línea en las hojas de ruta para simular el tiempo de preparación de dichos arranques ya que los tiempos estándares y la nivelación de línea están calculados a línea cargada y además no se pueden emplear los tiempos de preparación de cada operación que se muestran en las hojas de ruta porque no

siempre se producen, por tanto, es necesario simular dichos tiempos cuando se producen mediante la inclusión de estas líneas en las hojas de ruta que están a tiempo cero y se rellenan cuando se producen estos arranques.

También, considero que no se deberían bajar estos resultados directamente a planta sin antes ser revisados por un técnico con conocimiento de planificación puesto que siempre surgen imprevistos y puesto que siempre igual por motivos estratégicos se pueden dar prioridad a algunos pedidos antes que a otros.

Por otro lado, considero recomendable el dotar, a parte de los tiempos propiamente puestos en las hojas de ruta que ya cuentan con alguna holgura, de holguras en el maestro de materiales de cara al aprovisionamiento puesto que se pueden producir imprevistos en el aprovisionamiento y en la fabricación misma y hay que estar preparados para poder responder al cliente. Aunque quizás no holguras muy anchas para cumplir con los requerimientos del Lean Manufacturing de “ajuste”.

7. CONCLUSIONES:

Las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto son:

- La amplia utilidad que podría adquirir el módulo de producción de cara al futuro en empresas de fabricación y la gestión por procesos y la ventaja que puede suponer una eficaz planificación de la fabricación en el sistema para a la asignación de los recursos de mano de obra.
- Debido a la conexión existente con otros módulos como es el de compras, ventas y el de costes, generando las necesidades en tiempo justo se consigue que el departamento de compras desde el sistema pueda llevar a cabo la gestión de los pedidos sin necesidad de jugar con las holguras que ponían antes en el maestro de materiales, para que los de ventas vean la planificación de los diferentes pedidos y el nivel de carga de la fábrica para afrontar los diferentes plazos de entrega en el proceso de ventas y por último la actualización de costes de fabricación del producto.
- Además existe la opción del control de los tiempos en SAP con informes que ofrece el sistema comparando los tiempos planificados para cada operación con el número de empleados establecidos, con los tiempos reales metidos al sistema por los empleados en la notificación de las fabricaciones. Con esto, se produce la optimización del proceso con la obtención de una herramienta de medición de las mejoras del proceso con los indicadores de progreso de los tiempos de realización de las operaciones.
- Mejora de procedimiento con una futura implementación de los escenarios de planificación para complementar la planificación de los procesos de producción.

Sí que veo que quizás el módulo de Producción es el menos desarrollado de todos los módulos que pueda tener SAP y que aún le quedan mejoras por introducir. El sistema se encuentra preparado para la planificación de procesos estándares pero es muy rígido para procesos más cambiantes teniendo que ejecutar muchas acciones para adecuar el proceso productivo al sistema. Se podría analizar incluir ya desde la generación de la orden los diferentes niveles de capacidad q se metiesen en el sistema.

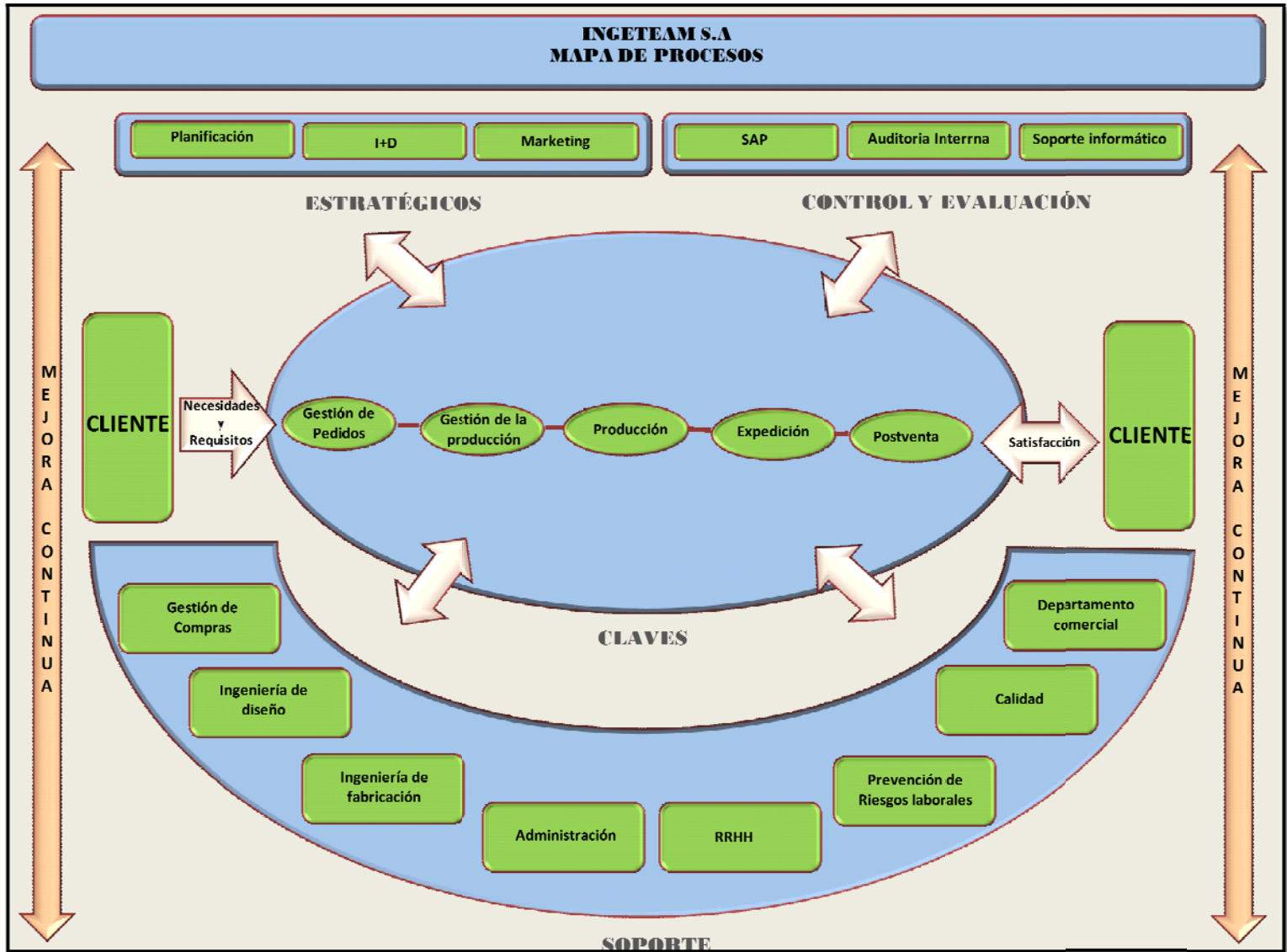
También considero que los informes de capacidad pueden llegar a ser un poco pobre, no mostrando un informe con la desviación de los tiempos reales- planificados como tal con un análisis del mismo como encuentro en otros módulos.

8. BIBLIOGRAFÍA:

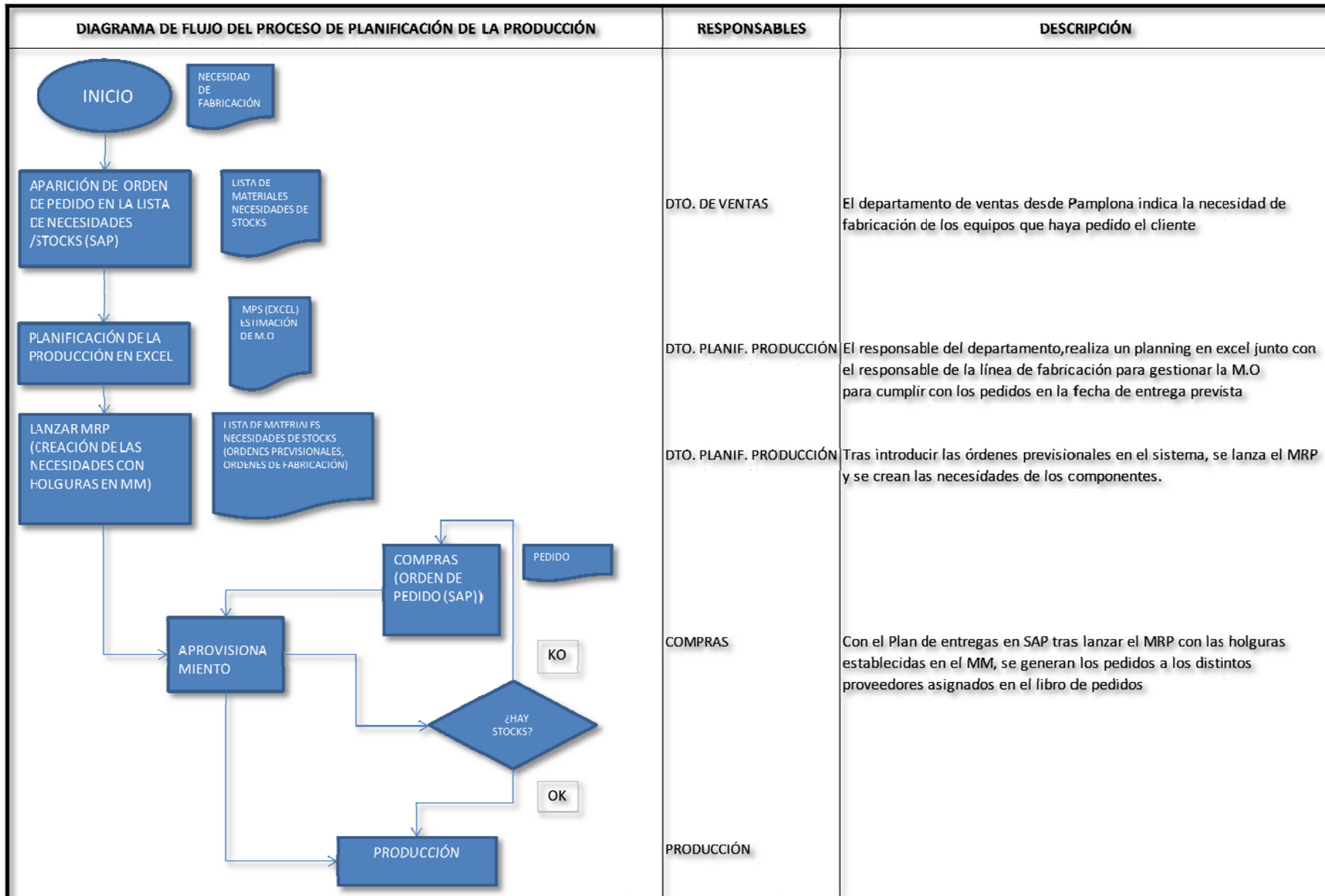
- **BELLO ALEJANDRO (2016)** Apuntes de clase (Procesos Logísticos 2)
- **HERNÁNDEZ FERNANDO (2016)** Apuntes de clase (Gestión por Procesos)
- **TREVIÑO SANTIAGO (2007)** Planificación de Producción (PP)
- **PANCHAL HARRIS (2009, Mumbai)** End User Manual SAP, Production Planning(PP) Module. **Mahindra IT Consulting.**
- **Manual básico de SAP [sitio web]. (Consulta: 20 de Junio 2016)**
<http://www.mundosap.com>
- **SAP AG (2001)** Material Requirements Planning (MRP-PP).
- **SÁNCHEZ JIMÉNEZ JUAN CARLOS.** Implementación de Sistemas de Producción en SAP R/3.
- **SAP PORTAL HELP [sitio web]. (Consulta: 20 de Junio 2016)**
<http://help.sap.com/saphelp>
- **DICKERSBASCH JÖRG THOMAS y KELLER GERHARD (2010)**
Production Planning and Control with SAP ERP.

9. ANEXOS:

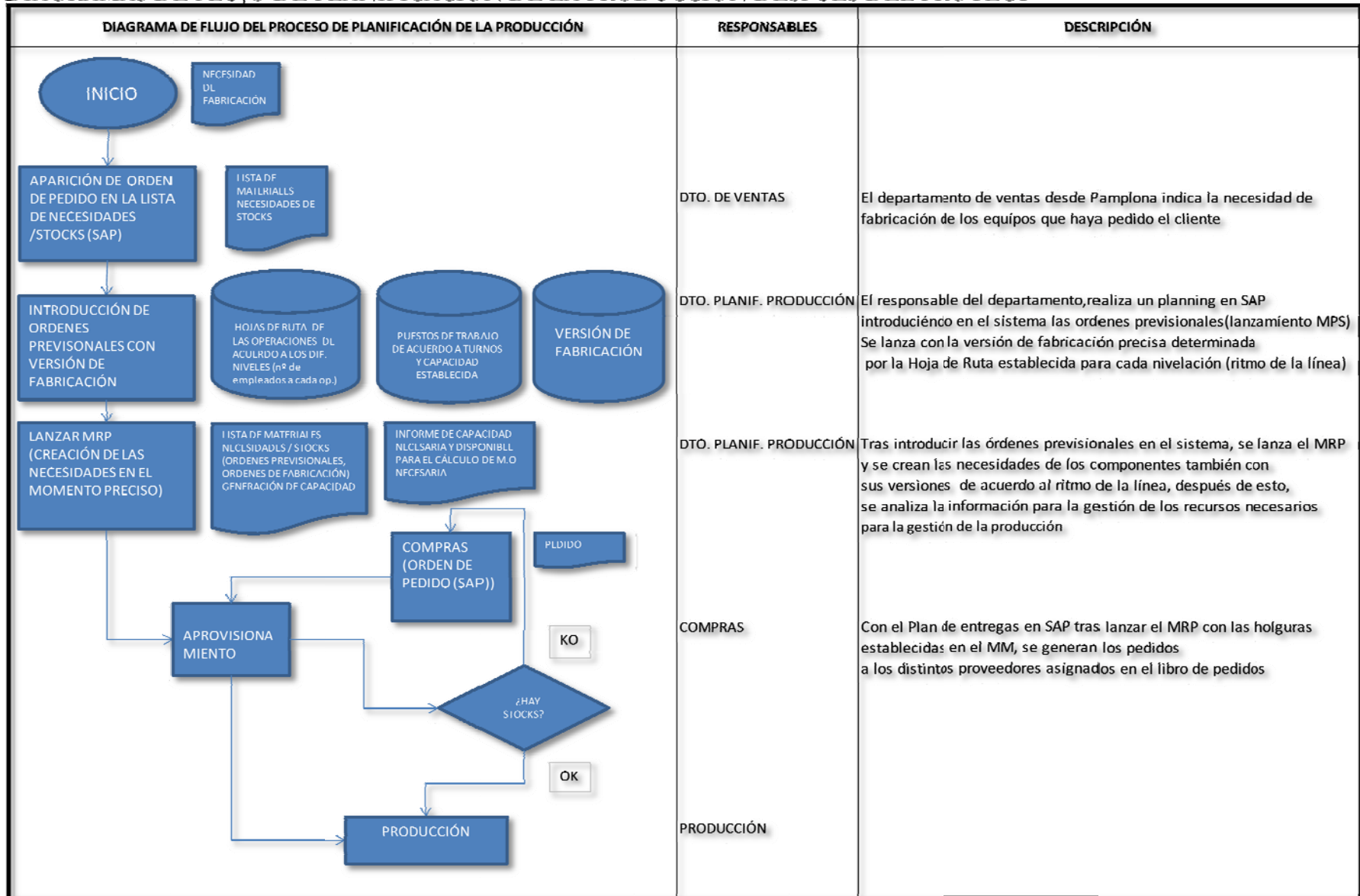
ANEXO 1. MAPA DE PROCESOS DE INGETEAM POWER TECHNOLOGY



ANEXO 2. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ACTUAL



DIAGRAMAS DE FLUJO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DESPUÉS DEL PROYECTO



ANEXO 3. PARAMETRIZACIÓN DE LAS ORDENES PREVISIONALES Y DE FABRICACIÓN

Modificar vista Programación órdenes previsionales: Detalle

Entradas nuevas

Estructura de diálogo

- Programación órdenes p
 - Planificación a largo p

Centro: HD00 Plant Heidelberg
 Clase de orden: LA Orden de almacén
 RespCtrProd: 000 HD Production Scheduler

Planf.a largo plazo

Progrm.detallada

Horiz.plan.det. Programación
 ID sel det. 01 Crear nec.capacidad

Programación a plazos

Horiz.cuotas Programación
 ID sel cuota Crear nec.capacidad

Programación global

HorPlanfGlobal Programación
 ID sel global 01 Crear nec.capacidad

Planificación de secuencia

Program.cadencia/a plazos

Adaptación de fechas

Nivel de programación: A través de programación detallada
 Ajustar fechas: Ajustar fechas extremas, nec.secundarias a fechas operación
 En planificac.capacidad: Fechas extremas siempre, necesidades secund. en fechas oper.

Control de fechas para programación detallada

Clase programación: Hacia atrás Log automático
 Inicio en pasado Fechas más tardías mat.
 Programación incl.pausas

Reducción

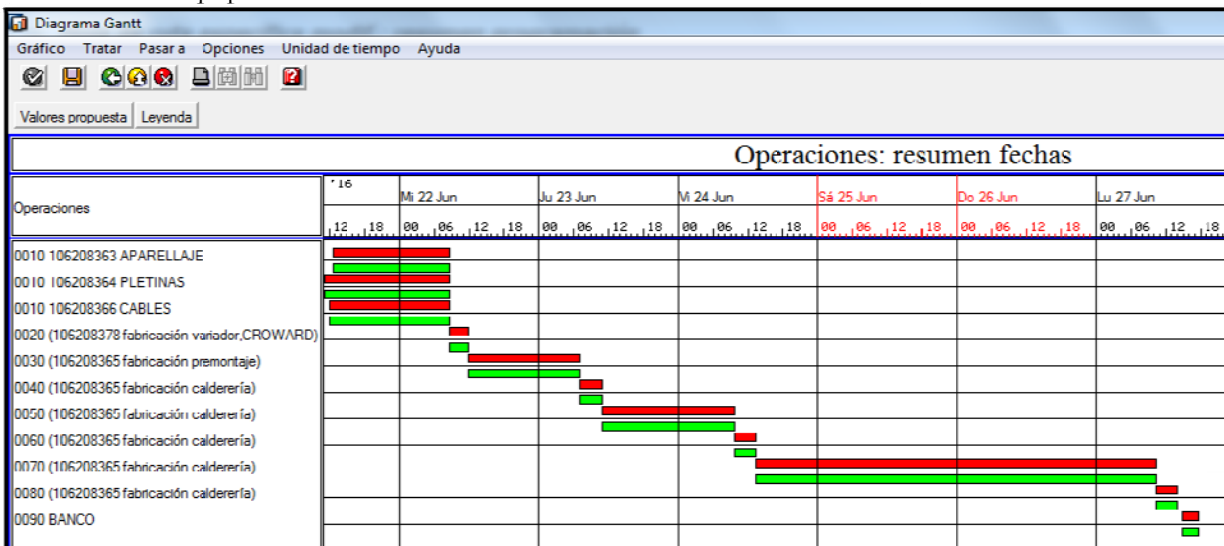
Clase reducción: Se reducen todas operaciones de orden
 Nivel máximo de reducción: No reducir

% recuc.tiempo anticipo/seguridad: S1 S2 S3 S4 S5 S6

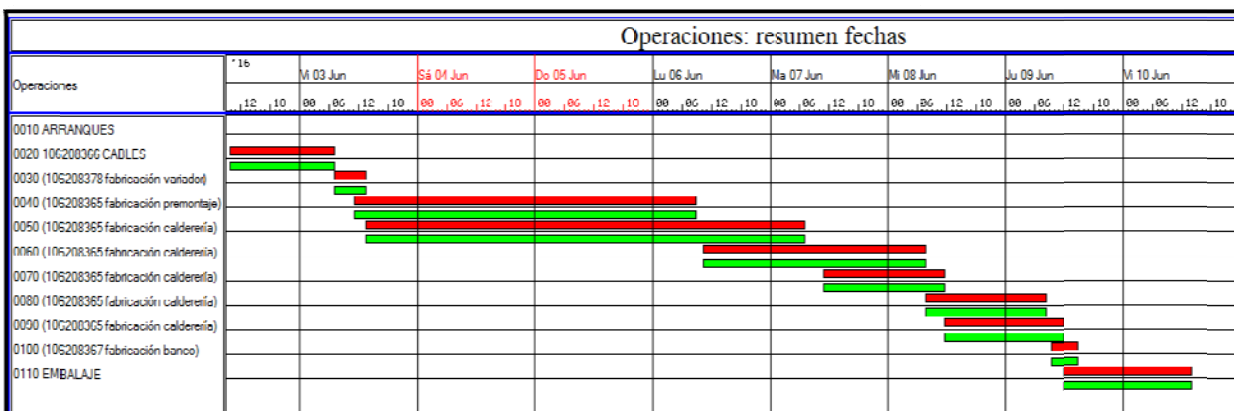
ANEXO 4. EJEMPLO DE HOJA DE RUTA DE UN EQUIPO CON EL DIAGRAMA DE GANTT DE FABRICACIÓN DE 1 EQUIPO Y DE 2 EQUIPOS PARA VER LOS SOLAPES.

Op...	SOP	Ce.	Cl...	Cave d...	Descripción	E...	M...	Cl...	R...	E...	Cl...	S...	Cantidad base	U...	Tiempo pre...	U...	Clase...	Tiempo de ...	U...	Clase...	Tiempo r	
0010		PE01	ZP03		ARRANQUES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								
0020		PE01	ZP04		106208366 CABLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								20
0030		PE01	ZP04		(106208378 fabricación variador)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								9,300
0040		PE01	ZP04		(106208365 fabricación premontaje)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								14,300
0050		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0060		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0070		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0080		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0090		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0100		PE01	ZP04		(106208367 fabricación banco)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN				1		H		5,700
0110		PE01	ZP03		EMBALAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								6,450
0120		PE01				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								

1 Equipo:



2 Equipos:



ANEXO 4. EJEMPLO DE HOJA DE RUTA DE UN EQUIPO CON EL DIAGRAMA DE GANTT DE FABRICACIÓN DE 1 EQUIPO Y DE 2 EQUIPOS PARA VER LOS SOLAPES.

Res.operaciones																						
Op...	SOp	Ce.	Cl...	Cave d...	Descripción	E...	M...	Cl...	R...	E...	Cl...	S...	Cantidad base	U...	Tiempo pre...	U...	Clase...	Tiempo de ...	U...	Clase...	Tiempo r	
0010		PE01	ZP03		ARRANQUES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								
0020		PE01	ZP04		106208366 CABLES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								20
0030		PE01	ZP04		(106208378 fabricación variador)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								9,300
0040		PE01	ZP04		(106208365 fabricación premontaje)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								14,300
0050		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0060		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0070		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0080		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0090		PE01	ZP04		(106208365 fabricación calderería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								5,502
0100		PE01	ZP04		(106208367 fabricación banco)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN				1		H		5,700
0110		PE01	ZP03		EMBALAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								6,450
0120		PE01				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1,000	UN								