

MEMORIA DEL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Sistema de Gestión Industrial

Autora: Evelyn Romanos Sánchez
Director: Miguel Soriano Ibáñez

Julio 2009

ÍNDICE

1	Introducción	1
1.1	Contexto del proyecto.....	1
1.2	Objetivos del Proyecto.....	1
1.3	Estructura de la Memoria.....	2
2	Entorno	3
2.1	Planta	3
2.1.1	Reactores	3
2.1.2	Plástico	3
2.1.3	Envasado.....	3
2.1.4	Almacén.....	4
2.2	ERP.....	4
2.2.1	SAP R/3.....	4
2.3	SIMATIC BATCH.....	5
2.4	Necesidad de un sistema MES.....	5
3	SIMATIC IT (Plataforma de Desarrollo).....	7
3.1	Production Modeler	8
3.1.1	G2.....	9
3.1.2	Library Configuration Area	9
3.1.3	Working Area	10
3.1.4	Production Map Area	10
3.2	Business Process Modeler	10
3.3	Production Order Manager	11
3.3.1	Gestión de estados.....	12
3.3.2	Campos personalizados	12
3.4	Material Manager	12
3.4.1	Clases de Material	14
3.4.2	Definiciones de Material.....	14
3.4.3	Lotes y Sublotes de Material.....	14
3.4.4	Locations	14
3.4.5	Propiedades	15
3.4.6	Bill of Materials	15
3.4.7	Handling units.....	15
3.5	Personnel Manager	15
3.5.1	Personnel Manager Configurator	16
3.5.2	Personnel Manager Presentation Client.....	16
3.6	Data Integration Service	17
3.6.1	Conectores	18
3.7	Plant Performance Analyzer	19
3.8	Real Time Data Server	20
3.9	Real Time Data Engine	20
3.10	ODS	21
3.11	PM COM Interface.....	22
3.12	COM Interface for SIMATIC BATCH.....	22
3.13	Client Application Builder.....	22
4	Descripción Funcional del Proyecto	23
4.1	Gestión de Órdenes de Producción.....	23
4.1.1	Próxima Producción.....	25
4.1.2	Inicio Producción	25
4.1.3	Notificación de Producción	26
4.1.4	Fin de Turno	27

4.1.5	Fin Producción.....	28
4.2	Gestión de Materiales.....	28
4.2.1	Tipos y clases de materiales.....	28
4.2.2	Creación de lotes.....	28
4.3	Gestión de Personal.....	29
4.3.1	Fichajes personal de producción y mantenimiento.....	29
4.3.2	Fichajes personal de oficinas y logística.....	30
4.4	Nodo de gestión.....	31
4.4.1	Pantalla Maestro Personal.....	32
4.4.2	Pantalla Maestro Máquinas.....	33
4.4.3	Pantalla de Depósitos.....	34
4.4.4	Pantalla de Consulta Órdenes Fabricación.....	35
4.4.5	Pantalla de Consulta Personal.....	35
4.4.6	Pantalla Alta Fichajes.....	36
4.4.7	Pantalla Consulta CIP-PIG.....	37
4.4.8	Pantalla Consulta BoM.....	37
4.4.9	Pantalla Contadores de Plástico.....	38
4.4.10	Pantalla Consulta Batch.....	38
4.4.11	Pantalla de Depósitos Semielaborados B.....	39
5	Implementación.....	41
5.1	Arquitectura.....	41
5.2	Instalación.....	41
5.2.1	Servidor aplicaciones.....	41
5.2.2	Servidor de bases de datos y web.....	43
5.2.3	Nodos de Planta.....	45
5.2.4	Nodos de fichaje.....	45
5.3	Configuración.....	45
5.4	Modelado.....	49
5.5	Modelo de Planta.....	49
5.5.1	Reactores.....	51
5.5.2	Plástico.....	52
5.5.3	Envasado A.....	53
5.5.4	Envasado B.....	55
5.6	Integración con campo.....	56
5.7	Integración con BATCH.....	58
5.8	Proyecto PPA.....	59
5.8.1	Estados de máquina.....	59
5.8.2	Controles de Calidad de Batch.....	60
5.9	Integración con SAP.....	60
5.9.1	Comunicación SAP → MES.....	60
5.9.2	Comunicación MES → SAP.....	61
5.10	Reglas (PM).....	62
5.10.1	Librerías.....	62
5.10.2	Interfaz con SAP.....	63
5.10.3	Gestión de Órdenes.....	69
5.10.4	Gestión de Materiales.....	102
5.10.5	Gestión de Personal.....	103
5.11	Configuración Material Manager.....	107
5.12	Configuración Production Order Manager.....	108
5.13	Funciones (DE).....	109
6	Conclusiones y Líneas Futuras.....	114
6.1	Líneas Futuras.....	114
	BIBLIOGRAFÍA.....	116

ANEXOS.....	117
Anexo A: Conceptos	117
A.1 OPC.....	117
A.2 SAP XI.....	117
A.3 ISA-88.....	118
A.4 ISA-95.....	118
A.5 IPC	118
A.6 COM	118
A.7 GSI	119
A.8 B2MML	119
A.9 XSLT.....	119
Anexo B: Ficheros envío de datos de SAP a MES	119
B.1 Creación Orden de Producción.....	119
B.2 Creación/Modificación de Material	122
B.3 Creación/Modificación BoM	123
B.4 Etiqueta de palé.....	125
B.5 Maestro de personal	126
Anexo C: Ficheros envío de datos de MES a SAP	129
C.1 Notificación de Próxima	129
C.2 Notificación de Producción	129
C.3 Notificación de Producción y Tiempo.....	130
C.4 Notificación Cierre OF	131
C.5 Notificación de fichajes	132

1 Introducción

1.1 Contexto del proyecto

La automatización es un punto clave para las empresas de fabricación desde hace muchos años. De modo que hemos llegado a un momento en el que “todo el mundo” conoce las opciones que tiene a nivel de control para automatizar sus procesos. Tanto es así, que ya nadie concibe una fábrica sin máquinas, PLCs, etc.

Por otra parte tenemos los sistemas de gestión que aparecieron posteriormente, pero que se han posicionado rápidamente en el mercado ya que manejan una gran cantidad de datos (producción, logística, contabilidad...) e integran todos los departamentos funcionales involucrados en la operación o producción en un solo sistema. Así, las empresas que no han optado por esta opción se han quedado o se están quedando atrás.

Pero los grandes desafíos a los que se enfrentan las compañías hoy en día debido a la globalización, la competencia y las cada vez más rigurosas normativas hacen que esto ya no sea suficiente.

Es por eso que hace unos diez años empezaron a aparecer los sistemas MES que se sitúan entre el nivel de control y el de gestión para proporcionar máxima visibilidad a todos los niveles de la empresa y así conseguir aumentar la competitividad, reducir el tiempo de comercialización de los productos, flexibilizar los procesos de producción, optimizar los recursos, etc., garantizando al mismo tiempo una calidad y eficiencia óptima de producción.

1.2 Objetivos del Proyecto

El objeto de este proyecto es realizar la gestión del proceso de producción de la planta que nos atañe, eliminando así los papeles en la planta de producción, mediante un sistema MES, que conecta el nivel de control y el de negocio.

El proyecto se plantea en dos fases.

En la primera, que es la que se va a presentar en esta memoria, se pretende realizar la gestión de órdenes, materiales y personal, que no sólo implican la eliminación de los papeles en planta, sino también una mejor gestión, y por tanto disponibilidad, de los recursos.

En lo referente a la gestión de órdenes, se contempla su descarga desde SAP a MES cuando se liberan en el sistema de gestión; las notificaciones de producción y tiempo de MES al sistema de gestión tanto de modo automático como de modo manual (mediante una interfaz de usuario); y el consecuente envío de etiquetas de palé de SAP a MES (y de MES a las impresoras de la planta) cuando el primero recibe una notificación de producción.

En cuanto a la gestión de materiales, el objetivo es mantener los tres sistemas de que dispone la fábrica, y que se verán en próximos apartados, alineados, de modo que los materiales se descargarán del ERP a MES y de éste a Batch, en el que además habrá que crear las recetas.

Finalmente, en la gestión de personal se contempla la descarga del maestro desde SAP y la gestión de fichajes en MES con su posterior notificación.

En la segunda fase en cambio se plantea la trazabilidad y genealogía de todos los materiales (por cuestión de normativas), y los rendimientos y estados de las máquinas

que proporcionarán una aún mayor visibilidad de lo que pasa en la planta y por lo tanto facilitará la toma de decisiones ante situaciones imprevistas.

1.3 Estructura de la Memoria

El proyecto se ha dividido en dos partes. Una primera en la que se hace una introducción de la planta y del sistema MES que se ha usado para ponernos en situación, y una segunda en la que se explican las funcionalidades del sistema implementado y el desarrollo del proyecto.

La primera parte comprende los temas 2 y 3 de la memoria:

- Tema 2: En este tema se hará una introducción a todos los elementos que intervienen en el proyecto. Se hará una introducción a los elementos de la planta (las máquinas), a otros sistemas con los que nos integraremos (Batch) y por último se planteará la necesidad de un sistema MES.
- Tema 3: En este tema se introducirá el sistema MES usado, explicando su arquitectura y presentando brevemente los componentes que lo forman.

La segunda parte está formada por los temas 4 y 5 de la memoria:

- Tema 4: En este tema se explican detalladamente las funcionalidades planteadas en esta primera fase del proyecto que son, como se ha dicho, la gestión de órdenes, materiales y personal, presentando a su vez las interfases de usuario proporcionadas al cliente.
- Tema 5: Este tema es el más extenso de la memoria y en él se explica la implementación del proyecto, desde la instalación del software, pasando por el modelado de la planta y realización de reglas, hasta la integración tanto con el campo, como con el sistema Batch y el de gestión (SAP).

Finalmente se encuentra el Tema 6 en el que se exponen algunas conclusiones sobre la realización y resultado de la aplicación. Además se comentan las posibles ampliaciones que están previstas en la segunda fase, y otras que se podrían hacer.

2 Entorno

En este capítulo se pretende dar una visión general de la instalación en la que se ha realizado el proyecto. En primer lugar se realizará una descripción de la planta, a continuación se verá el ERP con el que trabajan y el sistema batch que se ha instalado, y finalmente se explicará el por qué de la necesidad de un sistema MES.

2.1 Planta

En la planta de producción que tratamos nos encontramos dos empresas de un mismo grupo, que llamaremos A y B, por lo que como se verá a continuación algunas áreas están duplicadas.

Podemos dividir la planta en las siguientes instalaciones o áreas:

- Zona de reactores.
- Zona de plásticos.
- Dos zonas de envasado.
- Almacén.

En próximos apartados se explicarán con mayor detalle, pero por el momento vamos a ver el funcionamiento general de éstas empezando por los reactores que fabrican los productos a envasar, siguiendo por la zona de plásticos que crea los envases, las zonas de envasado y por último el almacén.

2.1.1 Reactores

Esta zona alberga todos los reactores necesarios para fabricar los distintos productos a envasar para las dos empresas (llamados batches).

La empresa A dispone de ocho reactores mientras que la B tiene trece.

La automatización de procesos se lleva a cabo mediante el sistema SIMATIC Batch del que se hablará más adelante.

La producción de éstos que ha de pasar una serie de controles de calidad, va a parar a unos contenedores o depósitos.

2.1.2 Plástico

El área de plástico incluye todas las máquinas que producen los envases y los tapones para las líneas de envasado de ambas empresas.

Para realizar la producción el área dispone de ocho máquinas inyectoras y siete máquinas sopladoras aunque hay envases y tapones que se producen fuera.

El material producido por las máquinas inyectoras puede ir ubicado en palés o en totes, mientras que el producido por las máquinas sopladoras además puede ubicarse en los nueve silos de botellas de que dispone en cuyo caso será suministrado únicamente a la zona de envasado A.

2.1.3 Envasado

Estas zonas albergan todas las líneas de envasado para los distintos productos que fabrican, once líneas para la empresa A y seis para la B.

Reciben los productos fabricados en los reactores y los envases de plástico y a la salida encontramos palés de productos acabados.

2.1.4 Almacén

Es la zona en la que se almacena la producción realizada y está totalmente automatizado.

2.2 ERP

Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning, o en español, Planificación de Recursos de la Empresa) son sistemas de gestión de la información que manejan e integran los datos y procesos de toda la organización.

Los sistemas ERP son sistemas integrales, modulares y adaptables, con una sola base de datos centralizada cuyos objetivos son:

La optimización de los procesos empresariales.

El acceso a toda la información de forma confiable, precisa y oportuna.

Para ello, como se ha comentado usa una estructura modular, donde estos módulos cubren las distintas funcionalidades definidas en el Nivel 4 de la ISA-95 como por ejemplo, producción, contabilidad, ventas, compras, logística, gestión de recursos humanos, etc.

Pero el propósito fundamental de un ERP es otorgar apoyo a los clientes de negocio, tiempos rápidos de respuesta a sus problemas, así como un eficiente manejo de información que permita la toma oportuna de decisiones y disminución de los costes totales de operación.

Los ERP han sido y están siendo implantados en muchas empresas modernas, y es por ello, que son muchas las empresas que desarrollan este tipo de software, pero una de las más importantes y que vamos a ver a continuación debido a que es la que hay implantada en la empresa que nos ocupa es SAP.

2.2.1 SAP R/3

SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte – Sistemas, Aplicaciones y Productos) es una empresa alemana que trabaja en el sector de software de planificación de recursos empresariales.

Uno de los productos de la compañía es el SAP ERP, y la versión de éste que se está usando en la empresa de interés es el SAP R/3, donde la R viene de procesamiento en tiempo real y el 3 de las tres capas de arquitectura de proceso (bases de datos, servidor de aplicaciones y cliente).

SAP R/3 es altamente modular, usa el principio cliente/servidor y gestiona todos los procesos mediante módulos como:

- Finanzas
- Ventas y Distribución
- Almacenes e Inventarios
- Producción
- Recursos Humanos

2.3 SIMATIC BATCH

SIMATIC BATCH es el sistema que, a través de las recetas que describen todos los pasos de producción y las unidades involucradas, se encarga del control de los procesos de los reactores de la planta.

Funciona, como se ha dicho, con recetas que permiten el procesamiento fácil y flexible de tareas complejas con secuencias de control cambiantes.

Para su generación y/o modificación, el sistema dispone de un editor de recetas. Proporciona también un generador de informes, y además permite la visualización de procesos y funciones a través de gráficas de mando estándares.

La definición de la estructura de la planta en SIMATIC BATCH se modela según el estándar ISA-88.

2.4 Necesidad de un sistema MES

Los sistemas de Gestión y Control de la Producción (MES – Manufacturing Execution System) son soluciones IT que se encargan de conectar los sistemas de negocio (ERP) y los de control/automatización, integrando los procesos de producción, coordinando máquinas/equipos, aplicaciones y personal en base a objetivos de fabricación.

Hoy en día estas aplicaciones son esenciales para el control de la producción en tiempo real, la recolección de datos y la realización de informes, todos ellos necesarios para la mejora de la calidad y rendimiento de producción.

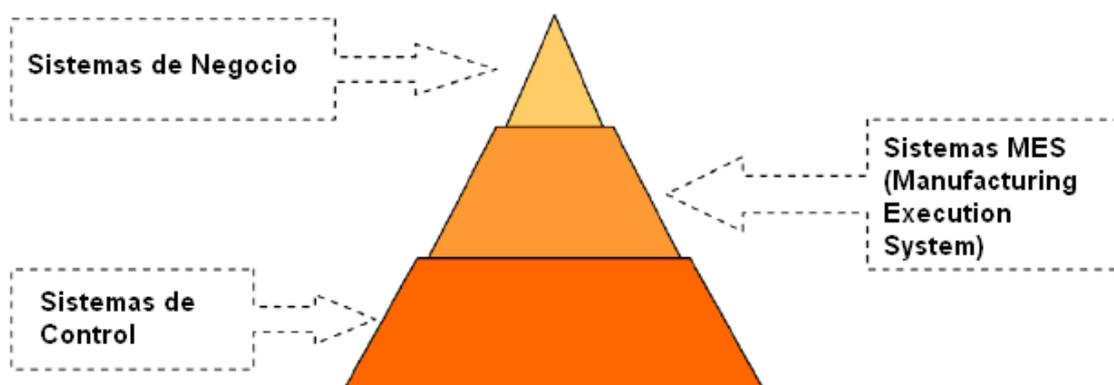


Ilustración 2-1: Pirámide TIA

Las funcionalidades que ha de cubrir un sistema MES se encuentran definidas en el Nivel 3 de la ISA-95 (el estándar industrial internacional) y se dirigen a las cuestiones que se muestran en la siguiente imagen.

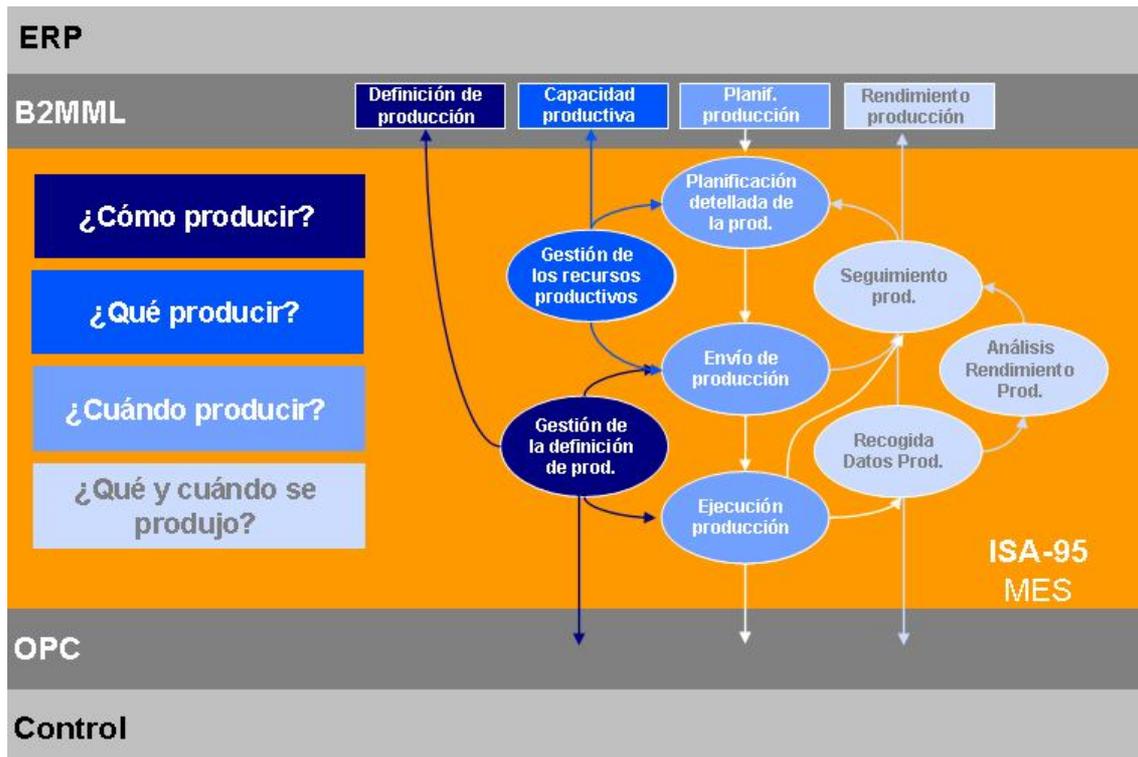


Ilustración 2-2: Funcionalidades de un sistema MES

En esta planta, el sistema MES se encarga de conectar SAP no sólo con la planta sino también con el sistema Batch, realizando las siguientes funciones:

- Gestión de Órdenes de Producción
- Etiquetaje de palé
- Gestión de Personal
- Gestión de Materiales

3 SIMATIC IT (Plataforma de Desarrollo)

SIMATIC IT es el producto que ofrece Siemens para cubrir las funcionalidades de un sistema MES.

Su arquitectura está basada en un Framework, y un conjunto de Componentes modulares, y ha sido desarrollada de acuerdo al estándar ISA-95.

Cada componente proporciona funcionalidades genéricas que cubren una o más funcionalidades definidas en el estándar.

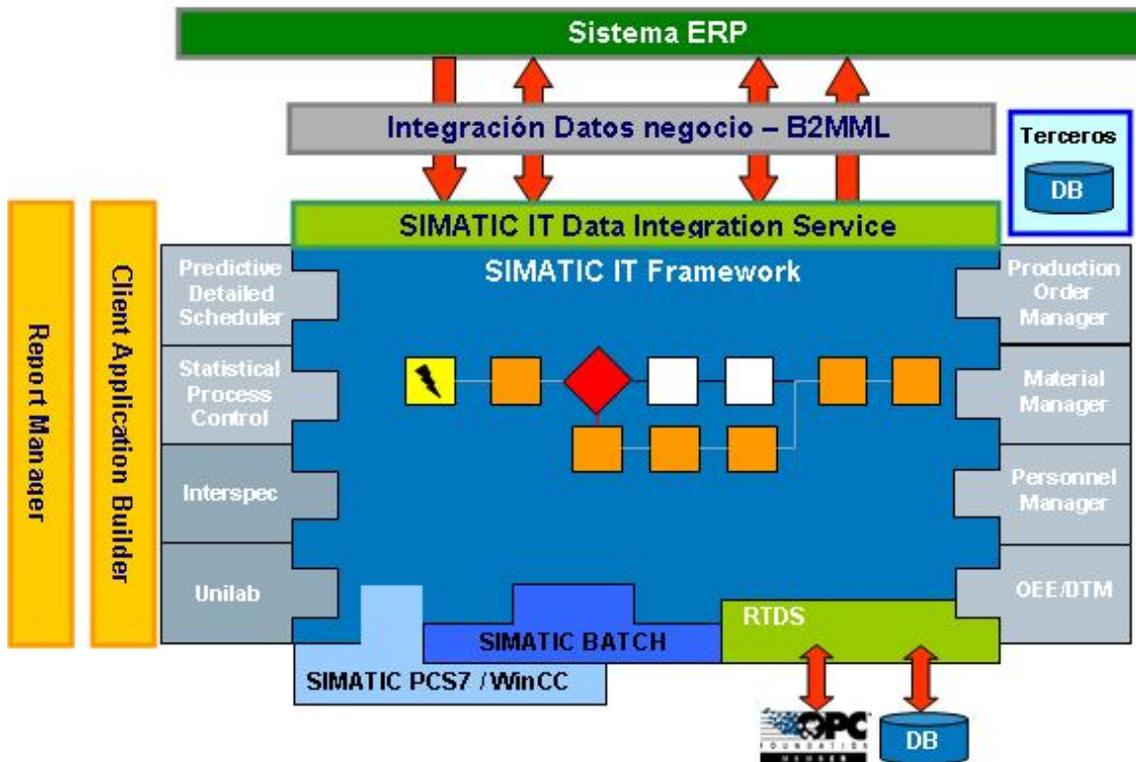


Ilustración 3-1: Arquitectura SIMATIC IT

En este capítulo, vamos a hacer una introducción a algunos de estos componentes, que han sido usados en el proyecto que nos atañe.

A todos estos componentes, se accede desde la *Management Console*.

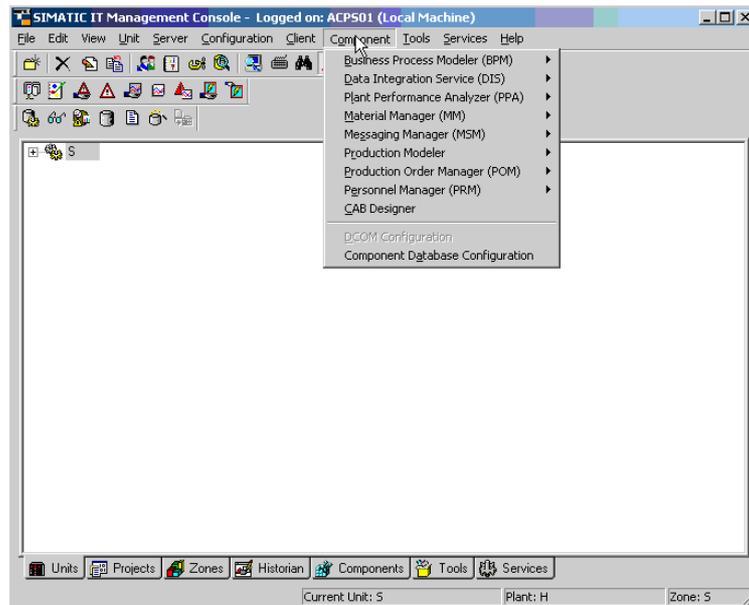


Ilustración 3-2: Management Console

3.1 Production Modeler

El Production Modeler (PM) es un producto modular (cada módulo es un kb o Knowledge Base) diseñado en una herramienta basada en reglas (programación G2). Éste es el corazón del producto y nos permite diseñar la planta y programar su funcionamiento mediante la creación de reglas.

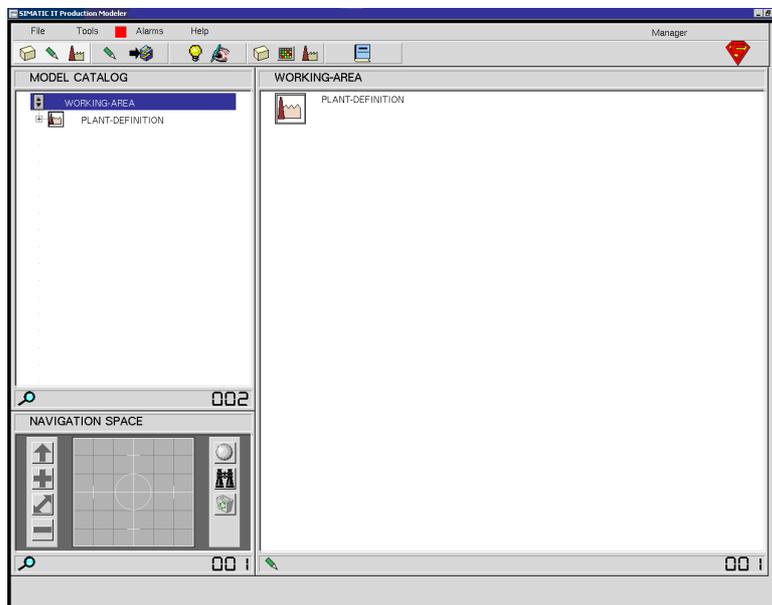


Ilustración 3-3: Production Modeler

Su integración con el resto de los componentes se realiza mediante una Interfaz GSI, y de los métodos predefinidos que nos proporcionan. Existen también unas librerías llamadas CIL (Cross Industry Libraries) que nos proporcionan ya las reglas necesarias para cubrir ciertas funcionalidades.

Un proyecto PM puede crearse y gestionarse desde distintos entornos:

- *Task Link Management*: para definir las comunicaciones.
- *Library Configuration Area*: es de donde se parte al iniciar un proyecto. Contiene las funcionalidades pre-definidas, y es en el área en la que se realiza el análisis.
- *Working Area*: contiene la definición actual de la planta.
- *Production Map Area*: donde se puede ver la ejecución de las reglas en tiempo real.
- *Configuration Rules Area*: para la creación de funcionalidades particulares que tienen como trigger ciertos eventos específicos del sistema.

3.1.1 G2

G2 de Gensym es una plataforma de desarrollo basada en reglas para soluciones de procesos críticos que automatizan las decisiones en tiempo real.

La plataforma G2 combina tecnologías en tiempo real, incluyendo reglas, workflows, procedimientos, modelado de objetos, simulación y gráficos en un único entorno de desarrollo e implantación.

3.1.2 Library Configuration Area

Es el punto inicial de cualquier proyecto. Aquí se encuentran todas las funcionalidades preconfiguradas y las otras librerías desarrolladas específicamente para el proyecto. Además, es donde se define el modelo de planta.

Estas librerías siguen una jerarquía en la definición de la planta según la estructura S95:

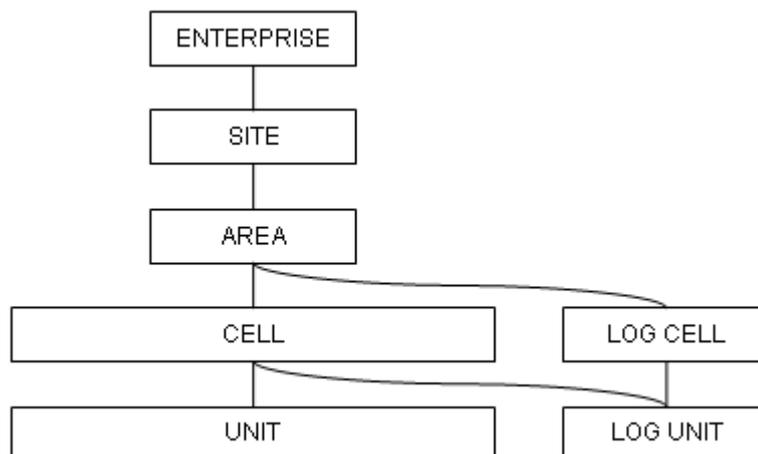


Ilustración 3-4: Jerarquía definición de planta según ISA-95

Estas clases/objetos creados pueden tener definidos unos Atributos (que a su vez pueden estar enlazados a valores de la RTDS).

Reglas

Dentro del área de Librería del PM encontramos distintas librerías (que agrupan reglas según funcionalidad). Dentro de éstas encontramos dos tipos:

- Las llamadas CIL (Cross Industry Libraries), que no son más que un conjunto de reglas gráficas, pantallas web e informes configurados usando las herramientas de SIMATIC IT y que proporcionan una solución preconfigurada a un problema MES particular.
- Las específicas, realizadas para cubrir las necesidades del cliente.

Las reglas suelen modificarse aquí (ya que no afecta a la ejecución mientras no se sincronice).

Métodos y Eventos

Los eventos se definen como triggers para lanzar alguna regla. Mientras que los métodos especifican acciones que se pueden realizar (desde las reglas).

3.1.3 Working Area

Los objetos definidos en el Área de Librería han de ser instanciados desde aquí para definir la planta real. Creando así el modelo de planta.

Al instanciar la librería, la site o el área, se crea una instancia de todos los objetos que contiene, como por ejemplo las reglas.

Cualquier cambio que realicemos aquí será reconocido inmediatamente.

3.1.4 Production Map Area

Aquí se ejecutan los workflows diseñados para la planta. Así, podemos observar la ejecución en tiempo real de las reglas, con un código de colores que indica:

- Amarillo: ejecutándose.
- Verde: ejecutado correctamente.
- Rojo: fallo/error.
- Marrón: fallo, no se ha encontrado el objeto.

3.2 Business Process Modeler

El Business Process Modeler (BPM) es el componente que proporciona la Production Suite para actuar de interfaz entre el Production Modeler y el Servidor de base de datos SQL. Es decir, éste crea una imagen de la planta (definida desde el Production Modeler) en la base de datos con todos los atributos definidos.

Y es a ésta imagen a la que acceden el resto de los componentes.

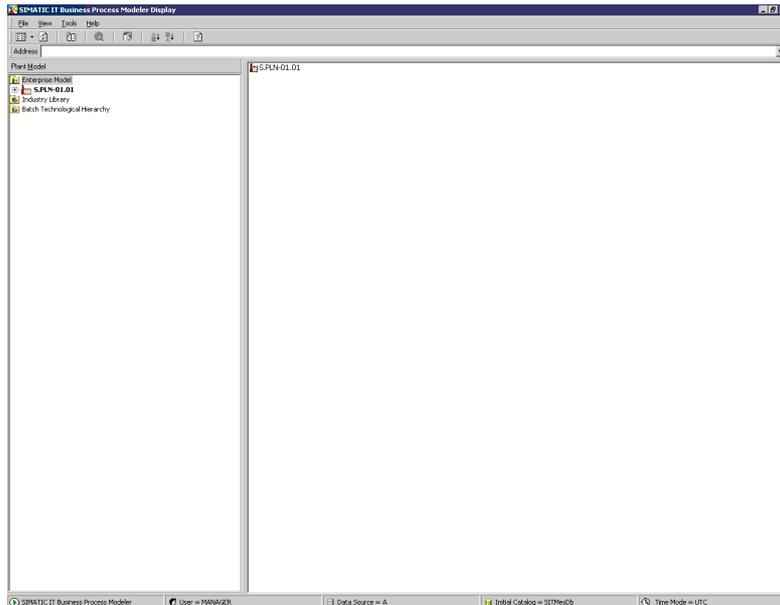


Ilustración 3-5: Cliente Business Process Modeler

3.3 Production Order Manager

El Production Order Manager (POM) es el componente que se encarga de la gestión de órdenes de producción.

Tiene una arquitectura cliente-servidor (protocolo de comunicación IPC), y se comunica con otras aplicaciones mediante la Interfaz COM, o en el caso del PM mediante la Interfaz GSI.

Almacena los datos de las órdenes en una base de datos SQL Server.

Desde éste se puede:

- Importar órdenes de producción descargadas de un ERP (mediante el PM).
- Crear manualmente nuevas órdenes de producción.
- Personalizar órdenes de producción mediante la información detallada específica requerida (campos personalizados).
- Despachar órdenes de producción, manual o automáticamente.
- Monitorizar constantemente el progreso de su estado.
- Almacenar datos sobre órdenes de producción ejecutadas.

Desde el POM Display (POMD), el usuario puede planificar la producción usando una estructura jerárquica compuesta de Campaña, Orden, Entry:

- Campaña: define la producción de la planta en un intervalo de tiempo.
- Orden: componen la producción de la planta.
- Entry: define una determinada fase de la orden.

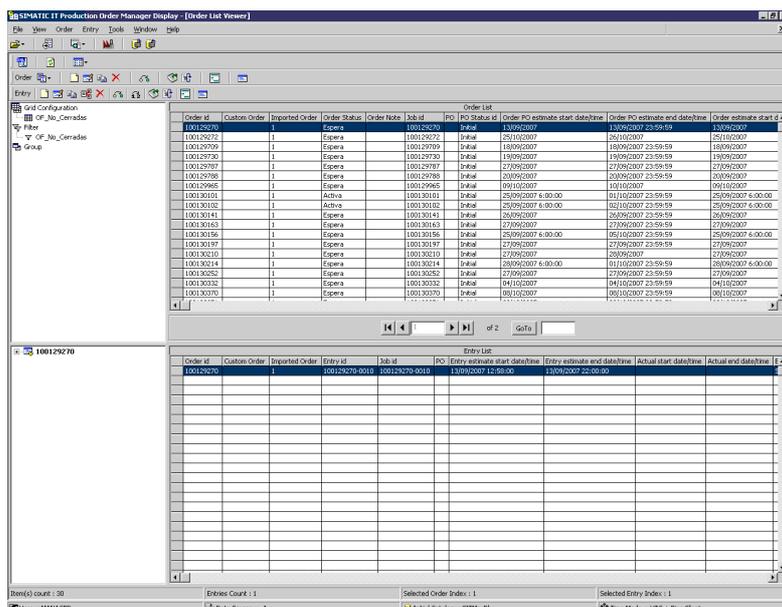


Ilustración 3-6: Production Order Manager Display

3.3.1 Gestión de estados

La gestión de estados está basada en tres conceptos: estado (y subestado), atributos de estado y grupo de transiciones.

Tanto las Campañas, como las órdenes o las entries, son caracterizadas mediante su estado, que permite seguir el progreso de la producción. Los atributos de estado, definen qué le puede pasar a una Campaña, Orden o Entry cuando se encuentra en un estado determinado. Y los grupos de transición, determinan los posibles cambios de estado.

Existe un grupo de estados, atributos de estados y grupo de transiciones creados por defecto, pero pueden crearse otros desde el POMD.

3.3.2 Campos personalizados

Además de los campos estándares, se puede asociar información adicional a las órdenes y a las entries, definiendo campos personalizados que después se asociarán a las órdenes o entries.

3.4 Material Manager

El Material Manager (MM) es el componente que se encarga de la gestión de materiales y lotes.

Tiene una arquitectura cliente-servidor (protocolo de comunicación IPC), y se comunica con otras aplicaciones mediante la Interfaz COM, o en el caso del PM mediante la Interfaz GSI, al igual que el POM.

Almacena los datos de los materiales (tipos, localizaciones, números de lote, descripciones, etc.) en una base de datos SQL Server.

Desde éste se puede:

- Personalizar el Master Data de Materiales.

- Definir Clases y Definiciones de Materiales.
- Definir propiedades.
- Realizar un Seguimiento y Trazabilidad de materiales.
- Obtener la Genealogía Forward y Backward.
- Importar materiales del ERP (SAP).
- Gestionar las Handling Units (HUTs).
- Definir BoMs (Bill of Materials).
- Definir Locations.
- Definir HUTs.
- Definir UoMs (Unidades de Medida).

Todas estas operaciones pueden llevarse a cabo bien desde el Production Modeler, bien a través del Material Manager Display.

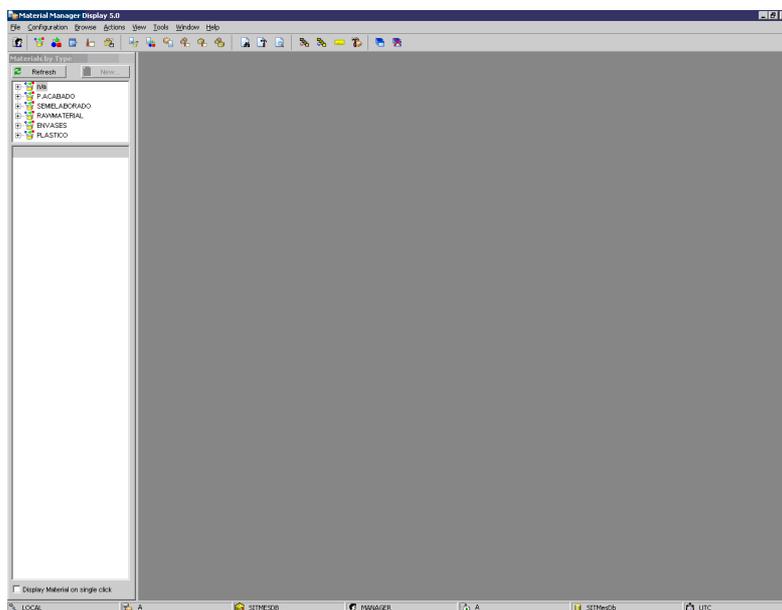


Ilustración 3-7: Material Manager Display

Los materiales, tal y como define la ISA-95 son definidos según la siguiente jerarquía:

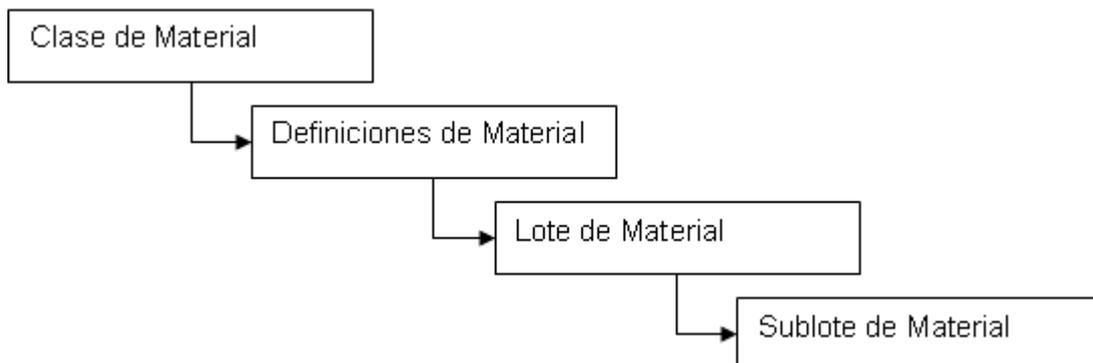


Ilustración 3-8: Jerarquía definición de materiales según ISA-95

3.4.1 Clases de Material

El Material Manager contempla dos tipos de Clases de Materiales. El primero son las Plantillas que se usan para definir propiedades genéricas de un material del cual derivan diversas Definiciones de material, heredando sus propiedades. El segundo son las Clases de Material No-Plantilla que permiten agrupar materiales con características similares para tenerlos clasificados.

3.4.2 Definiciones de Material

Las Definiciones de Material son subconjuntos de las Clases en las que se definen las propiedades específicas del Material.

Los materiales son versionados, y cada versión tiene su propio ciclo de vida basado en una serie de estados personalizables. Por defecto los estados existentes en el MM son:

- N/A
- Edit
- Test
- Ready
- Approved
- Changed
- Obsolete

Además, de las definiciones en estado Approved, se puede determinar cuál es la Actual, poniéndola en este caso como *Current*.

3.4.3 Lotes y Sublotes de Material

Un Lote de Material es una cierta cantidad de un material específico con un identificador único, que puede ser asignado a una *location*. Éste proporciona información como: cantidad actual, estado, valor de las propiedades.

Un Sublote es un subconjunto de un Lote con un identificador único, definido completamente con la cantidad y la *location*.

Las operaciones que se pueden llevar a cabo con los lotes y sublotes son:

- Consumo
- Suministro
- División
- Unión
- Transformación
- Asignación
- Movimiento

También los lotes y los sublotes tienen su propio ciclo de vida, con sus estados.

3.4.4 Locations

Los lotes y los sublotes pueden asociarse a las *locations*. Éstas pueden ser Comunes, que son las que están presentes en la planta actual definida en el Production Modeler,

y que se importan del BPM, o Privadas, es decir, que son creadas en el MM y no están presentes en la planta.

3.4.5 Propiedades

Las propiedades son creadas desde la *Property Management*, definiendo su ID, nombre, tipo de datos, tipo de valor y unidad de medida.

Una vez éstas son definidas, pueden asociarse a Clases o Materiales en estado EDIT. Y por tanto, asociadas a cualquier nuevo material o lote (respectivamente) que se cree a partir de ese momento (en el caso de las clases Plantilla).

3.4.6 Bill of Materials

Las Bill of Materials (BoM), asociadas a los Materiales, son “recetas” que especifican cómo producir una cierta cantidad de un producto a partir de distintas cantidades de productos primos o intermedios.

Los elementos de la BoM son los “ingredientes” que se definen mediante la versión y la cantidad de material, con lo que todos han de ser materiales existentes en el MM.

3.4.7 Handling units

Son contenedores para lotes y sublotes. Se definen mediante la *location* y el tipo, que por defecto puede ser:

- Bin
- Box
- Grid Box
- Pallet

3.5 Personnel Manager

El Personnel Manager (PRM) es el componente que se encarga de la gestión de los datos de personal y de los turnos.

Almacena datos de personas, grupos, propiedades, etc. en una base de datos SQL Server.

Tiene una arquitectura cliente-servidor (protocolo de comunicación IPC). Y de nuevo se comunica con otras aplicaciones mediante una interfaz COM, o en el caso del PM, con una interfaz GSI.

Desde éste se puede:

- Personalizar los datos maestros del personal.
- Definir Personas y Grupos.
- Registrar las actividades del Personal.

El Personnel Manager proporciona dos visores el PRM Configurator y el PRM Presentation Client, que se explican a continuación.

3.5.1 Personnel Manager Configurator

Desde esta pantalla se pueden agregar operarios, grupos, modificar sus características, etc.

Podemos buscar a un operario por nombre, apellidos o ID, ver sus propiedades, y modificarlas.

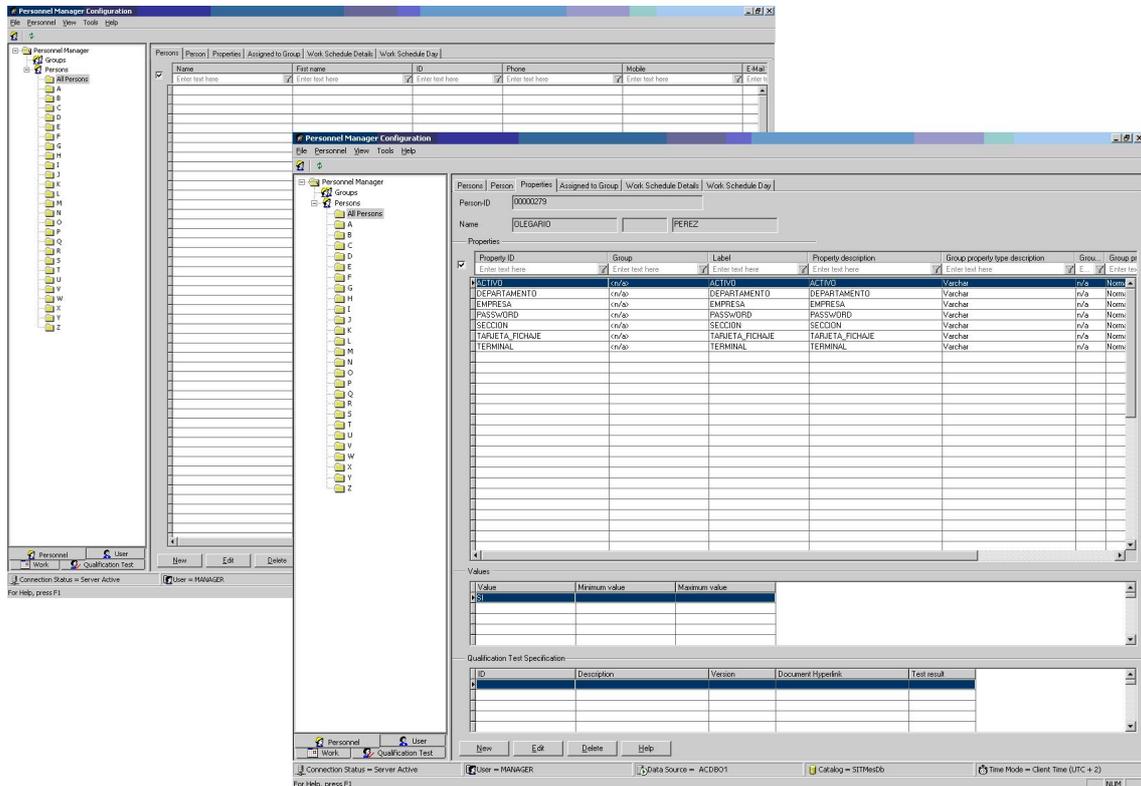


Ilustración 3-9: Personnel Manager Configurator

3.5.2 Personnel Manager Presentation Client

Desde aquí podremos ver los fichajes de los operarios. Para ello podremos filtrar por nombre, apellidos, ID... Y después por fecha.

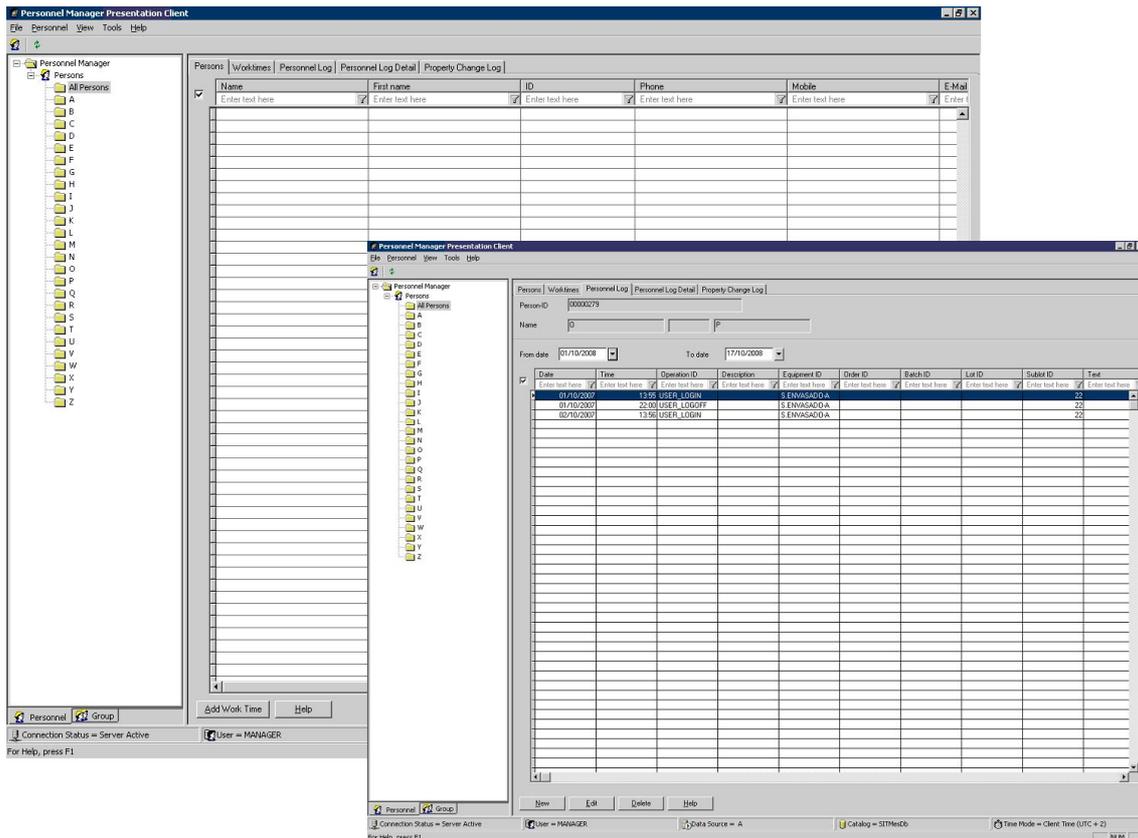


Ilustración 3-10: Personnel Manager Client

3.6 Data Integration Service

El Data Integration Service es la herramienta que proporciona la SIMATIC IT Production Suite para permitir el intercambio de mensajes/información entre aplicaciones de distintos tipos, actuando como una capa de transporte genérica. Entre otras, permite gestionar la comunicación entre la capa MES y el sistema ERP (SAP) mediante el protocolo industrial estándar B2MML.

El DIS consiste en:

- Data Integration Service Server: módulo que incluye las funcionalidades de gestión, manipulación y coordinación de mensajes.
- Data Integration Service Management Console: Interfaz de Usuario de Ingeniería, usada para la configuración y gestión de proyectos y XSLT.
- Data Integration Service Database: de datos de SQL Server que almacena los mensajes.
- Conectores.

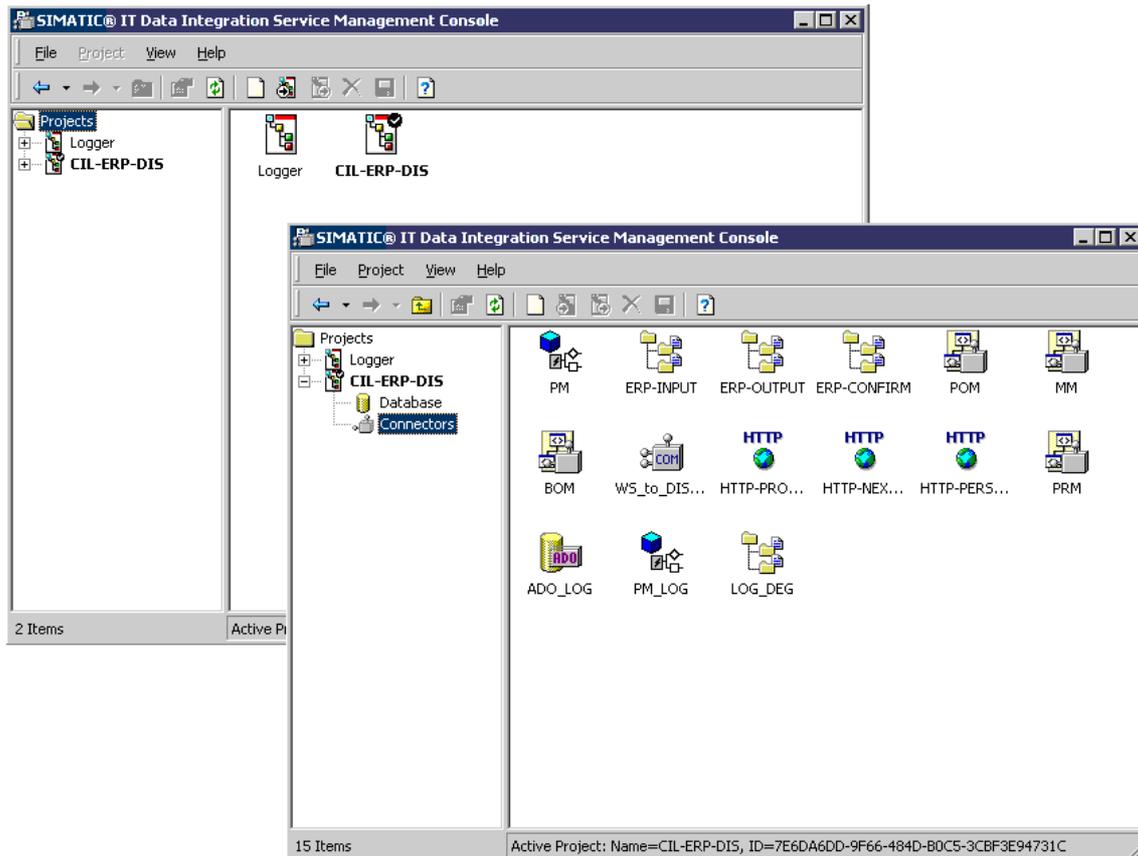


Ilustración 3-11: Data Integration Service Management Console

3.6.1 Conectores

El DIS proporciona una serie de conectores específicos (MM, POM...) y un Conector COM genérico.

Cada conector comunica con el DIS vía IPC (Inter-Process Communication).

Además, el usuario puede añadir conectores al proyecto mediante la DIS Management Console.

Dependiendo del tipo de comunicación existen distintos tipos de conectores (algunos de los cuales se explicarán a continuación, por ser los que se han usado en el proyecto):

- SIMATIC IT Components
 - PM
- SAP
 - IDoc Client
 - IDoc Server
 - tRFC Client
 - tRFC Server
 - sRFC Client
 - sRFC Server
- Transporte
 - File System Client
 - File System Server
 - MQSeries Client
 - MQSeries Server
 - MSMQ Client

- MSMQ Server
- COM
- HTTP Client
- HTTP Server
- B2MML
- Base de Datos
 - ADO

SAP IDoc Cliente/Servidor

Para enviar y recibir mensajes XML a/de SAP mediante el método "send message". La comunicación es asíncrona.

Conectores File System

El *File System Client* sirve para generar un archivo XML a partir de los mensajes recuperados. Puede crear ficheros en un solo directorio.

El *File System Server* sirve para guardar en la base de datos DIS los mensajes XML a partir de un fichero. En este caso, se pueden usar varios directorios.

Conector PM

Este conector es el que permite la conexión entre el PM y el DIS, y ha de ser iniciado desde el Production Modeler.

3.7 Plant Performance Analyzer

El Plant Performance Analyzer (PPA) es el componente que se encarga de la historización de datos.

Para usarlo hay que crear un proyecto PPA en el que se definirá entre otras cosas las bases de datos on-line y off-line (opcional) que queremos tener y su tamaño.

Y es que el funcionamiento es el siguiente: los datos empiezan guardándose en una de las on-line. Cuando ésta se llena (o pasa el tiempo máximo que hemos definido) se pasa a la siguiente y así hasta que las llenamos todas. Entonces lo que hace es pasar la primera de todas a off-line (si es que así lo hemos definido, sino omitiríamos este paso) y sobrescribirla.

Por último hay que crear la configuración del proyecto en el que se definen las señales que queremos almacenar y cómo (se puede hacer periódicamente, al cambiar el valor...).

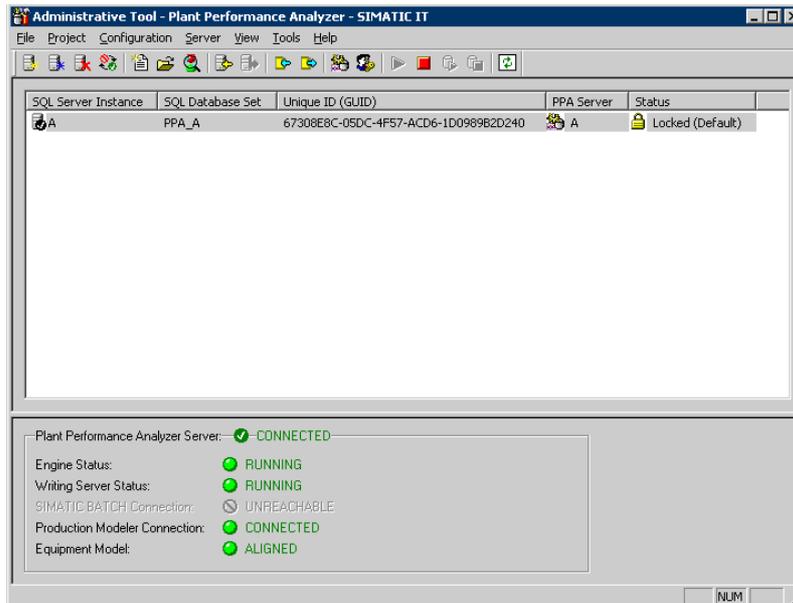


Ilustración 3-12: Administrador Plant Performance Analyzer

3.8 Real Time Data Server

Como su nombre indica, es el Servidor de Datos en Tiempo Real. A través de la RTDS el PM se puede comunicar con el exterior (el campo).

La creación y configuración de las variables se realiza desde el *Database Editor*.

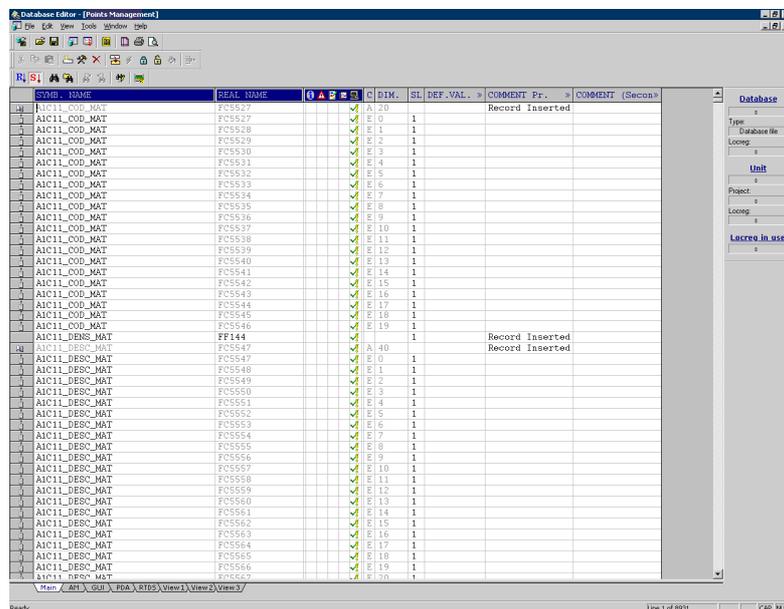


Ilustración 3-13: Editor de Base de Datos

3.9 Real Time Data Engine

El Data Engine (DE) es un componente que nos permite programar funciones que se ejecutarán continuamente (el ciclo se define para cada una de ellas y ha de ir entre medio segundo y una hora) para configurar y procesar variables.

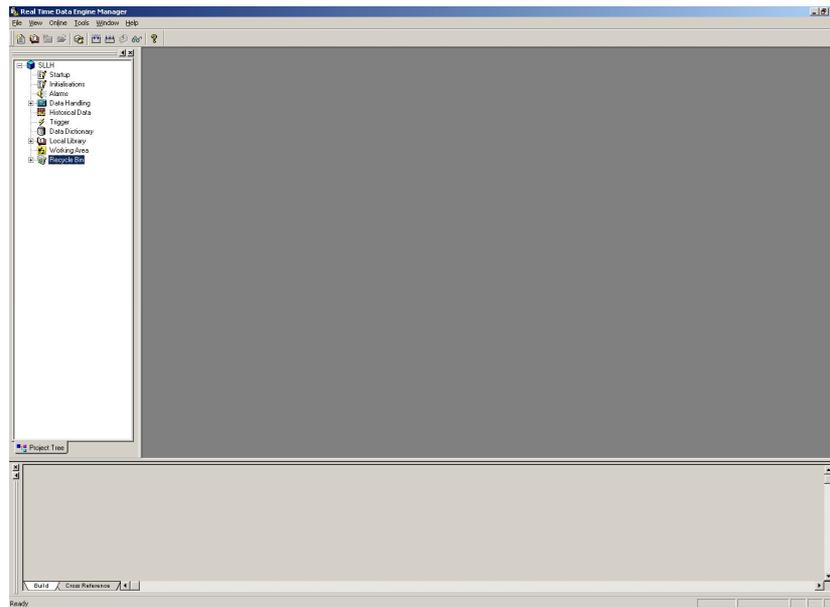


Ilustración 3-14: Real Time Data Engine

3.10 ODS

El ODS (Operation Debugging Support) es la herramienta que permite al programador probar y corregir la aplicación, pudiendo simular las señales. Además desde aquí se pueden visualizar las variables en tiempo real, y ver su configuración (tipo de variable, de dónde se está cogiendo...).

También se pueden visualizar las tareas programadas en el Data Engine.

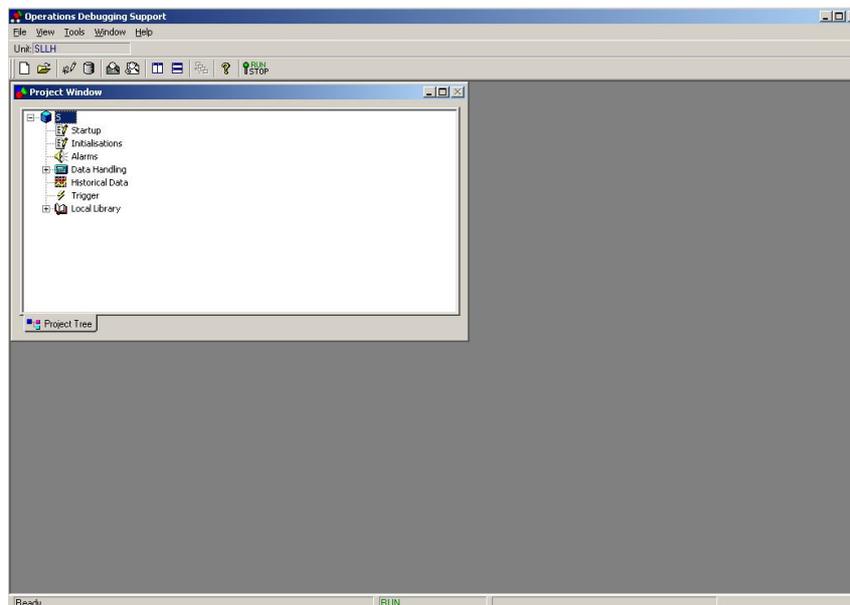


Ilustración 3-15: Operation Debugging Support

3.11 PM COM Interface

Es el componente que habilita la integración de aplicaciones COM con el SIMATIC IT Production Modeler, y a través de éste con toda la Production Suite.

3.12 COM Interface for SIMATIC BATCH

Es un componente que permite la integración de SIMATIC BATCH con SIMATIC IT Production Modeler, y, como consecuencia, con todos los demás componentes.

Para ello, hay que mapear cada PCELL del proyecto Batch con una PM-PCELL (proporcionada por la SIMATIC-BATCH-LIBRARY que proporciona además los métodos y eventos estándar). A través de este link, el PM puede enviar comandos (Métodos) a SIMATIC BATCH y recibir notificaciones (Eventos).

Gracias a este componente desde el Production Modeler el usuario puede entre otras cosas:

- Crear, modificar o eliminar Batches, Órdenes, y Categorías de Órdenes.
- Monitorizar la ejecución, el estado y los parámetros de los Batches.
- Obtener las Recetas y Fórmulas Master.

3.13 Client Application Builder

Es una plataforma de desarrollo basada en MS .NET que permite a los usuarios desarrollar aplicaciones MES usando la tecnología web.

4 Descripción Funcional del Proyecto

En este capítulo se van a explicar los puntos planteados en la implementación del proyecto que son la gestión de órdenes, materiales y personal, y el etiquetaje de palés. Todos ellos con objetivo de eliminar los papeles en la planta de producción.

Como la interacción de los operarios con el sistema se hace mediante los nodos de planta, se irán intercalando pantallas de éstos para facilitar la comprensión.

Finalmente se mostrará el nodo de gestión.

4.1 Gestión de Órdenes de Producción

El sistema MES gestiona las órdenes de producción procedentes de SAP.

El proceso se inicia con la descarga de las órdenes de producción de SAP al sistema MES, que se realiza cada vez que se libera una orden en el primero. Esta comunicación se realiza a través de SAP XI y el DIS, como veremos más adelante.

La información que contiene el fichero es:

- Número de Orden de Producción.
- Código de Material.
- Descripción de Material.
- Cantidad a fabricar.
- Factor de transformación de cajas a unidades.
- Unidades de medida (Kg, G, UN, CAJ o UDS).
- Código DUN14.
- Puesto de Trabajo.

Una vez la orden llega al sistema MES y es creada, no puede ser modificada, excepto en el caso de órdenes de reactores en las que podremos modificar la máquina (reactor) que la va a realizar. Una vez creada, aparece en nuestro sistema con estado *Espera*.

A partir de este momento la orden se visualiza tanto en los nodos de planta como en el de gestión desde los cuales se puede modificar su estado.

Existen cuatro estados posibles:

- **Espera:** es el estado inicial de las órdenes.
- **Próxima:** significa que es la próxima orden en ponerse en producción.
- **Activa:** significa que esta orden es la que se está produciendo.
- **Cerrada:** significa que se ha finalizado la producción de esa orden, con lo que se le notifica a SAP.

Y las posibles transiciones entre estados se muestran en la siguiente figura:

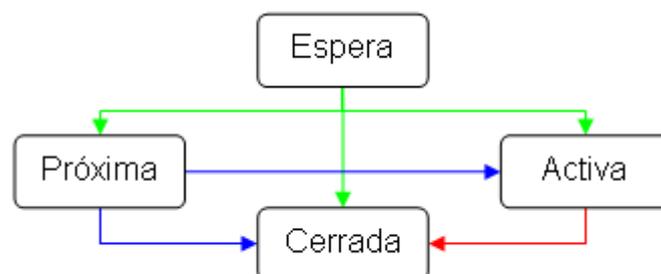


Ilustración 4-1: Transiciones estados POM

4 Descripción Funcional del Proyecto

En cada máquina sólo puede haber una orden de producción en estado *Próxima* y otra en estado *Activa*. Y sólo cuando una orden está *Activa* se pueden realizar notificaciones de producción asociadas a ella.

A continuación se va a mostrar el modo en que los operarios, desde el nodo de planta, y a través de la pantalla *Órdenes de Fabricación*, pueden interactuar con el sistema MES, y qué acciones realiza éste.

En primer lugar tendrán que seleccionar en la pantalla de Nodo Compartido la máquina con la que quieren trabajar, y entonces ya se les abrirá la pantalla Principal de la máquina desde la que podrán realizar las acciones pertinentes.

The image displays two overlapping software windows from a Manufacturing Execution System (MES). The top window, titled 'NODO COMPARTIDO', shows the date '25/04/2007' and the time '12:03:38'. It contains a table with columns 'Cód. Lugar de Trabajo' and 'Lugar de Trabajo'. The bottom window, titled 'MAQ - Envasado A', shows the date '25/04/2007' and the time '11:53:17'. It features a 'Estado Línea:' field, two sections for 'OF Activa' and 'Próxima OF', each with input fields for 'Unidades Fabricadas' or 'Unidades a Fabricar' (with 'UOM' units), 'Código Material', and 'Descripción'. On the right side of the 'MAQ' window are buttons for 'Gestión OF', 'Gestión CIP-PIG', 'Silos', and a printer icon. At the bottom of the 'MAQ' window is a row of icons: a green checkmark, a person icon labeled 'Asociación', a person icon with a red bar, a person icon with a purple bar, a button labeled 'Alta Producción', and a red 'X' icon.

Ilustración 4-2: Pantallas de Nodo Compartido y Principal del Nodo de Planta



Ilustración 4-3: Pantalla de Gestión OF del Nodo de Planta

4.1.1 Próxima Producción

Para pasar una orden a este estado, el operario debe seleccionarla en la pantalla *Órdenes de Fabricación* y pulsar *Próxima Producción*.

La web entonces, llama una regla que en primer lugar comprueba que haya algún operario asociado a esa máquina. Si no fuese así, se daría directamente un error.

A continuación mira que la orden esté en estado *Espera* y que no existe otra en estado *Próxima* en la misma máquina. Si se dan estas condiciones, entonces cambia el estado y se lo notifica a SAP para que éste pueda empezar a bajar los materiales necesarios para producirla. En cualquier otro caso devolvería un error.

4.1.2 Inicio Producción

Al igual que en el caso anterior, el usuario ha de seleccionar la orden y en este caso pulsar *Inicio Producción*.

La regla lanzada comprueba que haya algún operario asociado a esa máquina, y que la orden esté en estado *Espera* o *Próxima*.

Si la orden está en *Espera*, primero se pasa a *Próxima* internamente, para realizar la notificación a SAP y después a *Activa*. Por ello, no puede haber ninguna orden en estado *Próxima* en la máquina.

Si por el contrario está en estado *Próxima* ésta pasa directamente a *Activa*.

En ambos casos, si ya existe una orden *Activa*, en primer lugar se cierra automáticamente (realizando la notificación correspondiente).

Mientras una orden de fabricación está *Activa* todas las notificaciones de producción que se realizan de esa máquina son asociadas a ella.

Etiqueta de caja

Al realizar el cambio de orden de producción, se transmiten los datos de la etiqueta de caja a la etiquetadora de la encajadora (vía Ethernet), que los conserva hasta que se le envía una nueva.

Los datos de la etiqueta de caja son:

- Código DUN14.
- Lote, con el formato: **XXXTY**
- XXX – día juliano
- T – número de turno (1, 2 ó 3)
- Y – último dígito del año
- Código de material.
- Descripción de material.

Una vez el sistema MES ha transmitido estos valores a la etiquetadora de la encajadora, se puede iniciar el etiquetaje de cajas.

4.1.3 Notificación de Producción

El sistema MES notifica a SAP toda la producción de plástico, de los reactores y de las líneas de envasado.

Estas notificaciones de producción se realizan de modo manual (desde los nodos de planta o gestión) o automático (a través de la señal de fin de palé procedente del paletizador) dependiendo de las líneas.

25/04/2007 ALTA PRODUCCIÓN 12:03:10

MAQ - Envasado A

Orden Fabricación:

Código Material:

Descripción Material:

Cantidad: 0 unidades

Tiempo: 0 min.

7	8	9
4	5	6
1	2	3
0	Borrado	

Aceptar

X

Ilustración 4-4: Pantalla de Notificación del Nodo de Planta

En ambos casos, el sistema MES notifica la producción a SAP y espera de éste una etiqueta de palé. Una vez la recibe, la envía a la impresora correspondiente (definida para cada línea) y en el caso de las máquinas automáticas además avisa al PLC para que éste haga avanzar el palé hasta el aplicador. Además, actualiza la cantidad producida de la OF en el POM.

Para calcular las unidades a notificar, las órdenes traen un factor de conversión entre cajas y unidades, pero en el de las inyectoras, se ha habilitado otra pantalla en la que el operario ha de definir el número de cavidades:

Ilustración 4-5: Pantalla de Configuración de Cavidades del Nodo de planta

En el caso de las máquinas de plástico las notificaciones de producción (y tiempo) se realizan en el fin de turno y producción (a través de los contadores de botellas). Y en el de los reactores se realiza únicamente al finalizar el batch.

Etiqueta de palé

Cuando el sistema MES ha notificado el Alta de Producción de un palé, SAP devuelve al sistema MES la información a imprimir en la etiqueta, con los siguientes datos:

- Código de palé.
- Centro.
- Número de OP.
- Código Material.
- Descripción Material.
- Cantidad.
- Unidades (Kg o CAJ).
- Área de Producción.
- Fecha y hora.

4.1.4 Fin de Turno

Se han definido tres turnos de ocho horas que empiezan a las 6, 14 y 22 horas. Al empezar un nuevo turno se realiza un fin de turno en el que se notifica a SAP el tiempo de producción de las líneas (que puede haber sido introducido de modo manual a través de los nodos de planta o gestión, o automático en el caso de las máquinas

que nos indican su estado a través de un bit). Además este tiempo se actualiza en el POM.

En el caso de las máquinas de plástico además del tiempo también se notifica la producción calculada a partir de los contadores de botellas.

Y en el de los reactores no hay ningún tipo de notificación.

4.1.5 Fin Producción

Las órdenes de producción pueden finalizarse (pasar a estado Cerrada) desde los nodos de planta o de gestión, ya sea al realizar un fin de producción o un inicio (como se ha explicado en el apartado anterior).

Sin embargo en el caso de las órdenes de Batch, se cierran mediante la activación de un bit.

Al realizarlo, el sistema MES notifica a SAP la producción (en las máquinas de plástico y reactores) y los tiempos de la orden. Además, comprueba si existe alguna orden en estado *Próxima* y si es así, la pasa a *Activa* automáticamente.

Una vez una orden ha sido finalizada, desaparece de los nodos de planta.

4.2 Gestión de Materiales

El maestro de materiales y las BoMs se descargaron durante la puesta en marcha desde SAP a través de XI y se mantienen actualizados, descargando diariamente, a las doce y media de la noche, al Material Manager los nuevos materiales y BoMs o las modificaciones de los existentes.

Este maestro a su vez es descargado a Batch a las cuatro de la madrugada, de modo que los tres sistemas se mantienen alineados. Esta alineación es muy importante, ya que ni en el sistema MES ni en Batch se pueden crear órdenes con un material no existente. En el caso de Batch, además, ha de existir la receta que se define en el mismo sistema.

4.2.1 Tipos y clases de materiales

En el sistema MES existen cinco tipos de materiales con sus clases:

- Producto acabado
- Envases
- Semielaborado
- Materia Prima
- Plástico

4.2.2 Creación de lotes

De cara a la segunda fase del proyecto en la que se realizará la genealogía y trazabilidad de los materiales, ya se están creando lotes (de botellas) para las máquinas sopladoras y la S-16 al iniciar las órdenes.

Estos lotes se crean del material que viene especificado en la OF, y con identificador igual al de la orden. Además se asocian a la máquina en la que se va a realizar.

4.3 Gestión de Personal

El maestro de personal es descargado cada día de SAP al Personnel Manager a la una y media de la madrugada a través de XI, para que el sistema MES gestione los fichajes, y media hora después de finalizar los turnos (6:30, 14:30, 22:30) el sistema MES sube a SAP los fichajes de personal realizados.

Dependiendo de su puesto, los trabajadores fichan en un sitio u otro. El personal de fábrica, ficha en los nodos de planta de las distintas líneas, y puede realizar fichajes de salida de cambio de puesto sin que éstos sean comunicados a SAP. En cambio el personal de oficinas y el de logística, ficha en los terminales de fichajes que hay ubicados en su lugar de trabajo.

En el momento de realizar el fichaje, el sistema MES realiza un control básico, que consiste en comprobar que el operario está dado de alta en el Maestro de Personal, que la última acción realizada no sea la que se pretende hacer y que pertenezca a la empresa en la que está fichando.

Además, existe una pantalla desde la que se puede ver el personal asociado a la máquina.



Ilustración 4-6: Pantalla de Personal Asociado del Nodo de Planta

Finalmente, existen también unas pantallas en el nodo de gestión, desde las que se pueden gestionar los fichajes o ver el personal que está en la planta.

A continuación se muestra cómo fichan los operarios, dependiendo de su puesto.

4.3.1 Fichajes personal de producción y mantenimiento

El personal de producción y de mantenimiento ficha en los nodos de planta donde han de seleccionar si quieren hacer un fichaje de entrada o salida.

Y a continuación han de pasar su tarjeta por el lector. En el caso de un fichaje de entrada, deberán de seleccionar una máquina de las posibles en el nodo, y en el caso de fichaje de salida, una incidencia de entre las siguientes:

- Cambio puesto de trabajo
- Salida
- Asuntos personales
- Cursos formación
- Enfermedad
- Horas sindicales
- Visita Médica
- Comida
- Trabajo Exterior
- Accidente

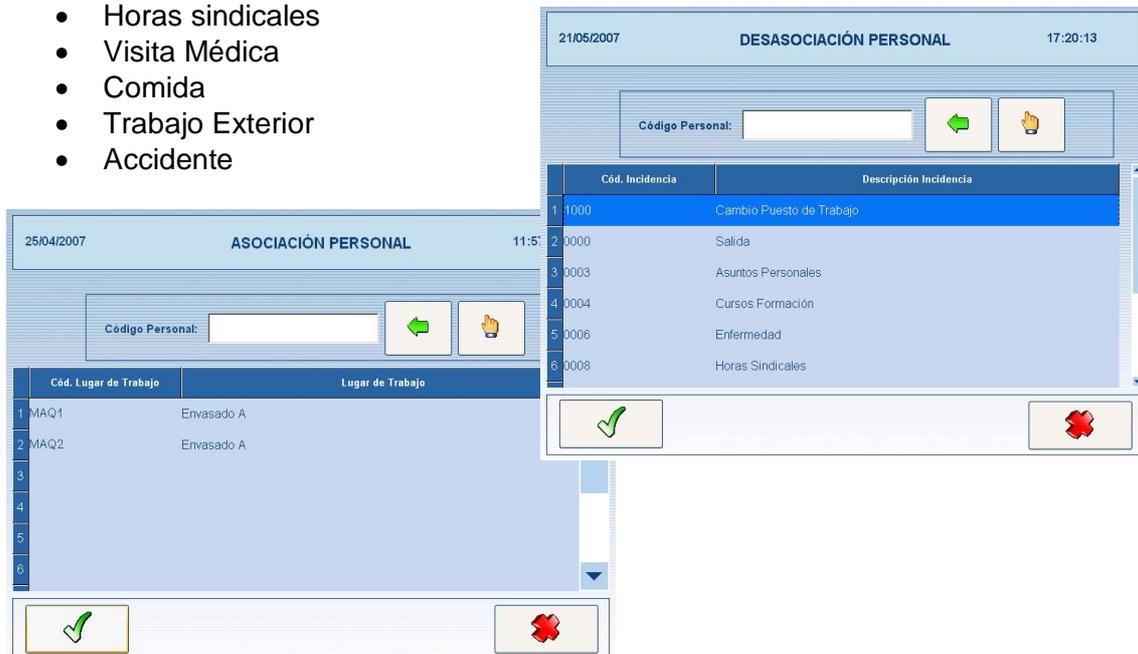


Ilustración 4-7: Pantallas de Asociación/Desasociación Personal del Nodo de Planta

Los fichajes de salida se pueden realizar desde cualquier nodo de la empresa a la que se pertenece.

Además, se puede hacer un fichaje manual para lo cual se requiere un usuario con privilegios que lo habilite.

4.3.2 Fichajes personal de oficinas y logística

El personal de oficinas y logística ficha en los terminales de fichajes que tienen en sus puestos de trabajo.



Ilustración 4-8: Pantalla Fichaje del Terminal de Oficinas y Logística

Para ello en primer lugar han de seleccionar qué tipo de fichaje quieren realizar, y a continuación pasar la tarjeta por el lector.

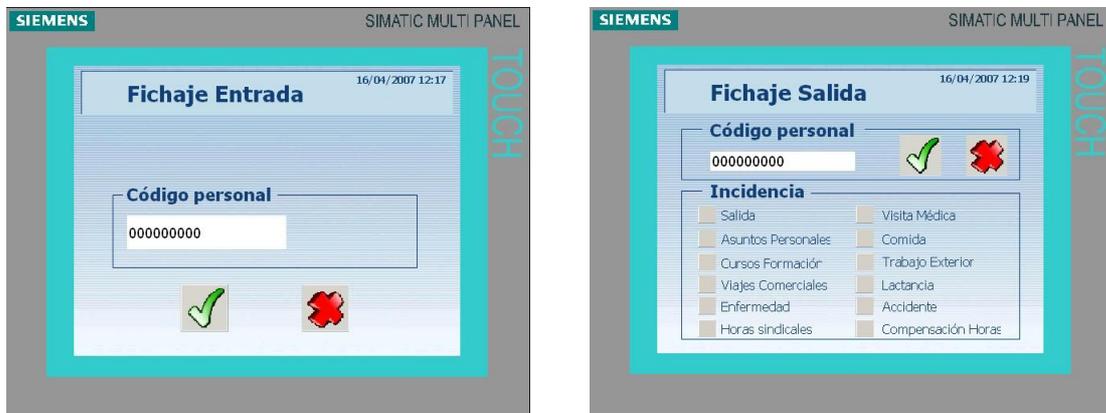


Ilustración 4-9: Pantallas Fichaje Entrada/Salida del Terminal de Oficinas y Logística

De nuevo, si el fichaje es de salida deberán escoger un motivo de entre los siguientes:

- Salida
- Asuntos Personales
- Cursos Formación
- Viajes Comerciales
- Enfermedad
- Horas Sindicales
- Visita Médica
- Comida
- Trabajo Exterior
- Lactancia
- Accidente
- Compensación Horas

Como se puede ver los motivos de salida no son los mismos para los operarios que para la gente de oficinas. Éstos últimos no tienen la opción de *Cambio puesto de trabajo* por no tener sentido para ellos, pero tienen *Viajes Comerciales*, *Lactancia* y *Compensación Horas*.

4.4 Nodo de gestión

El nodo de gestión está pensado para ser usado por usuarios de más alto nivel, como por ejemplo jefes de producción o el director de planta, ya que desde éste se pueden modificar configuraciones que afectan al funcionamiento de la planta.

Es por ello, que para entrar es necesario un usuario y una contraseña. Además, dependiendo del nivel o empresa del operario éste puede acceder a unos datos u otros.

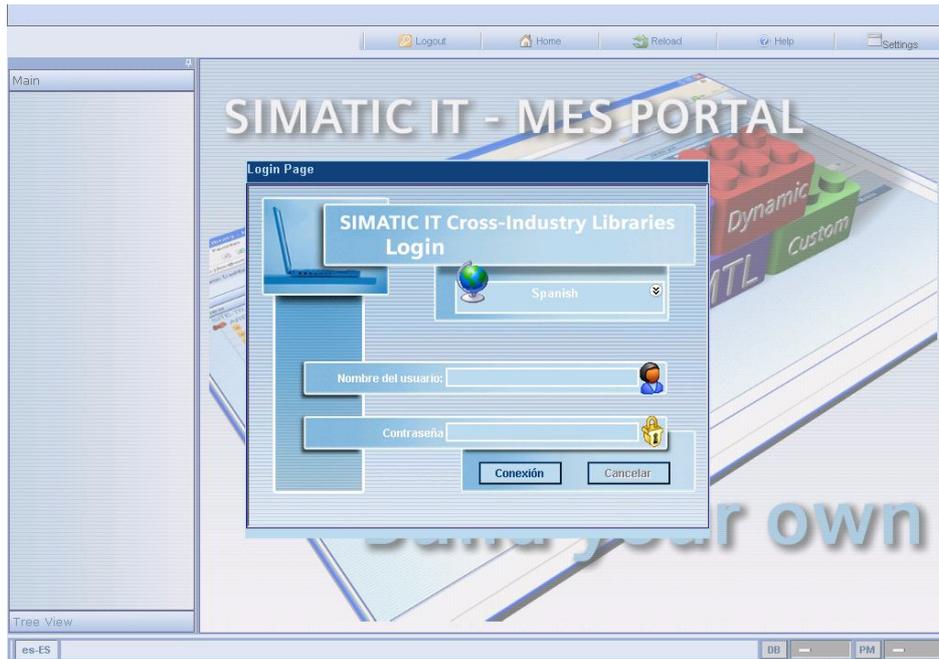


Ilustración 4-10: Pantalla de Login del Nodo de Gestión

Una vez dentro nos encontramos dos menús, uno para Configuración y otro para Gestión.

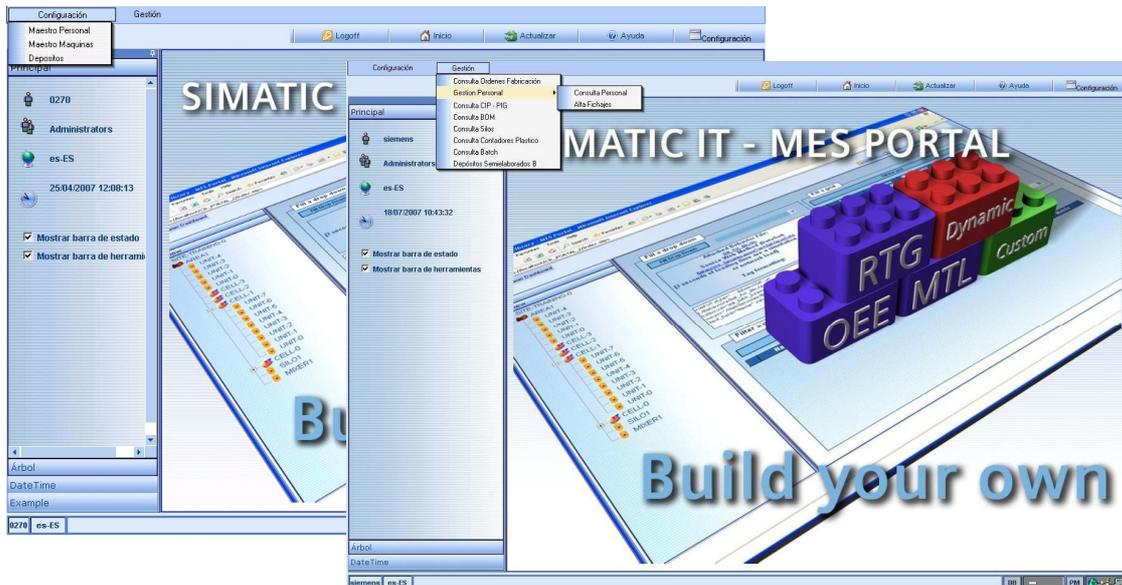


Ilustración 4-11: Menús del Nodo de Gestión

A continuación se van a mostrar todas estas pantallas con una breve descripción de su funcionalidad.

4.4.1 Pantalla Maestro Personal

Desde esta pantalla en la que se visualizan los operarios, se puede personalizar la vista a través de los filtros “Empresa” (por medio del árbol que aparece a mano izquierda, si se tienen suficientes permisos) y “Código Operario”.

Para visualizar la consulta hay que pulsar el botón “Actualizar”.

Seleccionando a un operario y el botón “Modificar”, se pueden cambiar distintos parámetros (nombre y apellidos, empresa, departamento, sección y control de accesos) asociados a un código de operario.

Además, se puede imprimir un informe en el que se visualizarán los mismos datos que en la pantalla.

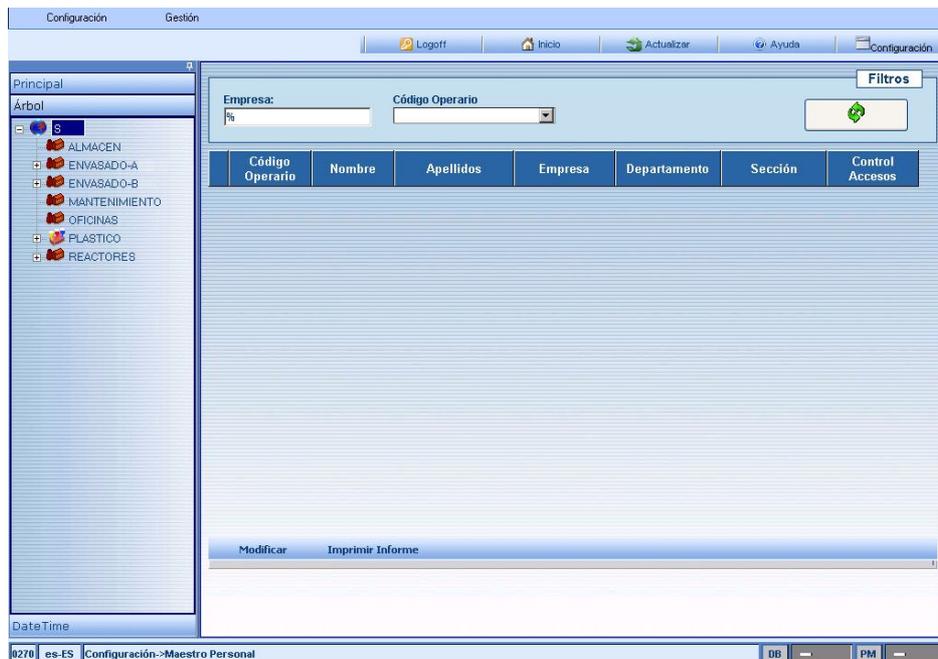


Ilustración 4-12: Pantalla Maestro de Personal del Nodo de Gestión

4.4.2 Pantalla Maestro Máquinas

Desde esta pantalla se pueden modificar las características de las máquinas para las que se tengan permisos suficientes. Para ello hay que seleccionar una del árbol y una vez realizadas las modificaciones pertinentes pulsar “Salvar”. Si se realiza algún cambio y se pretende salir sin guardar, nos avisa.

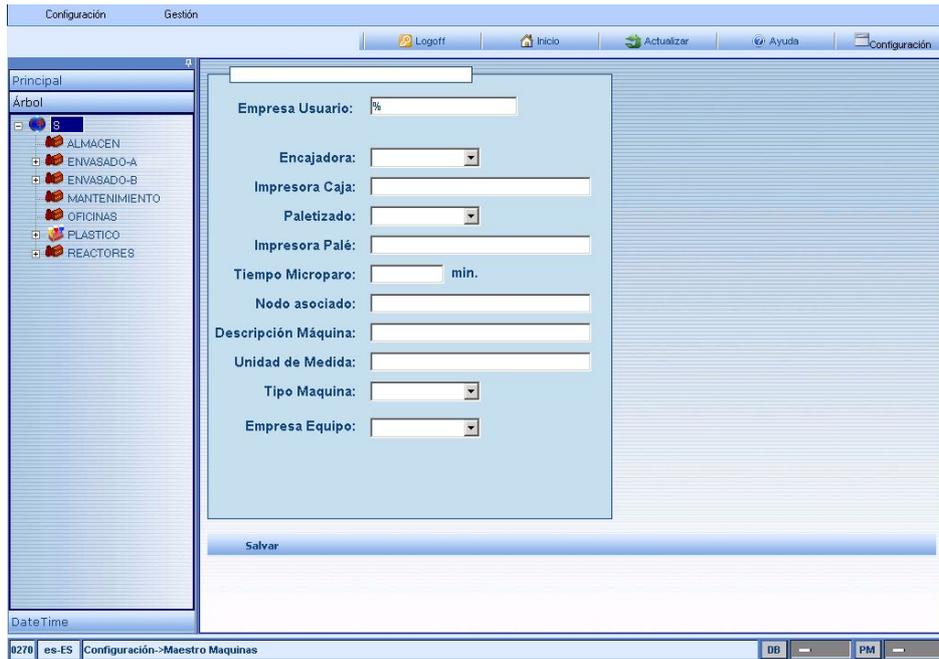


Ilustración 4-13: Pantalla Maestro de Máquinas del Nodo de Gestión

4.4.3 Pantalla de Depósitos

En esta pantalla se puede asociar un material y una densidad a los distintos depósitos. Para ello, hay que seleccionar un depósito y pulsar “Modificar”. Además, se puede imprimir un informe con los datos visualizados.

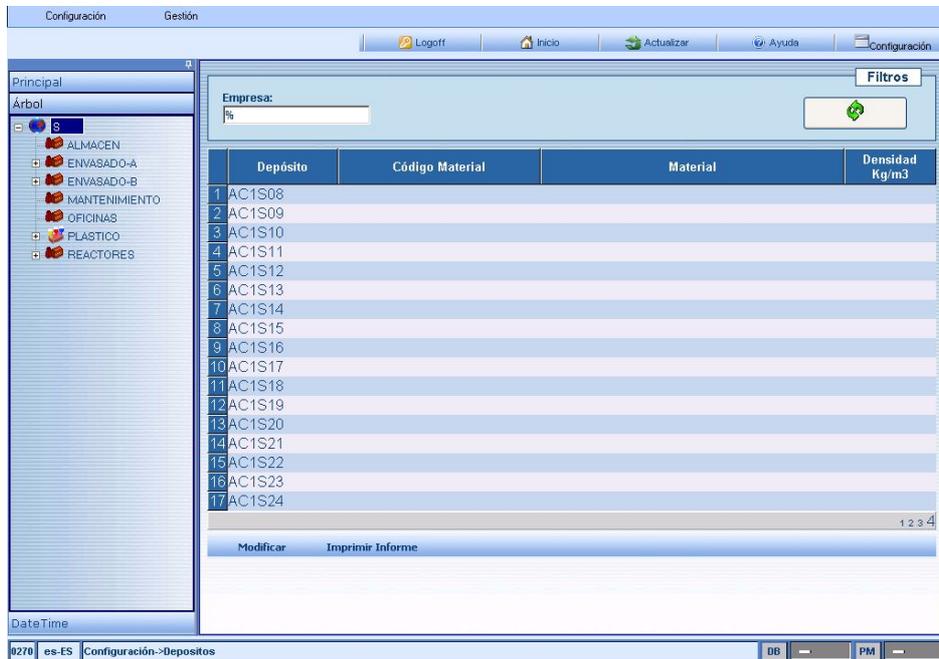


Ilustración 4-14: Pantalla de Depósitos del Nodo de Gestión

4.4.4 Pantalla de Consulta Órdenes Fabricación

Al acceder a esta pantalla se muestran las órdenes activas en las distintas máquinas. A continuación se puede filtrar por “Puesto de Trabajo”, “Código Material”, “Estado OF”, Fecha y “Empresa”. Una vez pulsado el botón “Actualizar” se mostrarán las órdenes que satisfagan la consulta.

Desde ésta se puede iniciar una orden, ponerla en próxima y finalizarla. Para ello hay que seleccionarla y pulsar el botón que se corresponda con la acción a llevar a cabo. Además, para poder iniciar o poner en próxima una orden, ha de haber algún operario asociado a la máquina.

Las órdenes activas aparecerán en verde si la máquina está en marcha o rojas si está parada. Las órdenes en estado próxima aparecerán en color amarillo. Y las que estén en espera, en color gris.

Finalmente, también se puede imprimir un informe con los datos visualizados.

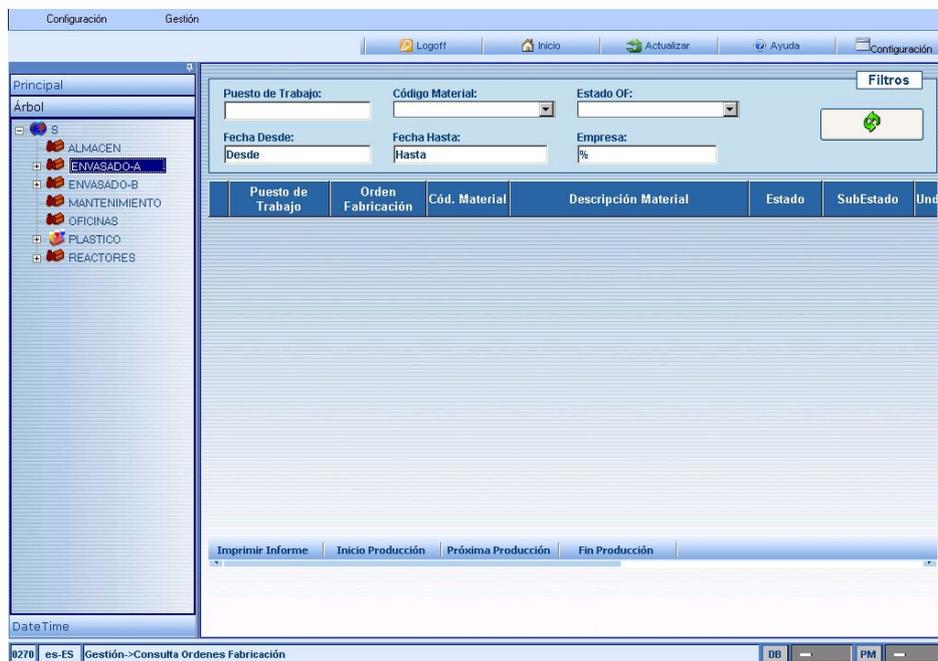


Ilustración 4-15: Pantalla Consulta OFs del Nodo de Gestión

4.4.5 Pantalla de Consulta Personal

Desde esta pantalla se puede filtrar el personal por “Empresa”, “Puesto de Trabajo”, “Código Operario”, Fecha, y “Departamento”. Además, se puede seleccionar “Personal Activo”, mostrándose así, todo el personal activo.

Para visualizar el resultado de la consulta hay que pulsar el botón “Actualizar”.

Finalmente, también se puede imprimir un informe con los datos obtenidos.

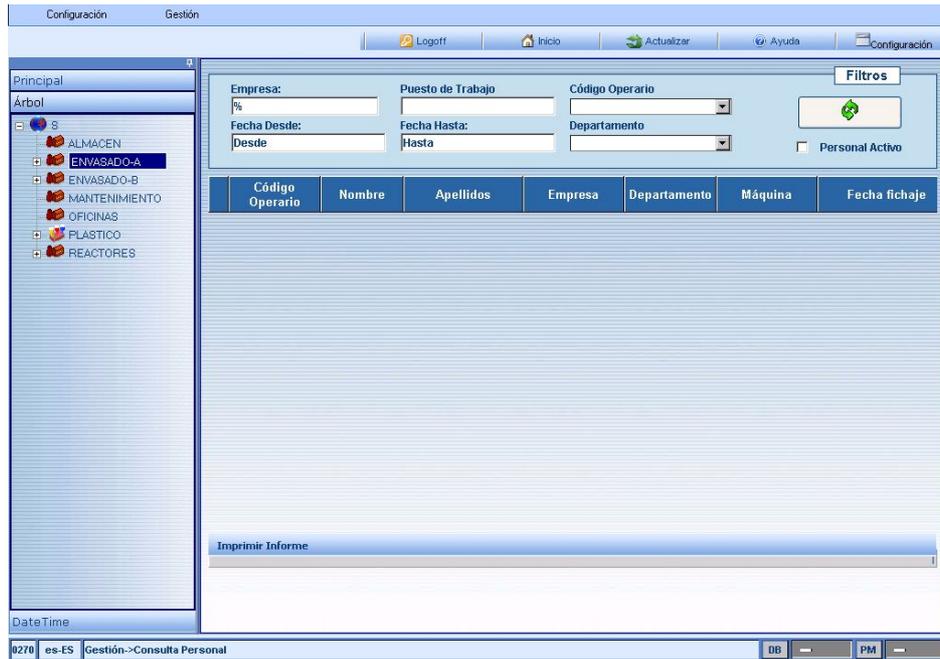


Ilustración 4-16: Pantalla Consulta Personal del Nodo de Gestión

4.4.6 Pantalla Alta Fichajes

Desde esta pantalla se pueden realizar fichajes de entrada y salida de personal. Para ello se requerirá el “Código Operario”, la “Fecha Fichaje” (a partir de un calendario que aparece al situarse sobre el campo), el “Puesto de Trabajo” (a seleccionar del árbol) y si es un fichaje de entrada o de salida. En este último caso, además hay que determinar la “Incidencia” (que por defecto será “Cambio Puesto de Trabajo”).

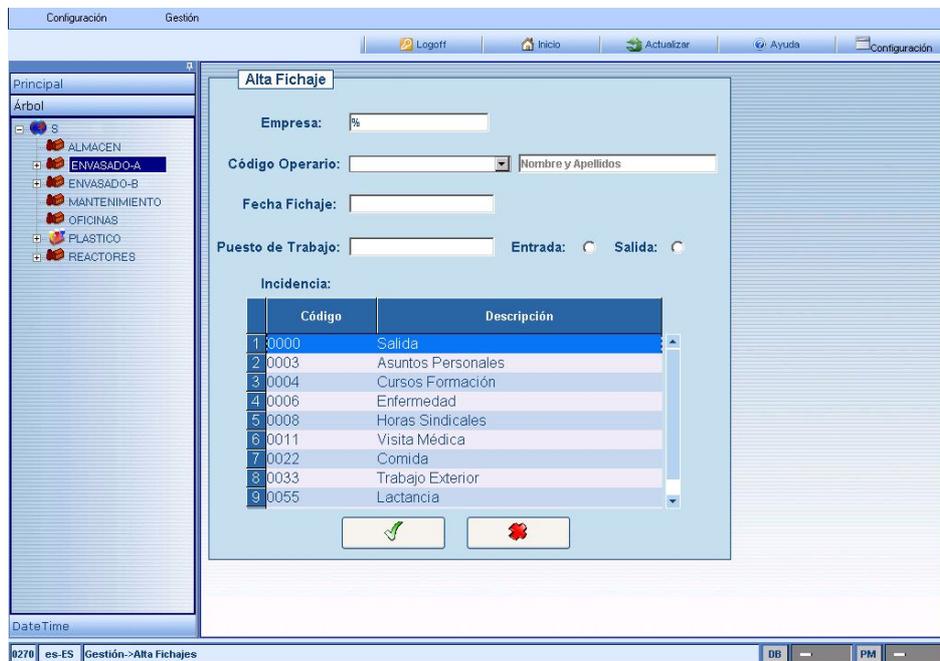


Ilustración 4-17: Pantalla Fichajes del Nodo de Gestión

4.4.7 Pantalla Consulta CIP-PIG

Desde esta pantalla se visualiza el “Puesto de Trabajo”, el “Tipo”, “Acción” y “Fecha” de los distintos ciclos CIP y PIG realizados.

Los datos a mostrar se pueden filtrar por: “Puesto de Trabajo”, “Empresa” (si se tienen suficientes permisos) y Fecha.

Para actualizar la vista hay que pulsar el botón “Actualizar”.

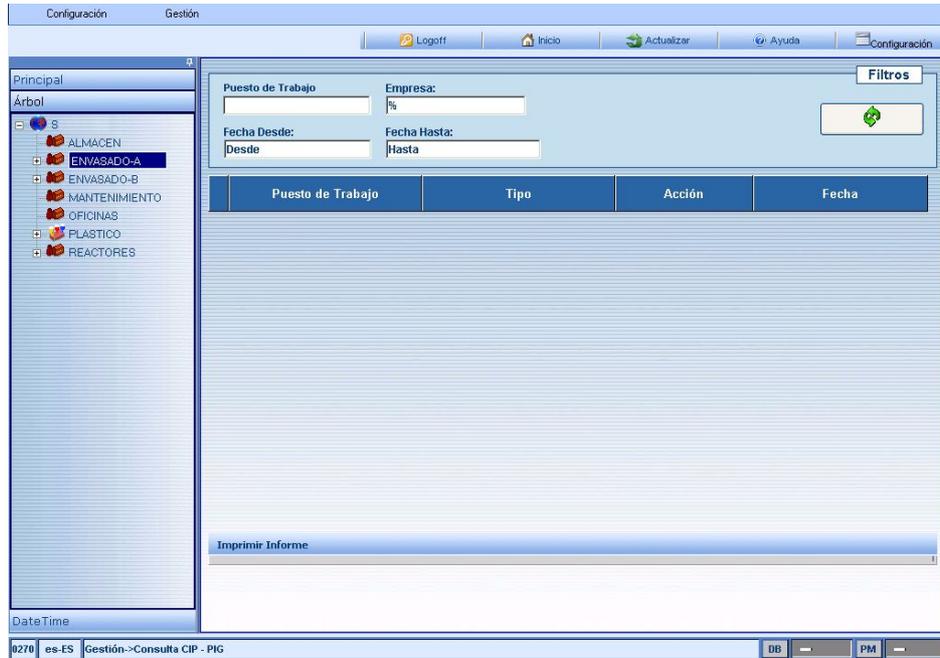


Ilustración 4-18: Pantalla Consulta CIP-PIG del Nodo de Gestión

4.4.8 Pantalla Consulta BoM

Pantalla de ayuda a la persona que introduce las recetas en el Batch para poder copiar los códigos y cantidades a introducir en la receta.

El operario deberá seleccionar un “Material” y el sistema le devolverá los distintos datos.

Esta pantalla incorpora una “calculadora” que facilita el cálculo de las cantidades parciales cuando se cambia la cantidad estándar definida para el material.

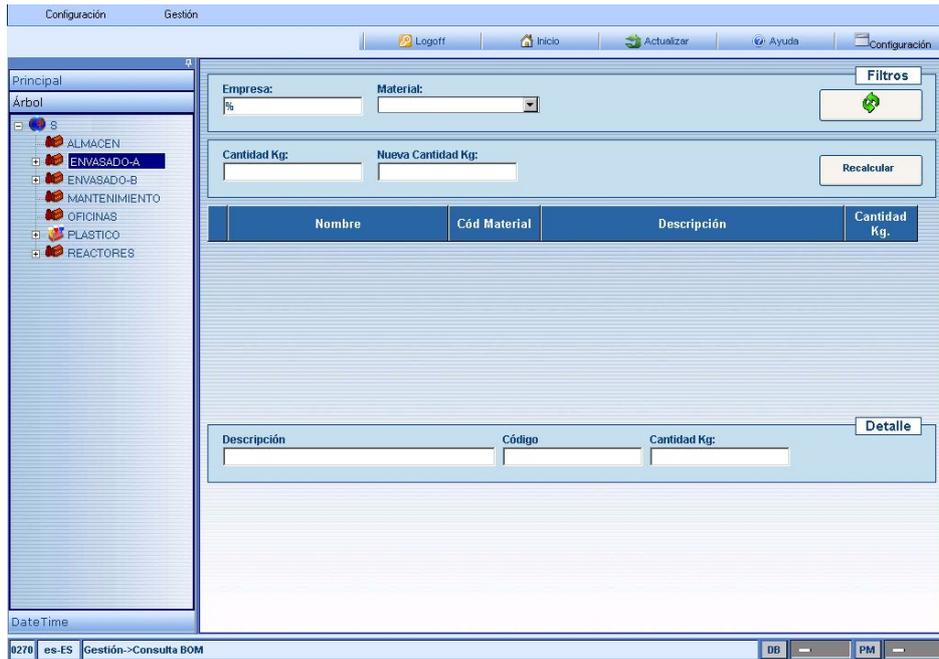


Ilustración 4-19: Pantalla Consulta BoM del Nodo de Gestión

4.4.9 Pantalla Contadores de Plástico

En esta pantalla se puede visualizar la cantidad de producción actual y la notificada hasta el momento de todas las máquinas de plástico.

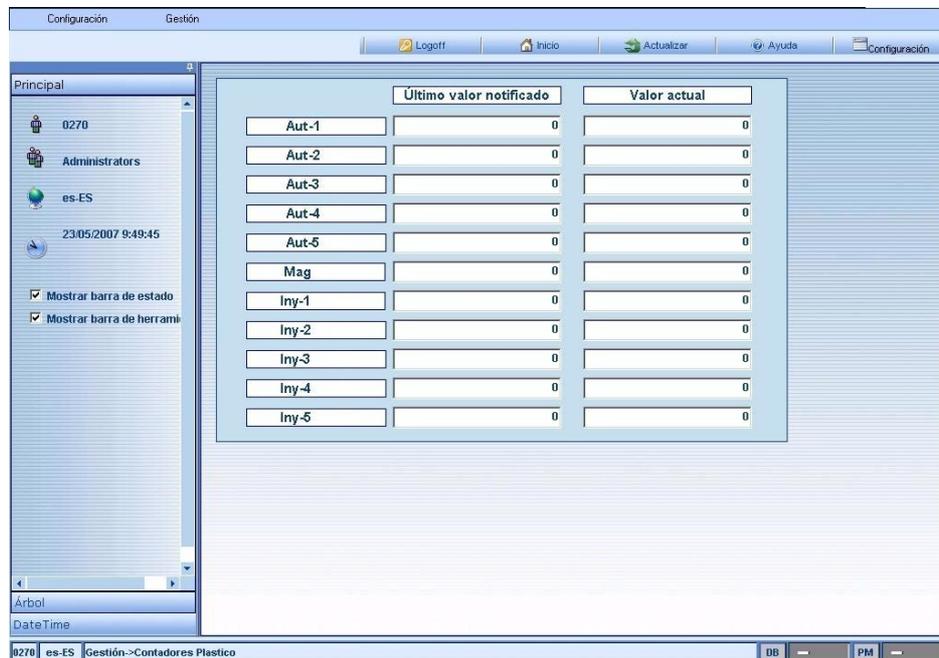


Ilustración 4-20: Pantalla Contadores Plástico del Nodo de Gestión

4.4.10 Pantalla Consulta Batch

Pantalla en la que se visualizan todos los Batch de la zona seleccionada que estén Activos o Cerrados, y sus parámetros.

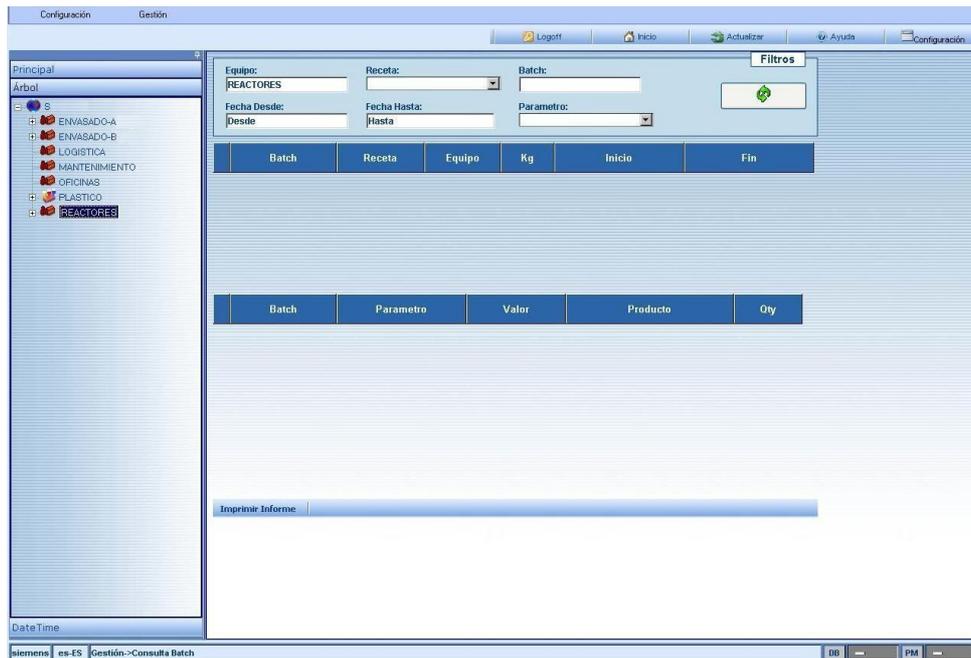


Ilustración 4-21: Pantalla Consulta Batch del Nodo de Gestión

4.4.11 Pantalla de Depósitos Semielaborados B

Pantalla que muestra los diez depósitos de materiales semielaborados del área de RTB (cosmética).

Sus funcionalidades son las siguientes:

Indicar depósito disponible: significa que está vacío, limpio y listo para utilizar, es decir, que SIMATIC BATCH puede ubicar, si lo encuentra oportuno, el material de un reactor en ese depósito. Esta acción se podrá realizar desde un botón de la pantalla.

Visualizar el material que contiene cada depósito: para cada uno de los diez depósitos se mostrará el código y la descripción del material que contiene. En el momento de iniciar la descarga del material, de un reactor de RTB a un depósito de semielaborado, el SIMATIC IT recibirá de SIMATIC BATCH el material que está descargando y dónde ubicarlo.

Visualizar el nivel de cada depósito: para cada uno de los diez depósitos se mostrará el nivel del material que contiene. Este nivel se mostrará en tiempo real, con un refresco de 30 segundos.

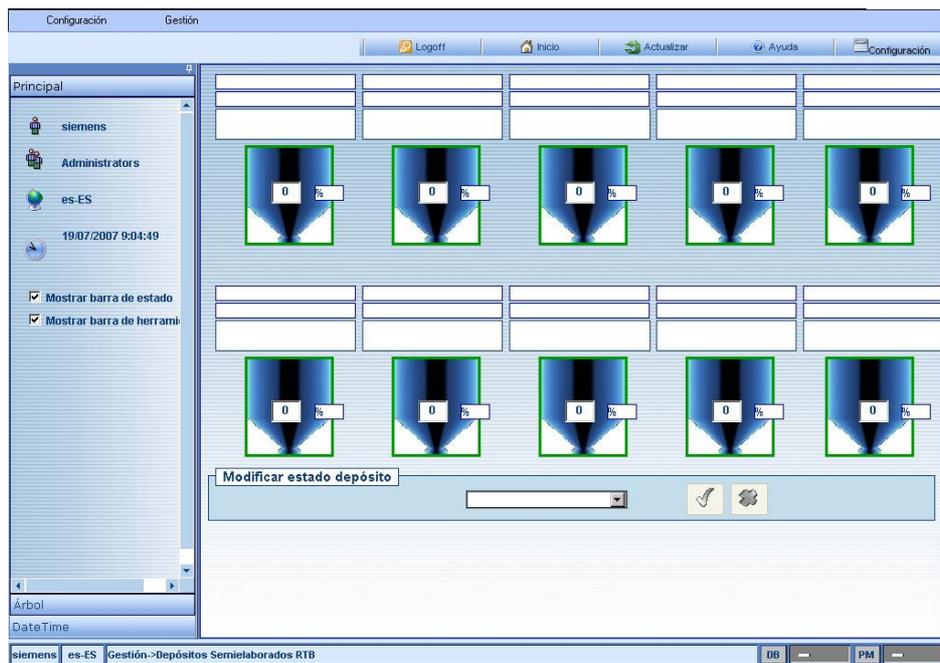


Ilustración 4-22: Pantalla Depósitos Semielaborados B del Nodo de Gestión

5 Implementación

En este apartado se va a explicar la arquitectura del sistema y cómo se ha realizado el proyecto, paso a paso, desde la instalación, pasando por el diseño de la planta y la implementación de las reglas, hasta la integración con campo.

5.1 Arquitectura

Siguiendo con la arquitectura habitual en este tipo de proyectos, se ha realizado la instalación en dos servidores, el de aplicaciones y el de base de datos que además es servidor web.

Éstos se comunican con el resto de la planta y con SAP mediante una Red Ethernet. Y además entre ellos existe un cable cruzado para evitar las pérdidas de comunicación entre ambos.

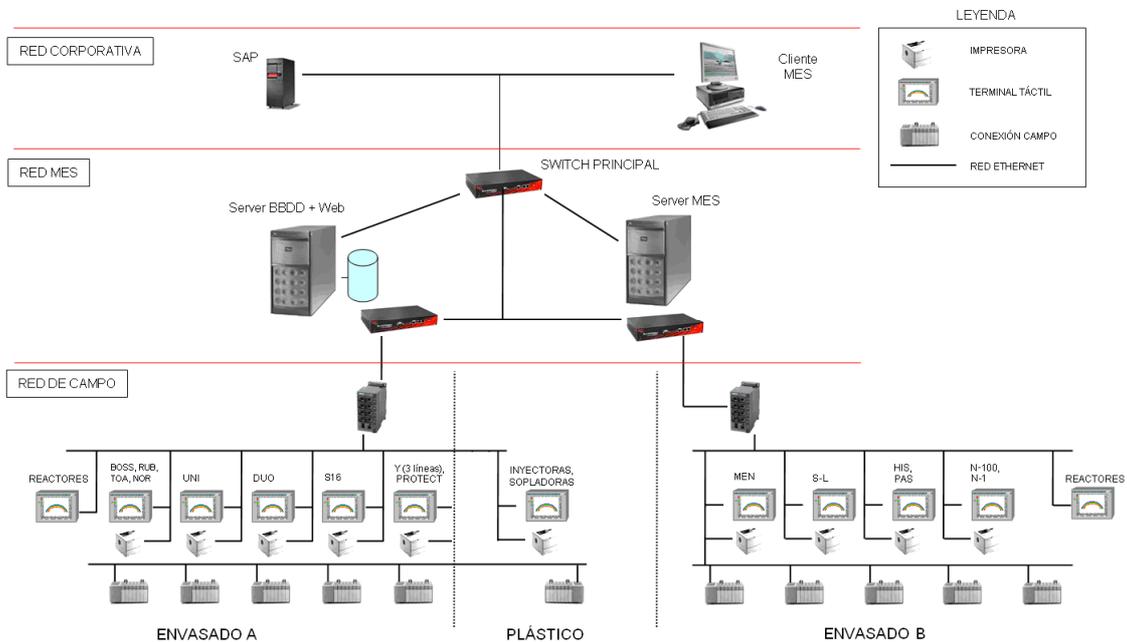


Ilustración 5-1: Arquitectura planta

5.2 Instalación

5.2.1 Servidor aplicaciones

Éste es el servidor en el que se ha instalado la SIMATIC IT Production Suite v6.3 SP1 HFC7, y es además el servidor OPC.

Configuración Hardware

Configuración hardware		
Placa base	CPU	Intel® Xeon® CPU 5150 2,66 GHz
	Nº procesadores	4
Memoria	RAM	4 Gb

Almacenamiento	Disco duro	LSI MegaRAID 8300 XLP SCSI Disk Device	
	Partición C (NTFS)	14,4 Gb	
	Partición E (NTFS)	52,6 Gb	
Red	Tarjeta principal	Broadcom NetXtreme Gigabit Ethernet	
		Velocidad	1 Gbps
	Tarjeta secundaria	Broadcom NetXtreme Gigabit Ethernet	
		Velocidad	1 Gbps

Tabla 5-1: Configuración Hardware Servidor de Aplicaciones

Configuración Software

Sistema operativo	
Sistema operativo	Microsoft Windows Server 2003 R2 Standard Edition SP1
Internet Explorer	6.0.3790.1830

Tabla 5-2: Software Servidor de Aplicaciones (Sistema Operativo)

SIMATIC IT	
Componente	Versión
SIMATIC BATCH Base	V6.1 + SP3 + HF8
SIMATIC BATCH Client	V6.1 + SP3 + HF8
Automation License Manager	V2.2
SIMATIC OPCXMLWrapper	V1.1.1.0
PCS 7 Tools	V6.1 + SP1
PPA SQL Server Extension	V5.0 + SP1
SIMATIC NET PC Software	V6.3 + Hotfix 1
Simatic Connection	V5.0 + SP1
Basic Client	V5.0 + SP1
Business Process Modeler Display	V5.0 + SP1 + HF4
Business Process Modeler Server	V5.0 + SP1 + HF4
Client Application Builder Server	V1.1 + SP1 + HF12
COM Interface for SIMATIC BATCH	V2.0 + HF6
Common Controls	V6.1 + SP1 + HF6
Data Integration System Client	V1.1 + SP1 + HF7
Data Integration System Server	V1.1 + SP1 + HF7

Full Services	V5.0 + SP1 + HF9
Historian Client	V5.0 + SP1 + HF10
Historian Server	V5.0 + SP1 + HF11
Installation of complete SIMATIC IT Historian doc	V6.1 + SP1 + HF7
File Configuration Manager	V6.1 + SP1 + HF6
Material Manager Client	V5.0 + SP1 + HF6
Material Manager Server	V5.0 + SP1 + HF6
Production Modeler Com Interfrace	V5.0 + SP1 + HF7
Production Order Manager Display	V5.0 + SP1 + HF7
Production Order Manager Server	V5.0 + SP1 + HF7
Personnel Manager Administration	V2.0 + SP1 + HF4
Personnel Manager Client	V2.0 + SP1 + HF4
Personnel Manager Server	V2.0 + SP1 + HF4
Production Modeler Developer Client	V5.0 + SP1
Production Modeler Server	V5.0 + SP1 + HF7
SIMATIC IT PRS Client	V6.1 + SP1 + HF8
PRS Database Components	V6.1 + SP1 + HF7
Services	V5.0 + SP1
SIMATIC NCM PC	V5.3 + SP2 + HF1

Tabla 5-3: Software SIMATIC IT instalado en el Servidor de Aplicaciones

5.2.2 Servidor de bases de datos y web

Es el servidor de bases de datos de SIMATIC IT, que además funciona como servidor web.

Configuración Hardware

Configuración hardware		
Placa base	CPU	Intel® Xeon® CPU 5150 2,66 GHz
	Nº procesadores	4
Memoria	RAM	4 Gb
Almacenamiento	Disco duro	LSI MegaRAID 8300 XLP SCSI Disk Device
	Partición C (NTFS)	14,4 Gb
	Partición E (NTFS)	52,6 Gb
Red	Tarjeta principal	Broadcom NetXtreme Gigabit Ethernet

		Velocidad	1 Gbps
	Tarjeta secundaria	Broadcom NetXtreme Gigabit Ethernet	
		Velocidad	1 Gbps

Tabla 5-4: Configuración Hardware Servidor de Base de Datos y Web

Configuración Software

Sistema operativo	
Sistema operativo	Microsoft Windows Server 2003 R2 Standard Edition SP1
Internet Explorer	6.0.3790.1830

Tabla 5-5: Software Servidor de Base de Datos y Web (Sistema Operativo)

SIMATIC IT	
Componente	Versión
Automation License Manager	V2.2
PPA SQL Server Extension	V5.0 + SP1
Simatic Connection	V5.0 + SP1
Basic Client	V5.0 + SP1
Client Application Builder Web Server	V1.1 + SP1 + HF12
Common Controls	V6.1 + SP1 + HF6
Full Services	V5.0 + SP1 + HF9
Historian Client	V5.0 + SP1 + HF10
File Configuration Manager	V6.1 + SP1 + HF6
SIMATIC IT PRS Client	V6.1 + SP1 + HF8
Installation of complete SIMATIC IT Production Sui	V6.1 + SP1 + HF7
SIMATIC IT Report Manager Administration Tool	V6.1 + SP1
SIMATIC IT Report Manager Client	V6.1 + SP1
SIMATIC IT Report Manager Dynamic Universe Tool	V6.1 + SP1
SIMATIC IT Report Manager WEB Service	V6.1 + SP1
Services	V5.0 + SP1

Tabla 5-6: Software SIMATIC IT instalado en el Servidor de Base de Datos y Web

5.2.3 Nodos de Planta

Estos nodos son SIMATIC Panels PC 577 instalados en la planta, que permiten a los usuarios acceder a la información de producción e interactuar con el sistema (fichar, iniciar/finalizar órdenes, notificar producciones...). Son paneles táctiles de 15". Tienen un grado de protección IP65 para aguantar las condiciones de una planta de fabricación.

Para su funcionamiento se han de conectar a la corriente y a la red. Entonces al encenderlos por primera vez se inicia un asistente en el que hay que configurar una serie de parámetros. Una vez finalizado el asistente, hay que darle una IP y añadir al servidor web como *sitio de confianza*.

Por último hay que configurar un acceso del Internet Explorer para que se conecte al nodo deseado. Para ello hay que asignarle el target "C:\Program Files\Internet Explorer\iexplore.exe" <http://ServidorBD/ABWeb/default.aspx?nodo=xx>. Al abrirlo se instalará todo lo necesario. Y por último hay que reiniciarlo.

5.2.4 Nodos de fichaje

Los nodos de fichaje son MP277 con WinCC Flexible, y al que se le ha instalado el OPC XML Manager para su comunicación con el sistema MES.

5.3 Configuración

Una vez realizada la instalación del SW aparece en el escritorio el siguiente icono:



Ilustración 5-2: Icono SIMATIC IT Services

Si hacemos doble click, entonces se nos abrirá el *Plant Management*.

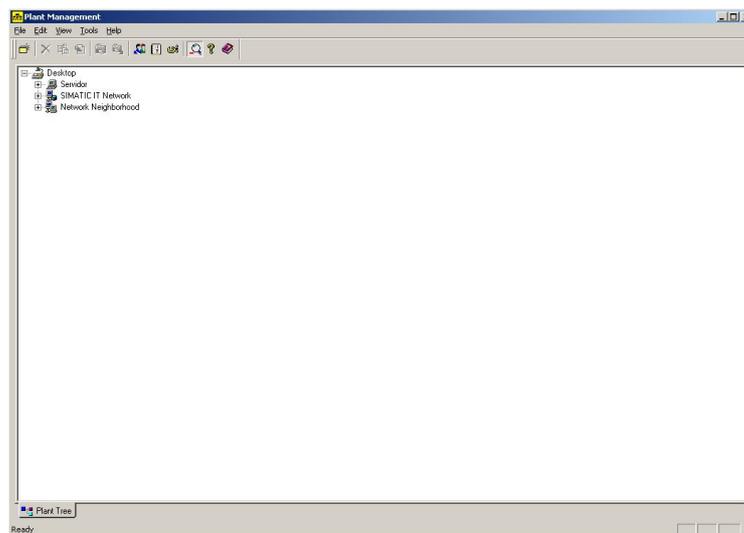


Ilustración 5-3: Plant Management

Tendremos entonces que crear la planta, definiendo el nombre y dónde queremos guardarla:

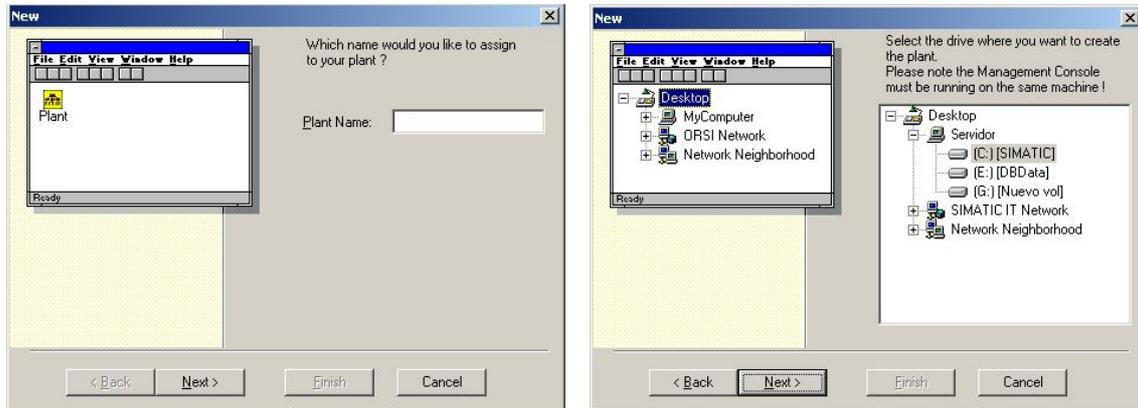


Ilustración 5-4: Definición Nombre y Ubicación de la Planta

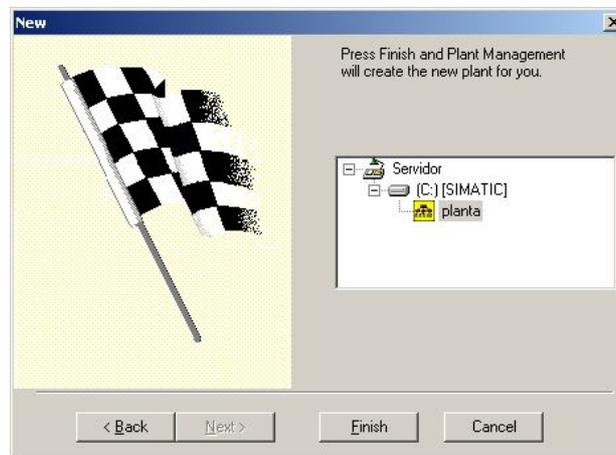


Ilustración 5-5: Pantalla Confirmación Creación Planta

Una vez creada, pasamos a la configuración del sistema, donde definiremos el idioma, el usuario por defecto y el servidor *Foundation* entre otras cosas.

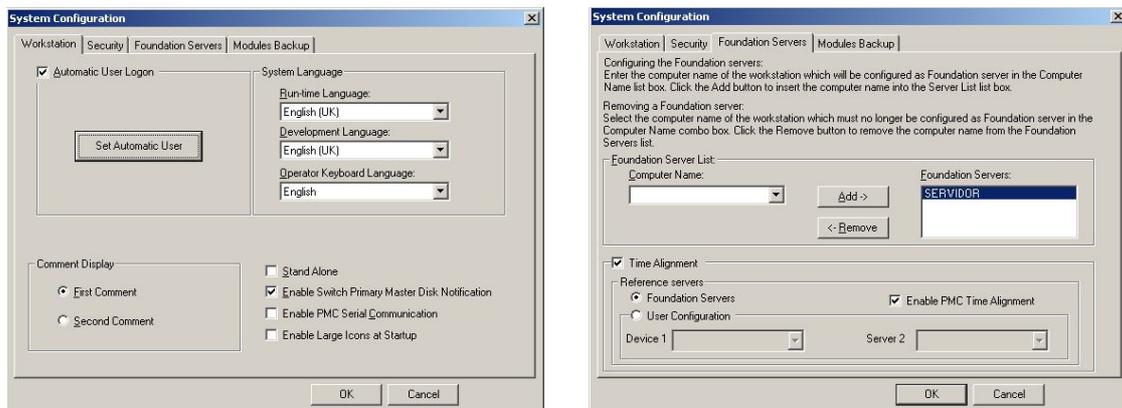


Ilustración 5-6: Configuración del sistema

Además se puede hacer una gestión de usuarios (por defecto tenemos el usuario Manager).

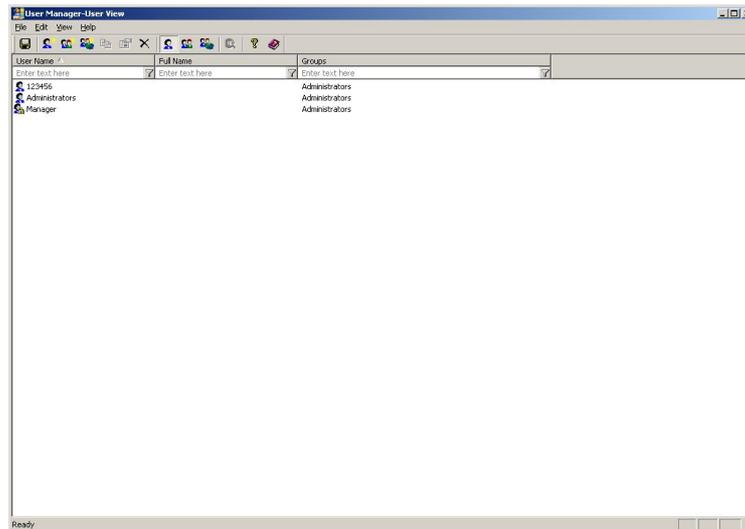


Ilustración 5-7: Gestión de Usuarios

Finalizada esta configuración ya podemos abrir la planta. Haciendo doble click sobre ella, se nos abrirá la *Management Console* desde la que se gestiona el proyecto, y en la que tendremos que crear una Unit de tipo *User Unit – Real Time Data Engine* para la comunicación con campo.

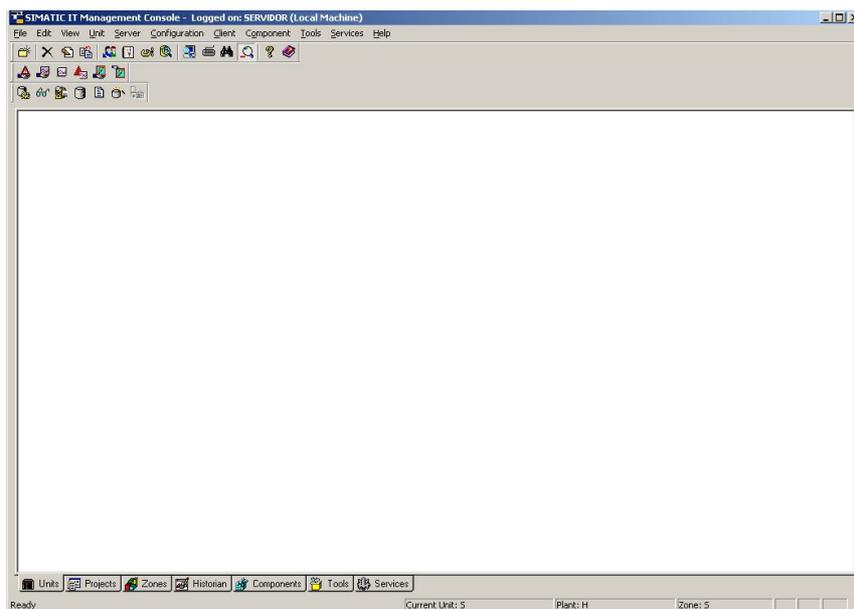


Ilustración 5-8: Management Console

Para ello pulsaremos en nueva y se nos abrirá un Asistente:

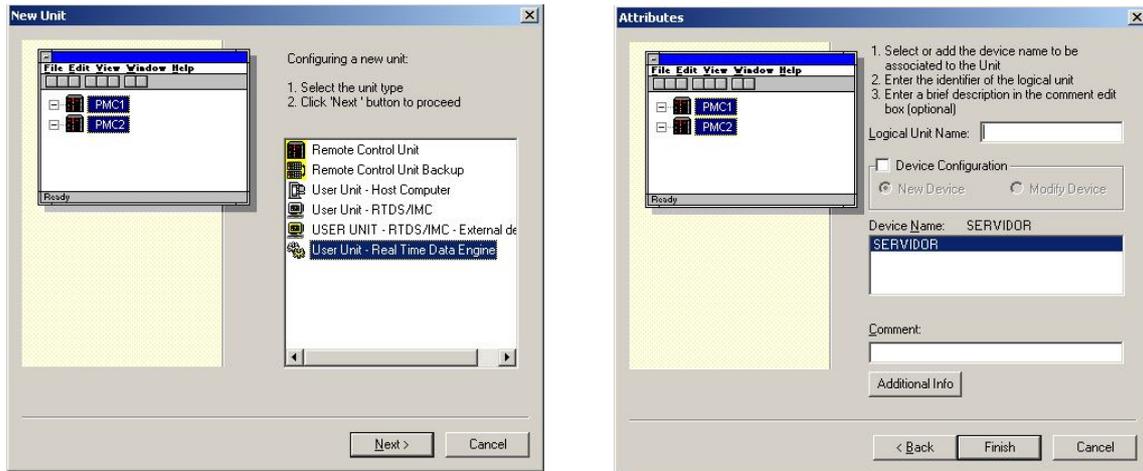


Ilustración 5-9: Creación de la Unit de tipo User Unit – Real Time Data Engine

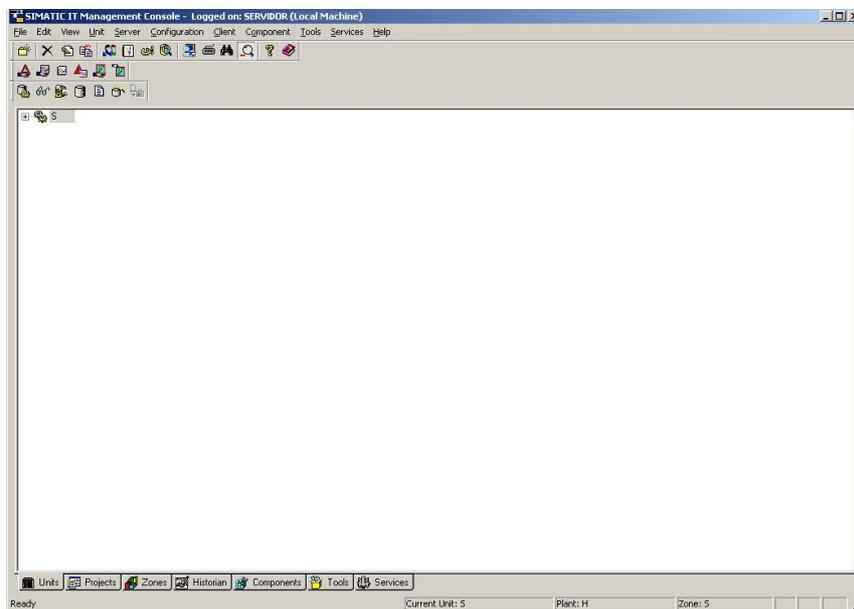


Ilustración 5-10: Management Console con la Unit creada

Por último, podríamos seleccionar los componentes que queremos que arranquen automáticamente al abrir la planta. Para ello abriremos *Configuration* → *System* y arrastraremos los elementos:

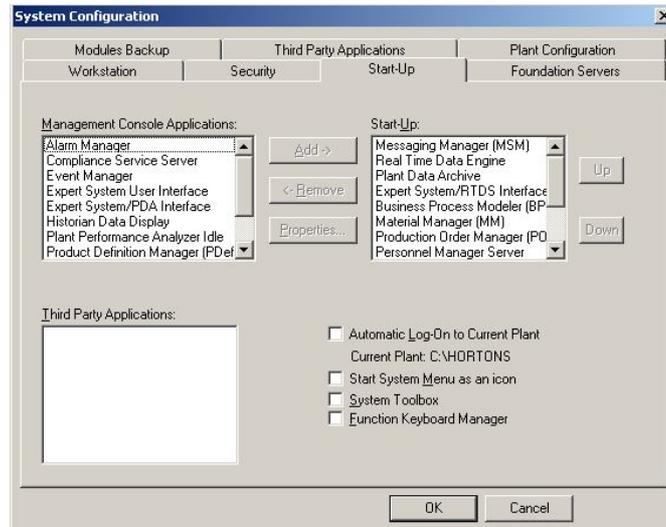


Ilustración 5-11: Configuración del arranque automático de los componentes

5.4 Modelado

Como se ha comentado anteriormente, el Production Modeler es el corazón de la aplicación, donde se define el modelo de planta y se crean las reglas que harán que el sistema funcione como es deseado. Y esto se hace mediante el uso de librerías, algunas de las cuales son de producto (CIL – Cross Industry Libraries) y otras custom, que veremos más adelante cuando se expliquen las reglas.

5.5 Modelo de Planta

El modelo físico se ha definido de acuerdo con el estándar ISA-95 que define la representación jerárquica de una planta: Site-Area-Cell-Unit, y la ISA-88 para el caso de los reactores, que incluye una PCELL que alberga todas las units de Batch:

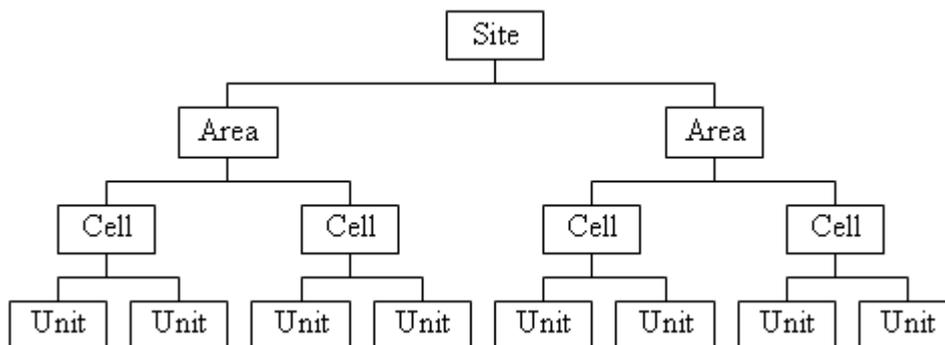


Ilustración 5-12: Jerarquía de una planta según la ISA-95

A la hora de crear el modelo de planta existen dos opciones. La primera es crear las Áreas, Cells y Units de una en una y la otra es crear elementos estándar que después instanciamos para crear la planta.

En el caso en el que nos encontramos esta segunda opción es muy útil (y es la que se ha usado) ya que tenemos muchas máquinas iguales, de modo que únicamente creamos un elemento estándar para cada tipo, le añadimos los atributos correspondientes y después únicamente los instanciamos tantas veces como sea necesario. Así si en un futuro nos damos cuenta que un cierto tipo necesita un atributo

más, sólo hay que modificar el elemento de librería y las instancias se actualizarán automáticamente.

El escenario que nos ocupa considera la planta (Site) como un conjunto de departamentos (Áreas) que han sido descritos anteriormente y que se han modelado en el Production Modeler tal y como se muestra a continuación:

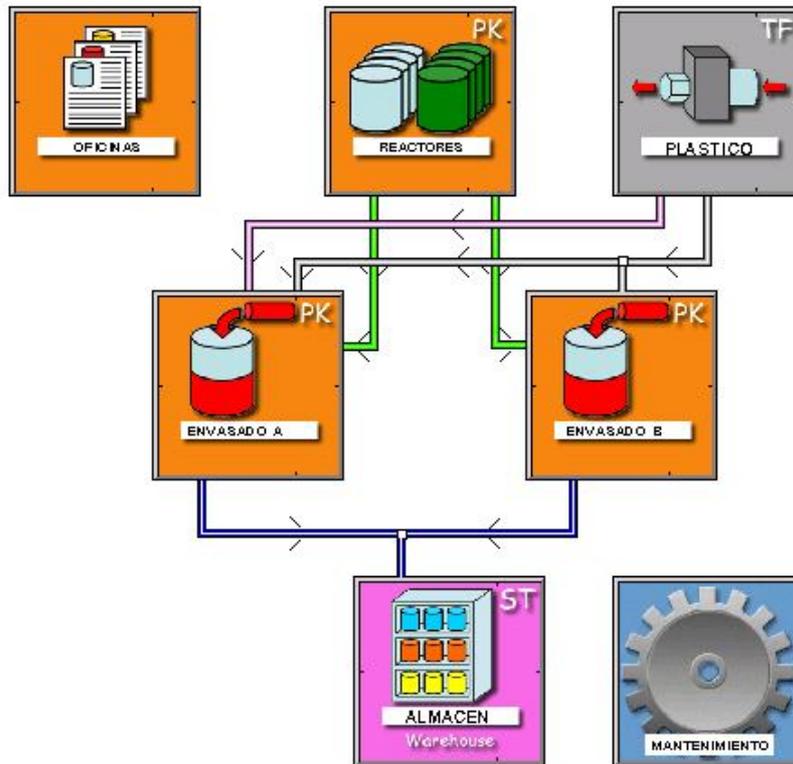


Ilustración 5-13: Modelo de Planta del Proyecto

En un principio existía otra área que contenía los nueve silos de botellas de la planta y que alimentaba al área de Envasado A. Pero debido a que el número de reactores excedió los previstos y por tanto se superaba la licencia comprada, se tuvo que quitar, dejándola para la segunda fase en la que se realizará la trazabilidad de materiales.

Estas áreas contienen un atributo en el que se especifica el código de la empresa a la que pertenecen, que puede ser la A (0010), la B (0020) o el grupo (0080).

A continuación se van a mostrar las units que contiene cada una de estas áreas, y se especificará cuales de los siguientes atributos tienen asociados:

Nodo: indica el número del nodo desde el que se ha de poder trabajar con la máquina.

Descripción Nodo: texto que aparece en los nodos de planta junto al nombre de la máquina en la que se está trabajando.

Tipo Caja: indica si el empaquetado es manual o automático. En este caso *true* que significa que es automático.

Impresora Caja: es el nombre de la impresora de etiquetas de caja que ha de estar definida en el sistema.

Tipo Palé: indica si el paletizado y por tanto la notificación de producción es manual o automático.

Impresora Palé: es el nombre de la impresora de etiquetas de palé que ha de estar definida en el sistema.

Tiempo Microparo: indica el número de minutos de paro que hay que superar para que se considere un paro.

Empresa: código de la empresa a la que pertenece la máquina y que está asociado al centro de costes definido en SAP.

Tipo Máquina: indica si la notificación de tiempo es manual o automática.

Uom a notificar: atributo que nos indica las unidades de medida de lo que se notifica.

PPA Tagname: indica el prefijo de las variables del PPA de la máquina.

Número Cavidades: este atributo que aplica sólo a las máquinas inyectoras, define el número de cavidades por las que hay que multiplicar la cantidad notificada manualmente para obtener el número de botellas realizadas.

PC Destino: atributo que indica el terminal al que hay que mandar el mensaje de inicio de CIP/PIG.

Todos estos atributos pueden ser modificados por el cliente desde la página *Configuración Máquinas* del Nodo de Gestión (como se ha visto en el capítulo 4.4) o en el caso del Número de Cavidades desde el Nodo de Planta (ver apartado 4.1).

5.5.1 Reactores

El sistema MES está integrado con el sistema Batch del área de Reactores de ambas empresas. Para ello se ha instanciado desde la librería de SIMATIC Batch en el Production Modeler una PCell que contiene todos los reactores en su interior.

La PCell en SIMATIC IT Production Modeler, actúa como enlace entre las jerarquías de los estándares ISA-88 e ISA-95, representando un proyecto SIMATIC BATCH que contiene una *process cell*. La PCell en SIMATIC IT se corresponde con la *process cell* de SIMATIC BATCH.

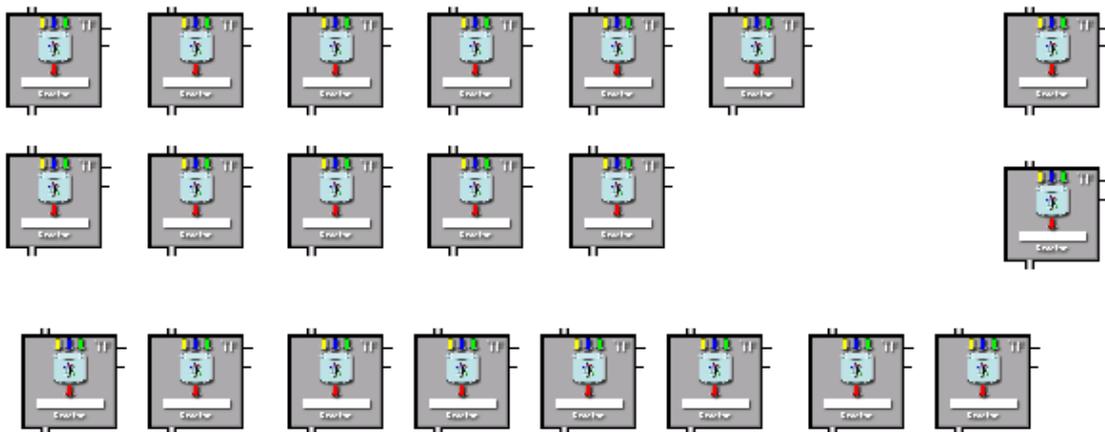


Ilustración 5-14: Modelado del área de Reactores

Para ello se ha definido, tal y como especifica la ISA-88 una PCELL dentro del área de reactores, dentro de la cual nos encontramos los 21 reactores:

Reactores A

AC1R01
 AC1R02
 AC1R03
 AC1R04
 AC1R05
 AC1R06
 AC1R07
 AC1R08

Reactores B

RT2F31
 RT2F32
 RT2R11
 RT2R12
 RT2R13
 RT2R14
 RT2R15
 RT2R16
 RT2R21
 RT2R22
 RT2R23
 RT2R31
 RT2R32

Estas máquinas únicamente tienen un atributo, que es el que nos indica la empresa a la que pertenece cada uno de ellos. En el caso de los Reactores A es la 0010 y en el de los pertenecientes a Reactores B, es 0020.

5.5.2 Plástico

Aquí se encuentran modeladas las 15 máquinas de plástico.

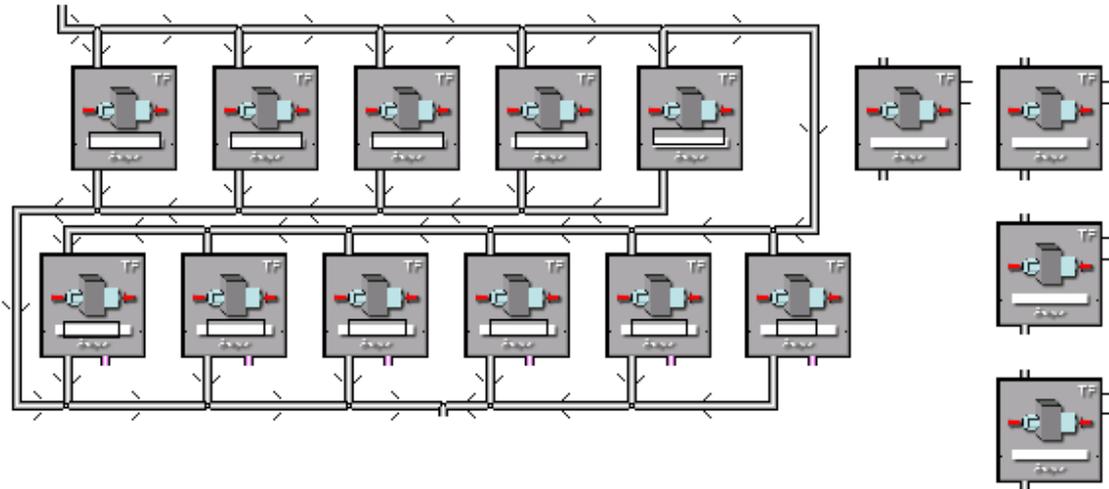


Ilustración 5-15: Modelado del área de Plástico

A continuación se listan las máquinas de plástico y se indican los atributos de las mismas.

Inyectoras

Iny-1
 Iny-2
 Iny-3
 Iny-4
 Iny-5
 Iny-6
 Iny-7
 Iny-8

Sopladoras

Aut-1
 Aut-2
 Aut-3
 Aut-4
 Aut-5
 Mag
 Mag-2

Atributos Inyectoras

Nodo: 24
 Descripción Nodo: Plásticos
 Tipo Caja: True (automático)
 Impresora Caja
 Tipo Palé: False (manual)
 Impresora Palé: PLAS_M
 Tiempo Microparo: 0
 Empresa: 0080
 Tipo Maquina: Automática
 Unidades a notificar: ""
 PPA Tagname
 Número Cavidades

Atributos Sopladoras

Nodo: 24
 Descripción Nodo: Plásticos
 Tipo Caja: True (automático)
 Impresora Caja
 Tipo Palé: True (automático)
 Impresora Palé
 Tiempo Microparo: 0
 Empresa: 0080
 Tipo Maquina: Automática
 Unidades a notificar: ""
 PPA Tagname

5.5.3 Envasado A

Encontramos aquí todas las envasadoras de la empresa.

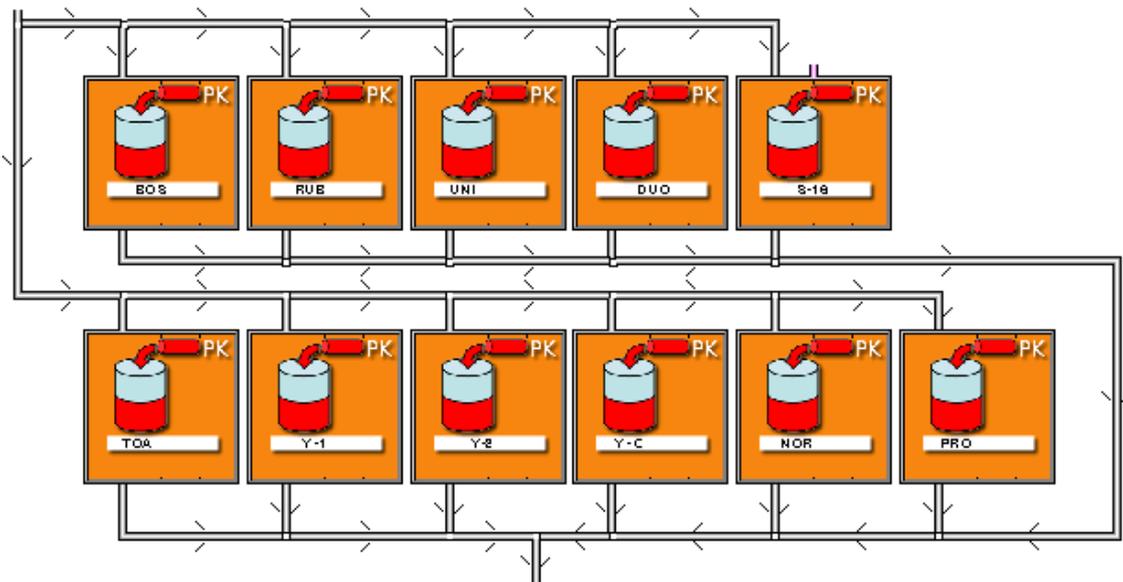


Ilustración 5-16: Modelado del área de Envasado A

Éstas tienen asignados los atributos y valores que se listan a continuación:

Bos

Nodo: 26
 Descripción Nodo: Envasado A
 Tipo Caja: True (automático)
 Impresora Caja: BOSS_M
 Tipo Palé: True (automático)
 Impresora Palé: BOSS_M
 Tiempo Microparo: 0
 Empresa: 0010
 Tipo Maquina: Manual
 Unidades a notificar: CAJ
 PPA Tagname: BOS

Rub

Nodo: 26
 Descripción Nodo: Envasado A
 Tipo Caja: True (automático)
 Impresora Caja: BOSS_M
 Tipo Palé: True (automático)
 Impresora Palé: BOSS_M
 Tiempo Microparo: 0
 Empresa: 0010
 Tipo Maquina: Manual
 Unidades a notificar: CAJ
 PPA Tagname: RUB

Uni

Nodo: 21
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: UNI_C
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: UNI_P
Tiempo Microparo: 15
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Automatico
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: UNI
PC destino: UNI

S-16

Nodo: 22
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: S16_C
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: S16_P
Tiempo Microparo: 15
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Automatico
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: S16
PC destino: NP01

Y-1

Nodo: 28
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: y_c
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: BOSS_M
Tiempo Microparo: 0
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Manual
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: Y1
PC destino: ""

Y-C

Nodo: 28
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: BOSS_M
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: BOSS_M
Tiempo Microparo: 0
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Manual
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: YC
PC destino: ""

Duo

Nodo: 23
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: DUO_C
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: UNI_P
Tiempo Microparo: 15
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Automatico
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: DUO
PC destino: TACTILDUO

Toa

Nodo: 28
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: False (manual)
Impresora Caja: BOSS_M
Tipo Palé: False (manual)
Impresora Palé: BOSS_M
Tiempo Microparo: 0
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Manual
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: TOA
PC destino: ""

Y-2

Nodo: 28
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: BOSS_M
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: BOSS_M
Tiempo Microparo: 0
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Manual
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: Y2
PC destino: ""

Nor

Nodo: 26
Descripción Nodo: Envasado A
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: BOSS_M
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: BOSS_M
Tiempo Microparo: 10
Empresa: 0010
Tipo Maquina: Manual
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: NOR
PC destino: ""

Pro

Nodo: 26

Descripción Nodo: Envasado A

Tipo Caja: True (automático)

Impresora Caja: BOSS_M

Tipo Palé: True (automático)

Impresora Palé: BOSS_M

Tiempo Microparo: 0

Empresa: 0010

Tipo Maquina: Manual

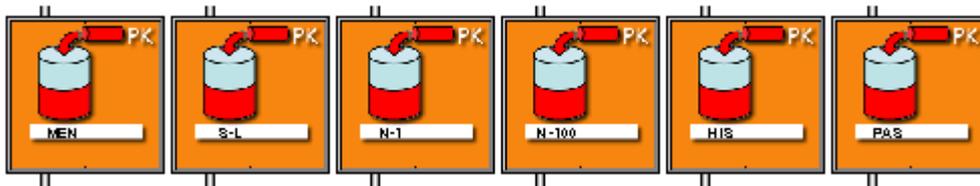
Unidades a notificar: CAJ

PPA Tagname: PRO

PC destino: ""

5.5.4 Envasado B

Encontramos aquí todas las envasadoras de la empresa B.

**Ilustración 5-17: Modelado del área de Envasado B****His**

Nodo: 27

Descripción Nodo: Envasado B

Tipo Caja: True (automático)

Impresora Caja: HIS_M

Tipo Palé: True (automático)

Impresora Palé: HIS_M

Tiempo Microparo: 0

Empresa: 0020

Tipo Maquina: Manual

Unidades a notificar: CAJ

PPA Tagname: HIS

PC destino: ""

S-L

Nodo: 29

Descripción Nodo: Envasado B

Tipo Caja: True (automático)

Impresora Caja: SL_C

Tipo Palé: True (automático)

Impresora Palé: SL_P

Tiempo Microparo: 15

Empresa: 0020

Tipo Maquina: Automatico

Unidades a notificar: CAJ

PPA Tagname: SL

PC destino: ""

Men

Nodo: 30

Descripción Nodo: Envasado B

Tipo Caja: True (automático)

Impresora Caja: MEN_C

Tipo Palé: True (automático)

Impresora Palé: MEN_P

Tiempo Microparo: 15

Empresa: 0020

Tipo Maquina: Automatico

Unidades a notificar: CAJ

PPA Tagname: MEN

PC destino: ""

N-1

Nodo: 25

Descripción Nodo: Envasado B

Tipo Caja: True (automático)

Impresora Caja: N_M

Tipo Palé: True (automático)

Impresora Palé: N_M

Tiempo Microparo: 15

Empresa: 0020

Tipo Maquina: Automatico

Unidades a notificar: CAJ

PPA Tagname: NOR1

PC destino: ""

N-100

Nodo: 25
Descripción Nodo: Envasado B
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: N_M
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: N_M
Tiempo Microparo: 15
Empresa: 0020
Tipo Maquina: Automatico
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: N100
PC destino: ""

Pas

Nodo: 27
Descripción Nodo: Envasado B
Tipo Caja: True (automático)
Impresora Caja: HIS_M
Tipo Palé: True (automático)
Impresora Palé: N_M
Tiempo Microparo: 0
Empresa: 0020
Tipo Maquina: Manual
Unidades a notificar: CAJ
PPA Tagname: PAS
PC destino: ""

5.6 Integración con campo

La RTDS (Real Time Data Server) es como su nombre indica el Servidor de Datos en Tiempo Real, por lo que aquí se han definido o importado (en el caso de las variables de Batch, mediante el OPC Browser) todas las variables (internas y externas) que necesitamos para la gestión de la planta.

La diferencia entre una variable interna y una externa está en que la segunda tiene habilitada la pestaña RTDS, donde se han de especificar tres campos:

- Nombre del OPC
- Variable del PLC
- Tipo de lectura (device, cache o advise)

La selección del tipo de lectura es muy importante para obtener un rendimiento correcto del driver:

- **Modo Device:** el OPC Server se ha definido para que lea los tags directamente de campo (sin pasar por la cache) sólo cuando el cliente OPC requiere la lectura. Este modo es generalmente el que más tiempo consume, ya que no es posible una optimización por parte del OPC Server.
- **Modo Cache:** es el modo por defecto. En este modo, el Servidor OPC define y lee grupos de tags y guarda sus valores en un área interna de memoria (la cache). Cuando el cliente OPC requiere los valores, el Servidor OPC saca los valores de la cache y se los manda al cliente.
- **Modo Advise:** el cliente OPC no pide los valores, sino que al cambiar los valores, el Servidor OPC llama al cliente y envía el nuevo valor directamente a la RTDS.

En todos los casos se están leyendo en modo Cache, excepto en el caso de los terminales de fichaje, donde la lectura es en modo Device.

Para la comunicación con todas las máquinas de la planta se están usando cuatro OPCs:

- **OPC.SimaticNET:** el que nos permite comunicarnos con todos los PLCs de Siemens de la planta (la mayoría).
- **OMRON.OpenDataServer.1:** es el que nos permite conectarnos con los PLCs de OMRON (por ejemplo el de la S16).
- **OPCServer.WinCC.ACS0S01:** el que nos permite comunicarnos con BATCH.

- **OPC.Siemens.XML:** el que nos permite comunicarnos con los terminales de fichaje de Oficinas y Logística.

A continuación se van a listar las variables externas definidas por tipos de máquinas.

Reactores

Para cada reactor tenemos las siguientes señales:

xx_BATCH_STATUS: indica en cada momento el estado del reactor, es decir, si está o no funcionando.

xx_BATCH_TIME: tiempo de ejecución del batch, es el que después se le notifica a SAP (al finalizarse la orden).

xx_CANTIDAD_REAL_in: es la cantidad real en el batch.

xx_DESC_MAT: descripción del material del reactor.

xx_DESCARGA: bit que al activarse indica el fin de la orden y por tanto fuerza la notificación a SAP.

xx_PESO_NETO: es el peso supuesto para el batch.

xx_UNIT_OCCUPIED: bit que nos indica si el batch está ocupado o vacío.

xx_UNIT_VBA_NAME: número de la orden que se está realizando en el reactor.

Además de estas señales también existen otras para el control de calidad y que dependen del reactor. Para cada control de calidad (pH, viscosidad, etc.) tenemos tres variables, xx_VAL (al valer 1 indica que se han de guardar los datos), xx_PROD (el producto que se ha añadido), xx_QTY (la cantidad del producto que se ha añadido).

Al realizarse el control de calidad el operario introduce los valores de las distintas variables a almacenar y el sistema MES los guarda.

Sopladoras

Para cada sopladora tenemos las siguientes señales de campo:

xx_PLCST: variable de estado de la máquina.

xx_CONT_PLC: contador de las sopladoras que nos servirá a la hora de realizar las notificaciones de cantidad.

Además, para tres de las sopladoras (las que pueden ir a SILO, Aut-2, Aut-3 y Aut-4) tenemos:

xx_PLC_SILO_CONEX: nos indica a qué silo está conectada la máquina.

Inyectoras

Para cada una de las máquinas inyectoras tenemos las siguientes señales:

xx_PLCST: variable de estado de la máquina.

xx_CONT_PLC: contador de las sopladoras que nos servirá a la hora de realizar las notificaciones de cantidad.

S-16

Esta es una máquina automática tanto en tiempos como producciones.

El estado de la máquina se toma de su envasadora que nos proporciona las siguientes señales:

S_16__BLOCKED: bit que nos indica si la máquina está bloqueada.

S_16_PLCST: señal de estado (1 activa, 0 parada).

Y para la producción, las señales se toman de la paletizadora que nos indica:

S_16_NTFYPALET: bit que nos indica que se ha de notificar una cantidad.

S_16_QTYNTFY: cantidad a notificar (en cajas)

S_16_TOTE_SILO: indica si las botellas vienen de tote o de silo.

S_16_PLC_SILO_CONEX: en el caso que las botellas vengan de silo nos indica de cual.

S_16_CONT_PLC

Además esta máquina tiene asociadas las señales de CIP/PIG (limpiezas):

S_16_PLC_CIPINI: inicio de CIP

S_16_PLC_CIPFIN: fin de CIP

S_16_PLC_PIGINI: inicio de PIG

S_16_PLC_PIGFIN: fin de PIG

UNI y DUO

Estas máquinas también son automáticas en tiempo y producción.

El estado de las máquinas de nuevo se toma de las envasadoras:

xx_BLOCKED: bit que nos indica si la máquina está bloqueada.

xx_PLCST: señal de estado (1 activa, 0 parada).

Pero ahora la paletizadora es común para ambas con lo que comparten las señales para el cálculo de producciones:

UNI_DUO_SELECLINEA: señal que nos indica cuál de las dos líneas está usando actualmente la paletizadora (a la que hay que asociar la producción).

UNI_DUO_MARCHAPARO: estado de la paletizadora.

UNI_DUO_NUMCAJAS: número de cajas a notificar.

UNI_DUO_PALETLISTO: señal que nos indica la finalización de un palé (para su notificación).

Además, estas líneas al igual que la anterior también tienen señales de CIP/PIG:

xx_PLC_CIPINI: inicio de CIP

xx_PLC_CIPFIN: fin de CIP

xx_PLC_PIGINI: inicio de PIG

xx_PLC_PIGFIN: fin de PIG

Terminales de fichaje

Finalmente encontramos una serie de señales de los terminales de fichaje, tanto de logística como de oficinas:

xx_COD_TAR: contiene el código de la tarjeta leída.

xx_COD_INCIDENCIA: indica el código de incidencia seleccionado por el usuario.

xx_ERROR: bit que indica que ha habido un error (con lo que aparece un mensaje en la pantalla).

xx_FICHAJE_ENTRADA: bit que se pone a uno cuando el fichaje es de entrada.

xx_FICHAJE_SALIDA: bit que se pone a uno cuando el fichaje es de salida.

xx_OK: bit que indica que el fichaje ha finalizado correctamente (con lo que aparece un mensaje en la pantalla).

5.7 Integración con BATCH

El sistema MES descarga a Batch cada hora, mediante unos métodos de la PCELL, las órdenes de producción descargadas a su vez de SAP, indicando la orden, el equipo (que puede ser modificado), el código de material para que el sistema Batch pueda vincular la receta y la cantidad con las unidades.

Es entonces el sistema Batch el que indica el inicio y el fin de la producción proporcionando la cantidad exacta producida y el tiempo que ha tardado en realizarla. Para todo esto se usan las variables que se han mencionado en el apartado anterior.

5.8 Proyecto PPA

Como se ha comentado anteriormente el PPA es el componente de historización de variables y aquí se ha usado para dos cuestiones:

- Estados de máquina
- Controles de calidad de Batch

Para ello, en primer lugar se ha creado un proyecto (PPA_AB) con cuatro bases de datos online (que acaban siendo cinco ya que el sistema añade una para configuración de las on-line) con una capacidad de 200MB y una duración de 122 días.

Y entonces se ha configurado el proyecto para cubrir las dos cuestiones mencionadas, tal y como se va amstrar en los siguientes puntos.

Por último, una vez el proyecto está completamente configurado, hay que aprobarlo, y es entonces cuando se puede arrancar y así empezar a captar las señales.

5.8.1 Estados de máquina

La gestión de los estados de máquina es distinta según si la máquina es manual o automática (en tiempo), es decir, si nos proporciona una señal (MAQ_PLCST) que nos indica en cada momento su estado.

En cualquier caso, se ha creado para todas las máquinas una variable llamada PPA_ST_MAQ (en el PPA) que apunta a las variables MAQ_PPAST y que guarda su valor cuando hay algún cambio.

En el caso de las máquinas manuales este cambio no se produce nunca, pero al realizarse una notificación manual de tiempo, desde el Production Modeler se guarda un nuevo valor (el tiempo notificado en segundos) en la base de datos para ésta.

En el caso de las máquinas automáticas el procedimiento es otro. En primer lugar hay que tener en cuenta que no todos los paros hay que registrarlos ya que hay algunos que son considerados microparos. Es por ello que se ha definido también una variable por máquina, llamada MAQ_MICROPARO, que contiene el número de segundos mínimo que ha de durar un paro para que se considere como tal.

Entonces, cuando se produce un cambio de estado, hay una tarea del Data Engine (ESTADO_NOCIP, ver apartado 5.13) que lo que hace es:

- Si el nuevo estado es marcha (MAQ_PLCST = true) entonces:
 - Pone el estado de la máquina como EJECUCIÓN.
 - MAQ_PPAST = 1 (si es un cambio de estado – antes valía 0 – se registrará en el PPA).
 - Y pone el contador (que cuenta los segundos que la máquina está parada hasta llegar al valor del microparo) a 0.
- Si el nuevo estado es paro (MAQ_PLCST = false) entonces:
 - Si el valor del contador es mayor que la variable microparo:
 - Pone el estado de la máquina como PARO.
 - MAQ_PPAST = 0 (si es un cambio de estado – antes valía 1 – se registrará en el PPA).
 - Si el valor del contador es menor que la variable de microparo lo incrementamos.

Por último, cabe destacar que cuando haya que notificar tiempo, el cálculo se hará de distinto modo según el tipo de máquina. Si es manual, se suman directamente todos los valores introducidos para esa máquina en el periodo de tiempo indicado.

Mientras que si la máquina es automática hay que calcular los tiempos que la máquina ha estado en marcha, es decir calcular la diferencia de tiempo entre los registros de marcha (valor en la tabla es 1) y los de paro (valor en la tabla es 0) y sumarlos.

5.8.2 Controles de Calidad de Batch

En este caso lo que se ha creado es un nuevo *Custom Object* (una tabla) con los siguientes parámetros:

- BATCH: identificador del Batch que se está realizando que se corresponde con la OF de nuestro sistema.
- PARAM_NAME: nombre del parámetro que se está controlando (pH, viscosidad...).
- PARAM_VALUE: valor que toma el parámetro.
- PRODUCT: producto que se añade.
- PRODUCT_QTY: cantidad que se añade del producto.

Y en este caso la gestión no se lleva a cabo desde el PPA sino que es el Production Modeler el que guardará los valores cuando sea necesario.

5.9 Integración con SAP

El DIS, tal y como se ha comentado anteriormente, es el componente que nos permite conectar el sistema MES con el exterior, en este caso con el sistema ERP (SAP).

Para ello se ha creado un proyecto DIS en el que se han definido una serie de conectores que veremos a continuación (según el sentido de la comunicación) y que permiten el intercambio de información entre ambos sistemas, a través de SAP XI.

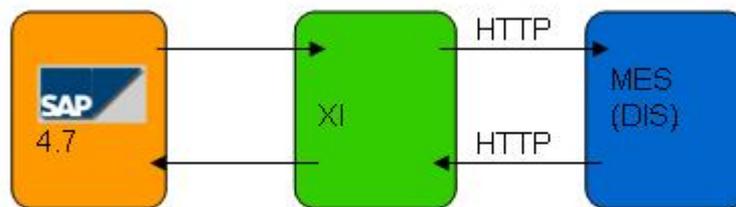


Ilustración 5-18: Comunicación entre los sistemas MES y ERP (SAP)

5.9.1 Comunicación SAP → MES

Con el propósito de permitir la comunicación en este sentido se han creado dos conectores. El primero de ellos es el llamado ERP-INPUT que es del tipo *File System Server* y el otro, el PM.

El primero es el que se encarga de coger los mensajes xml que llegan a la carpeta ERP-INPUT desde SAP e introducirlos en el sistema proporcionando además el tipo y esquema del mensaje. Para ello se ha configurado del siguiente modo:

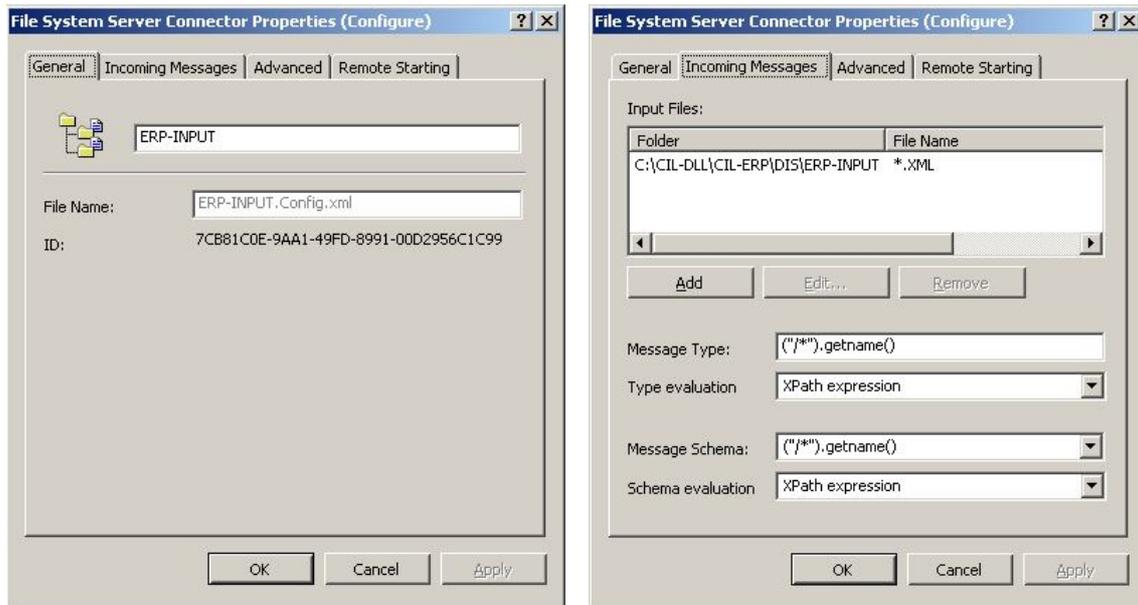


Ilustración 5-19: Configuración Conector ERP-INPUT

Una vez el mensaje está en la base de datos del DIS, es el conector PM el que según el tipo y el esquema de éste, decidirá si se ha de notificar ese mensaje al Production Modeler o no, dependiendo de si éstos los tiene definidos:

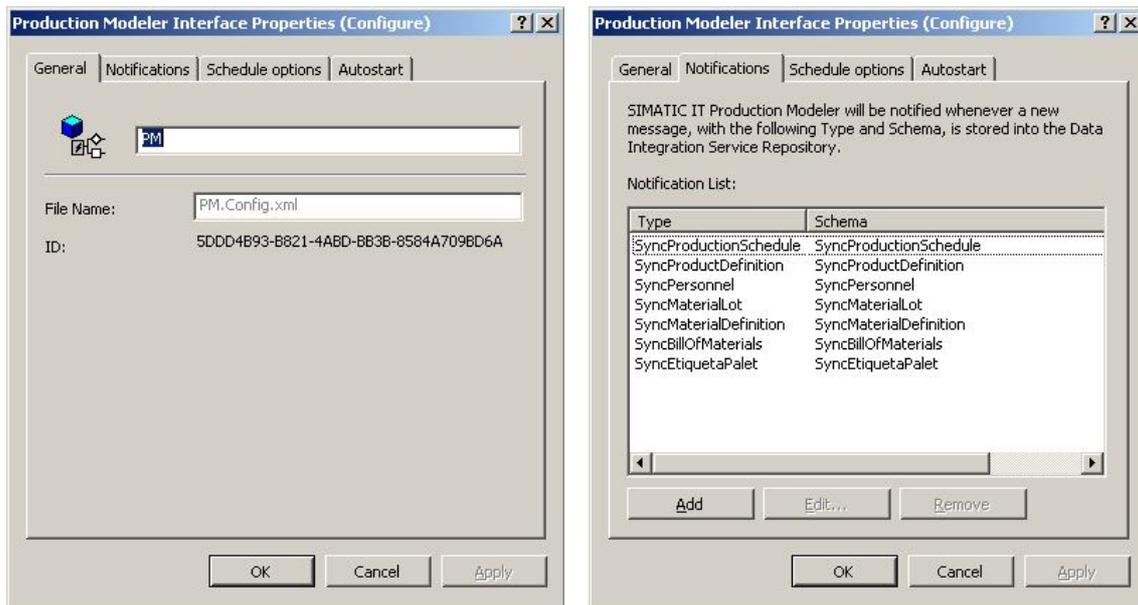


Ilustración 5-20: Configuración conector PM

5.9.2 Comunicación MES → SAP

Para la subida de datos del sistema MES a SAP, se han creado tres conectores *HTTP Client* en los que se ha especificado la URL, el usuario y la contraseña:

- HTTP-PORD-PERF: para las notificaciones de producción.
- HTTP-NEXT-PO: para las notificaciones de próxima producción.
- HTTP-PERSONAL-TO-SAP: para las notificaciones de fichaje de personal.

Además de éstos, también se ha creado un conector *File System Client* que guarda todos los mensajes enviados a SAP en la carpeta ERP-OUTPUT, y que ha sido configurado como se ve a continuación:

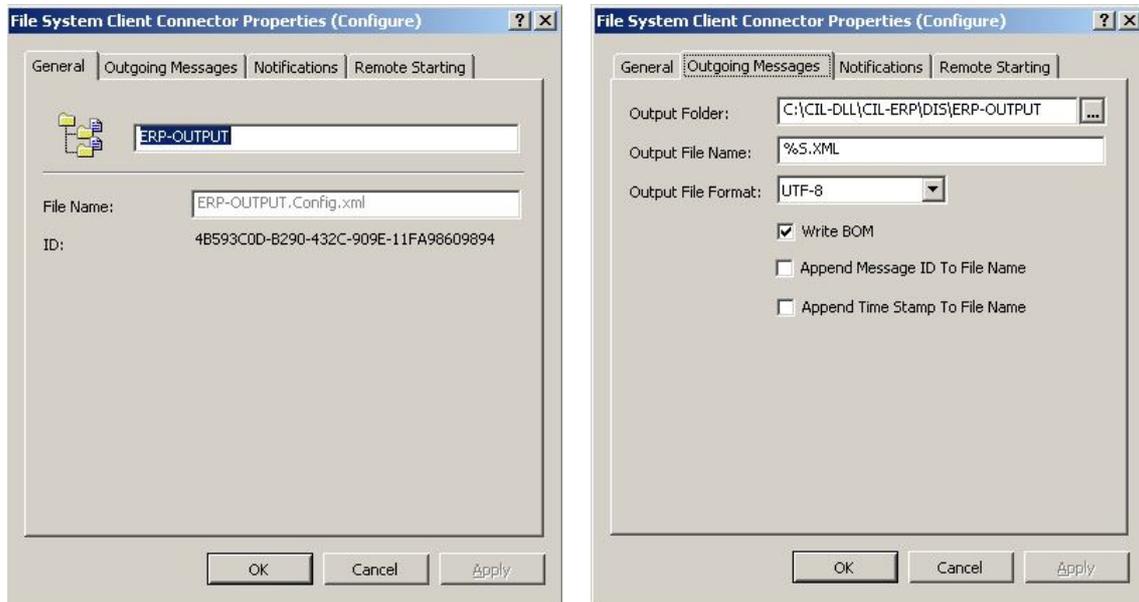


Ilustración 5-21: Configuración conector ERP-OUTPUT

5.10 Reglas (PM)

A continuación se van a comentar las distintas reglas usadas en el proyecto, tanto de CILs (Cross Industry Libraries), que son las librerías predeterminadas que proporciona SIMATIC IT, como las realizadas específicamente para este proyecto.

Como se verá, dependiendo del tipo de máquina y de los atributos de éstas se trabajará con unas reglas u otras o se realizarán acciones diversas.

5.10.1 Librerías

Como se ha comentado anteriormente, en el Production Modeler se trabaja mediante librerías que pueden ser estándares o personalizadas para el cliente. Entre las estándares de producto, llamadas CIL, y que se han usado en este proyecto encontramos:

- CIL-COI: gestión de los *custom objects* (tablas custom del PPA).
- CIL-EQU: para la definición de equipos (junto con CIL-EQU-ST, CIL-EQU-TF, CIL-EQU-TP).
- CIL-ERP: es la encargada de la interacción con el ERP (SAP).
- CIL-PRM: gestión de personal (fichajes...).
- Algunas de estas librerías han sido modificadas para cumplir con los requisitos del cliente, con lo que se han creado:
- S-CIL-ERP: modificación de la CIL-ERP.
- S-CIL-PRM: modificación de la CIL-PRM.

Y finalmente encontramos las librerías específicas creadas para este proyecto que son:

- S-GESTION-OF: es la librería creada para la gestión de órdenes.

- AB: es la librería que gestiona los reactores.

5.10.2 Interfaz con SAP

Para la interacción con SAP se usan principalmente dos reglas, la ERP-DATA-INPUT (en la recepción de mensajes) y la ERP-SEND-MESSAGE (para el envío), ambas procedentes de la CIL-ERP y en el caso de la primera, personalizada para cumplir con los requisitos de este proyecto. Pero a su vez la ERP-DATA-INPUT llama a una serie de reglas para procesar los mensajes que recibe de SAP y que también veremos a continuación.

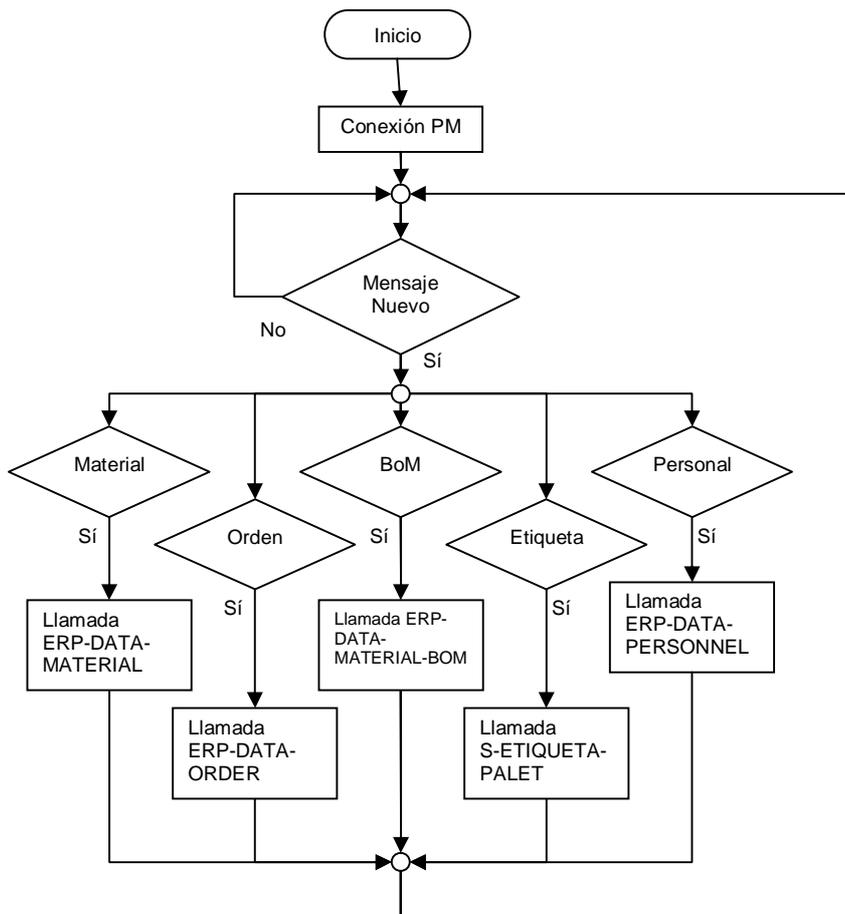
Todas éstas, excepto la llamada S-ETIQUETA-PALET, proceden de la CIL-ERP.

En el Anexo B se pueden encontrar los ficheros que envía SAP en cada uno de los casos.

ERP-DATA-INPUT

Esta regla se lanza automáticamente al arrancar el Production Modeler. Entonces realiza la conexión del Conector PM y entra en un bucle infinito en el que espera la llegada de mensajes.

Al recibir un mensaje (de SAP), comprueba de qué tipo es, órdenes, materiales, BoMs o etiquetas de palé (es lo que se ha añadido) y lanza la regla correspondiente a la acción a llevar a cabo.



ERP-SEND-MESSAGE

Esta regla recibe el mensaje a enviar a SAP, crea el mensaje de confirmación, y lo envía mediante el método *Send Message* del DIS (dirigirse al Anexo C para ver los mensajes).

Argumentos de entrada:

- strMessage: el mensaje a enviar a SAP.
- strMessageType: el tipo de mensaje a enviar a SAP (de los configurados en el conector PM).
- strSchema: esquema del mensaje a enviar a SAP (de los configurados en el conector PM).

ERP-DATA-MATERIAL

Esta regla es llamada cuando SAP envía un nuevo material o la modificación (de la descripción) de uno ya existente (dirigirse al Anexo para ver un ejemplo).

Así, lo primero que hace es obtener el mensaje y comprobar si el material al que hace referencia existe ya o no.

Si existe, debido a una petición del cliente, se ha modificado la regla para que no cree una nueva versión sino que modifique únicamente la descripción de la versión actual.

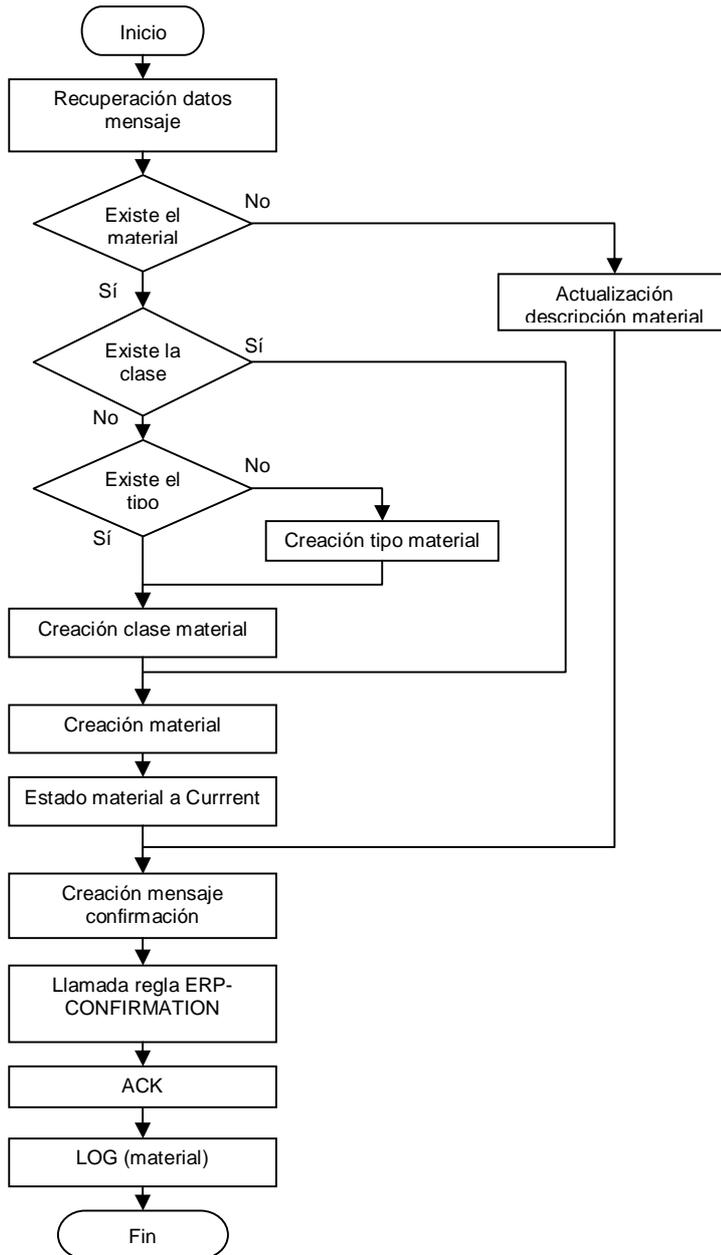
Si por el contrario no existe, lo crea con los datos proporcionados, aprueba la versión y la establece como la Actual.

En cualquier caso, al final se realiza un acknowledgement para que el DIS no se quede bloqueado.

Argumentos de entrada:

- intID: identificador del mensaje.
- strMessageType: tipo del mensaje (definido en el conector PM del DIS).
- strMessageSchema: esquema del mensaje (definido en el conector PM del DIS).
- intTimeOut
- intAckID: identificador del mensaje de acknowledge.

En el Anexo B.2 se puede ver un ejemplo de mensaje enviado por SAP para la creación de un nuevo material.



ERP-DATA-ORDER

Esta regla es llamada cuando llega una nueva orden de producción, con el material, la cantidad y la máquina que la ha de producir entre otros datos.

Una vez más, lo primero es transformar el mensaje y a continuación comprobar que el orden no existe, y que el material y la máquina existen. A continuación se crea el orden con todas las propiedades especificadas en el mensaje y se envía el ack.

En el Anexo B.1 se puede ver un ejemplo de mensaje enviado por SAP para la creación de una nueva orden de producción.

ERP-DATA-PERSONNEL

Es la regla encargada de la introducción/modificación de los datos del maestro de personal.

Si hay algún fallo con algún usuario/operario la regla ERP-CONFIRMATION, que ha sido modificada a tal efecto, escribirá su identificador y el motivo del error en un fichero txt (uno por cada iDOC de entrada).

En el Anexo B.5 se puede ver un ejemplo de mensaje enviado por SAP para introducción/modificación del maestro de personal.

ERP-DATA-MATERIAL-BOM

Esta regla es llamada cuando SAP envía un fichero de Bill Of Materials.

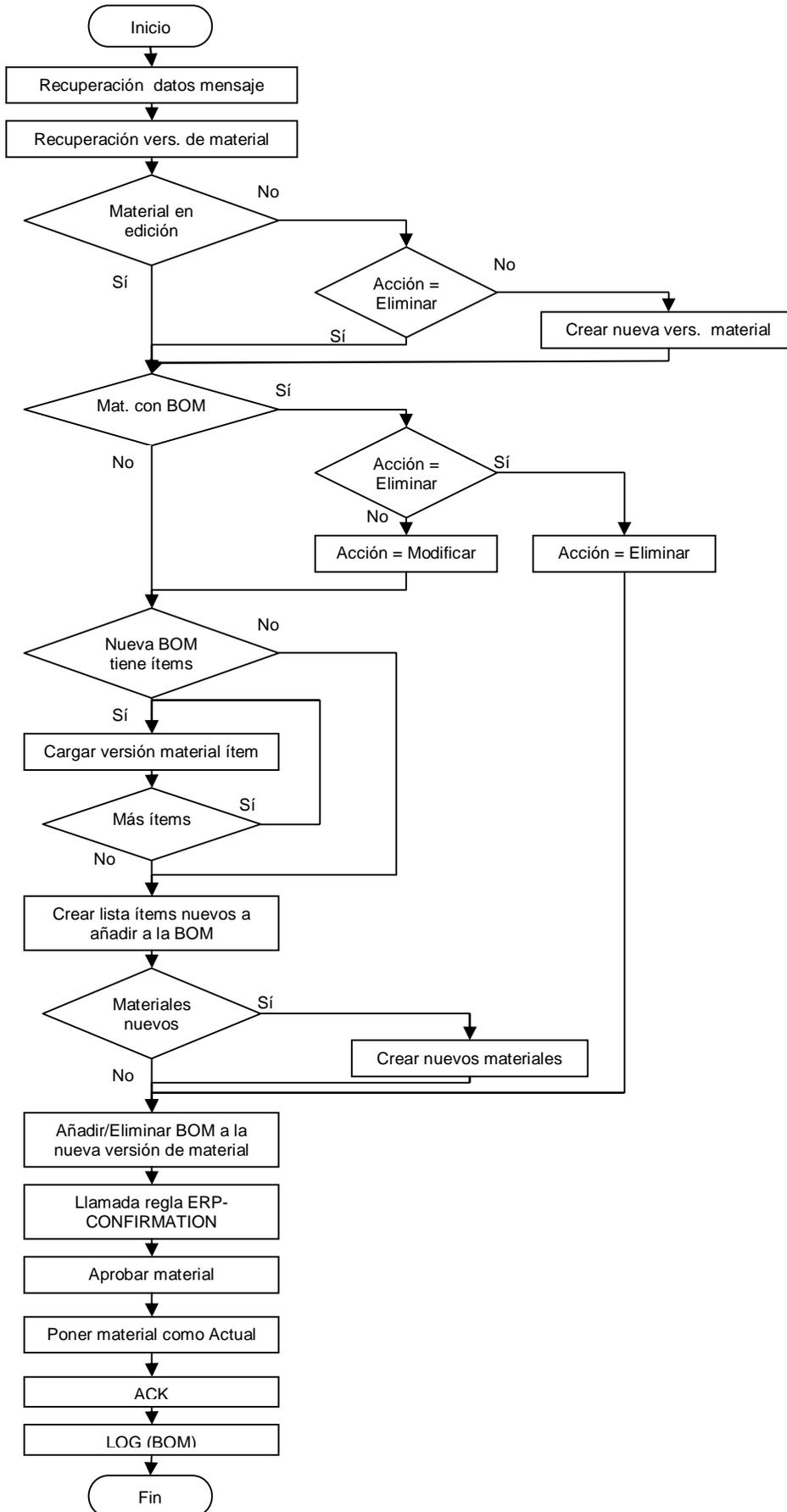
En primer lugar obtiene el mensaje y lo transforma (mediante un fichero XSLT) para que sea comprensible. Entonces comprueba que el material al que se pretende asociar la BoM existe. Si es así, compara los ítems de la BoM del material y los nuevos y los añade, modifica o elimina según corresponda. Finalmente reconoce el mensaje.

Para que la BOM se cree/modifique, todos los materiales que contiene han de estar presentes en el maestro de materiales.

Argumentos de entrada:

- intID: identificador del mensaje.
- strMessageType: tipo del mensaje (definido en el conector PM del DIS).
- strMessageSchema: esquema del mensaje (definido en el conector PM del DIS).
- intTimeOut
- intAckID: identificador del mensaje de acknowledgement.

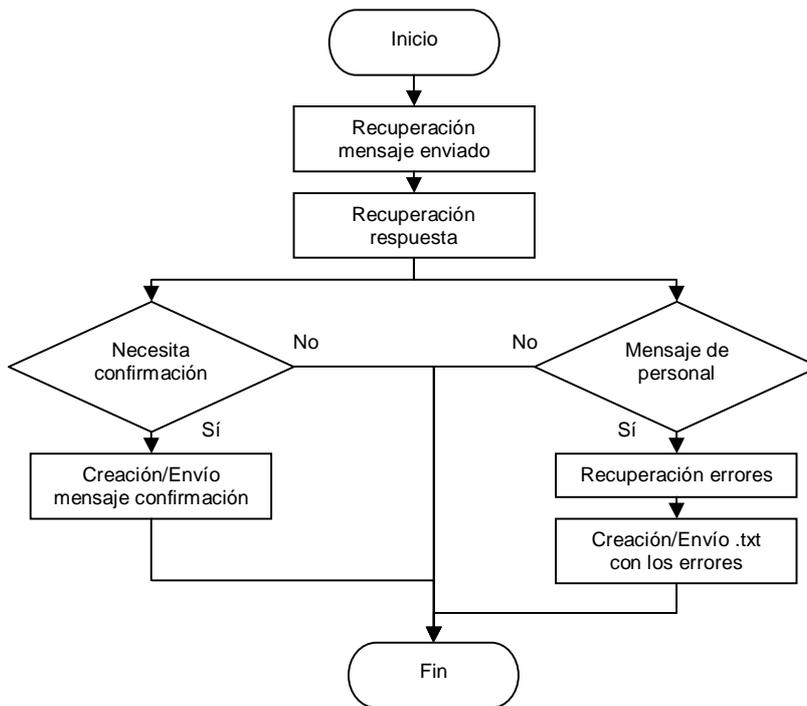
En el Anexo B.3 se puede ver un ejemplo de mensaje enviado por SAP para creación/modificación de una Bill of Materials.



ERP-CONFIRMATION

Regla que envía un mensaje de confirmación (a través del conector EPR-CONFIRM del DIS) al crear/modificar un material, una BOM o una orden.

Ha sido modificada para que al ser llamada desde la regla ERP-DATA-PERSONNEL, no sólo cree el mensaje de confirmación, sino también un .txt que contenga los errores que se han producido (si los ha habido) durante la introducción/modificación de personal, especificando el operario y el error.

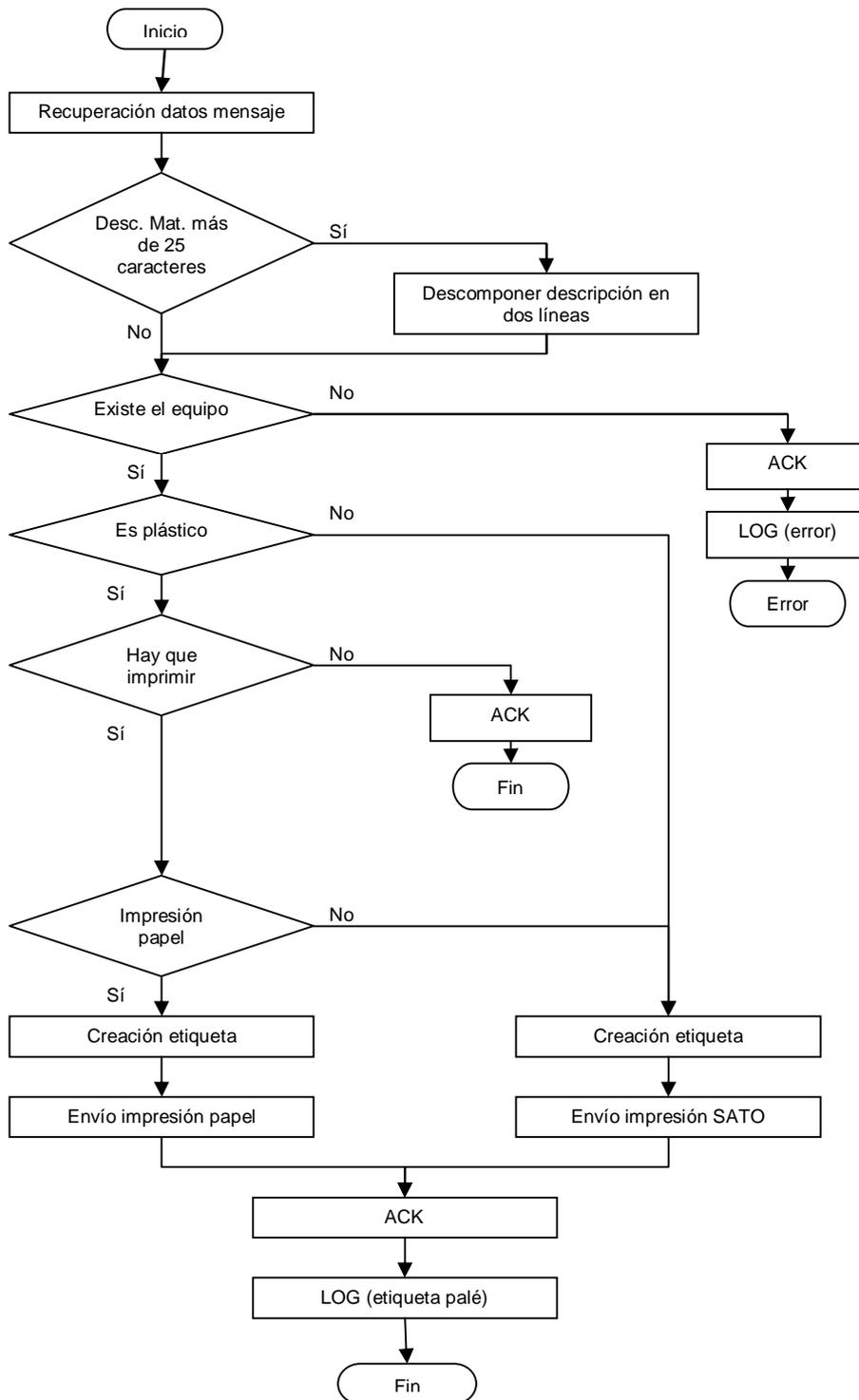


S-ETIQUETA-PALET

Cuando SAP envía los datos de una nueva etiqueta de palé como consecuencia de una notificación de producción (ya sea manual o automática), esta regla es llamada.

Se encarga de procesar el fichero y enviarle los datos con el formato correcto (en el caso de las máquinas de plástico puede ser para impresora SATO, para impresora de papel o incluso puede ser que no se quiera impresión) a la impresora adecuada (la que le corresponda a la máquina que está ejecutando la orden).

En el Anexo B.4 se muestra un ejemplo de mensaje enviado por SAP para la impresión de una etiqueta de palé.



5.10.3 Gestión de Órdenes

Las órdenes, como se ha visto y se comentó en el capítulo 4, son creadas desde SAP mediante la regla ERP-DATA-ORDER, que nos las introduce en el sistema en estado *Espera*. A partir de ese momento, la gestión se realiza con las librerías S-GESTION-OF y AB (para el caso de los reactores) que en algunos casos recurrirán a reglas de la

librería CIL-ERP para realizar las notificaciones a SAP y recibir las etiquetas de los palés.

En primer lugar vamos a ver las reglas implicadas en los cambios de estado de las órdenes, después de las de notificaciones (de tiempo y cantidad), agruparemos entonces todas las relacionadas con batch y por último se mostrarán las reglas usadas para cubrir las funcionalidades de las anteriormente citadas, es decir, las que se llaman desde las reglas principales.

5.10.3.1 Estado Órdenes

NEXT-PRD

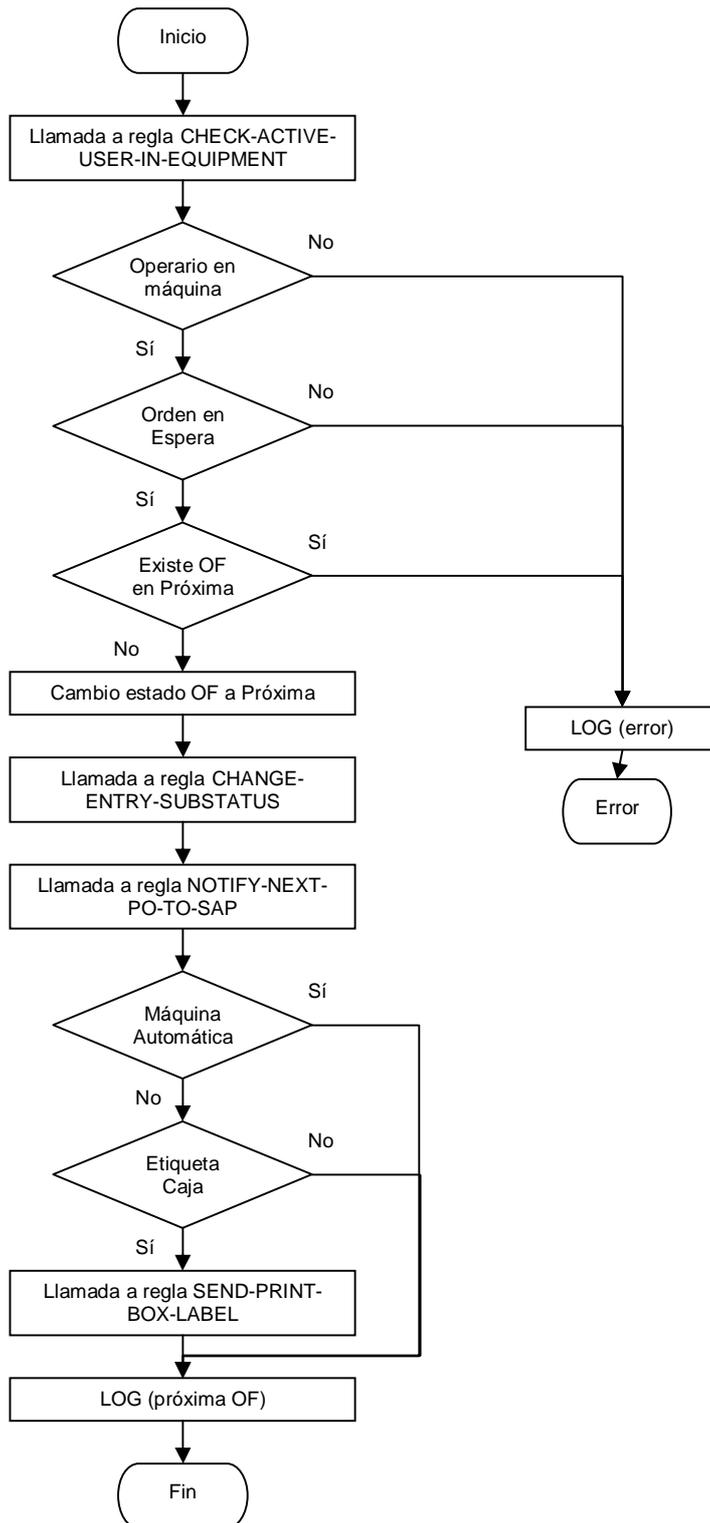
Es la regla usada para modificar el estado de la orden a Próxima. Para ello, en primer lugar hace una serie de comprobaciones como si hay algún operario activo en la máquina, si el estado de la orden es Espera y si no existe otra orden en estado Próxima en la misma máquina. Si se dan estos casos, entonces se modifica el estado de la orden y de la entry y se notifica a SAP que esa es la siguiente orden a fabricar. Además, si es una máquina manual (en lo que se refiere a la encajadora) y si necesita etiquetas de caja, se la envía a la impresora. En el caso de las máquinas automáticas, tal y como se verá, el envío de la etiqueta de caja se realiza al iniciar la orden.

Esta regla se llama desde los nodos de planta y gestión, o bien desde la regla de Inicio de OF (INI-PRD) que veremos más adelante.

Argumentos de entrada:

- XML_INPUT: xml con los datos
- EquipmentId: equipo en el que se quiere poner la orden como próxima.
- OrderId: identificador de la orden que se quiere poner en Próxima.
- EntryId: identificador de la Entry que se quiere poner en Próxima.
- PrintBoxLabels: booleano que nos indica si se han de imprimir etiquetas de caja o no.
- NumBoxLabels: número de etiquetas a imprimir.
- BoxLabelType: formato de la etiqueta, que puede ser short o long.

En el Anexo C.1 se puede ver un ejemplo del fichero que envía MES a SAP.



INI-PRD

Modifica el estado de la orden a Activa, pero para ello antes comprueba que haya algún operario activo en la máquina y el estado de la orden que ha de ser Espera o Próxima.

En el caso que el estado sea Espera, primero realizará el cambio de estado a Próxima (realizando su correspondiente notificación a SAP), siempre y cuando no exista ya otra orden en este estado, en cuyo caso se mostraría un error. A continuación, la regla prosigue del mismo modo que si la orden estuviese ya en estado Próxima, es decir, comprueba si existe alguna orden en estado Activa (y si es así la y realiza una notificación a SAP), y a continuación pone la orden en estado Activa.

Finalmente, dependiendo del tipo de máquina (manual, automática o plástico) realiza distintas funciones.

En el caso que la máquina sea manual, no se imprime etiqueta de caja.

Si por el contrario es una máquina de plástico, no se realiza nada más.

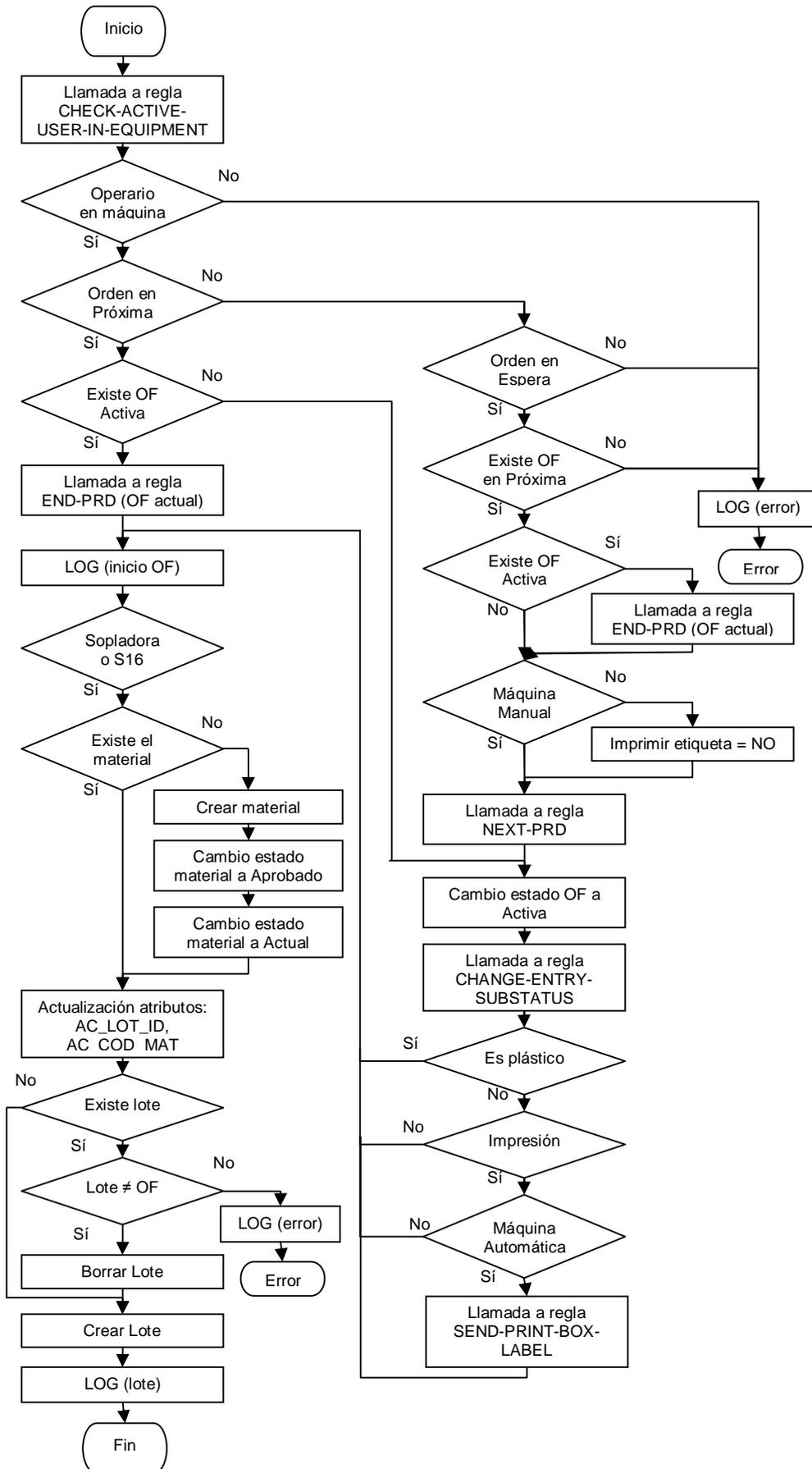
Y si es una máquina automática (no de plástico) y necesita impresión manda a imprimir la etiqueta de caja.

Para la mayoría de las máquinas la regla finaliza aquí, pero en el caso de las sopladoras y de la SERAC-S16, además se crea un nuevo lote y se elimina el anterior.

Esta regla es llamada desde los nodos de planta y gestión, y también desde la regla de Fin de orden (END-PRD) como se verá más adelante.

Argumentos de entrada:

- XML-INPUT: xml con los datos
- EquipmentId: equipo en el que se quiere Activar la orden.
- OrderId: identificador de la orden que se quiere poner Activa.
- EntryId: identificador de la entry que se quiere poner Activa.



END-PRD

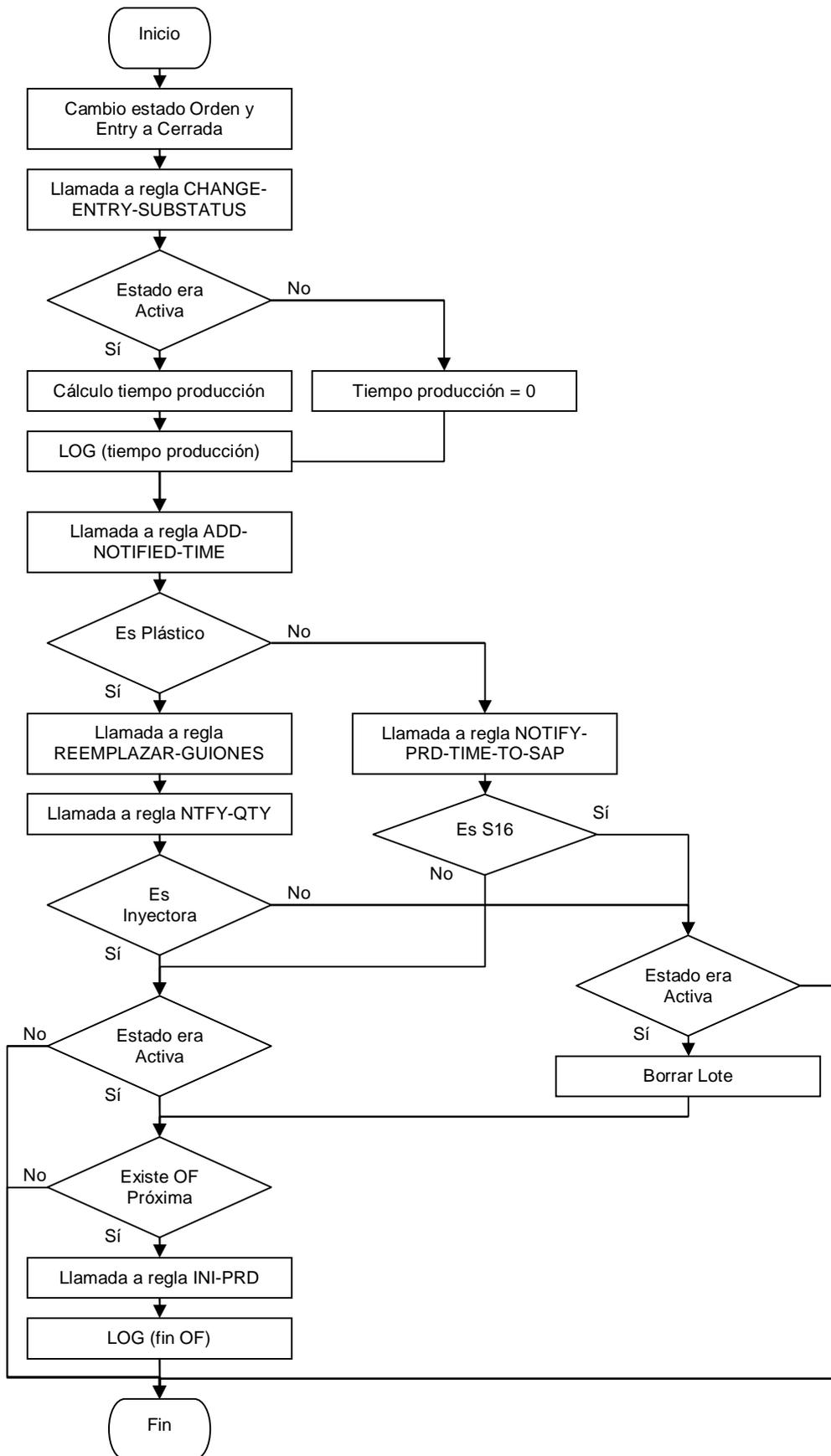
Esta regla es la que finaliza las órdenes (cerrando los lotes si fuese necesario) y realiza las notificaciones de tiempo y producción (dependiendo de las máquinas). Finalmente, si la orden estaba Activa comprueba si existe alguna en estado Próxima, y si es así la Activa automáticamente.

Esta regla es llamada desde los nodos de planta y gestión, o bien desde la regla de Inicio de Orden (INI-PRD) como se ha visto anteriormente.

Argumentos de entrada:

- XML-INPUT: xml con los datos
- EquipmentId: equipo en el que se quiere Activar la orden.
- OrderId: identificador de la orden que se quiere poner Activa.
- EntryId: identificador de la entry que se quiere poner Activa.

En el Anexo C.4 se muestra un ejemplo del mensaje que envía MES a SAP al realizar la notificación de cierre de orden de fabricación.



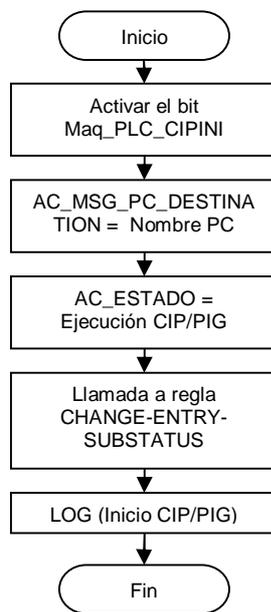
INI-CIP/INI-PIG

Activa el bit de CIP/PIG en el PLC y modifica el estado de la orden y la entry a Ejecución CIP/PIG. Mientras la máquina esté en este estado, es decir, hasta que no se produzca un FIN-CIP/FIN-PIG se considerará que la máquina está parada (en cuanto a notificaciones de tiempo a SAP se refiere).

Estas reglas se llaman únicamente desde los terminales/nodos de planta.

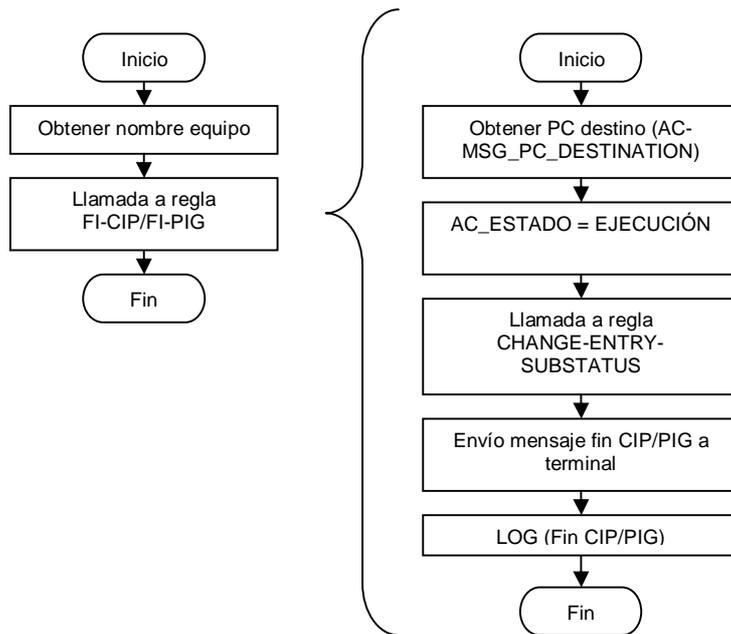
Argumentos de entrada:

- XML-INPUT: xml con los datos
- EquipmentId: equipo en el que se va a realizar el CIP/PIG.
- ComputerName: nombre del terminal al que hay que mandar el mensaje conforme se ha iniciado el CIP/PIG en la máquina.



FIN-CIP/FIN-PIG

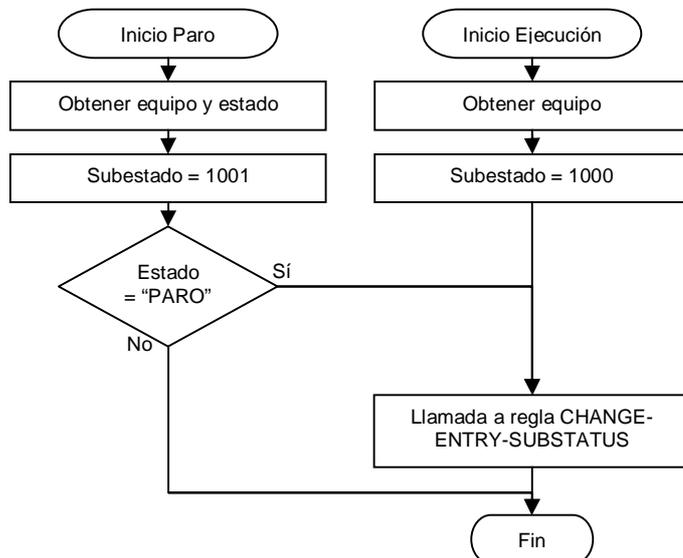
Estas reglas se activan cuando el PLC de CIP/PIG activa el bit Maq_PLC_CIPFIN o Maq_PLC_PIGFIN. Entonces lo que hace es obtener la máquina que ha activado el bit y lanza la regla FI-CIP/FI-PIG que es la que modifica el estado de la entry (a MARCHA o PARO, según corresponda) y envía un mensaje al terminal de la máquina avisando de que el CIP/PIG ha finalizado.



CHANGE-STATUS-AUTO

Esta regla, lanzada únicamente por las máquinas automáticas en tiempo, llama a la regla CHANGE-ENTRY_SUBSTATUS con los parámetros adecuados de modo que modifique el subestado de la entry.

Es lanzada automáticamente por los eventos EJECUCIÓN y PARO que se generan al cambiar la variable MAQ_PPAST de 0 a 1 y viceversa respectivamente.



5.10.3.2 Notificaciones

En los Anexos C.2 y C.3 se muestran dos ejemplos de notificaciones, de producción, y de producción y tiempo, respectivamente.

NOTIFY-END-OF-SHIFT

Esta regla es lanzada al final de cada turno (6:00, 14:00, 22:00), mediante el trigger TURNO_EVENTO (generado con una tarea del Data Engine).

Desde ésta en primer lugar se recuperan las órdenes que están activas y a continuación se entra en un bucle que se repetirá tantas veces como órdenes activas existan.

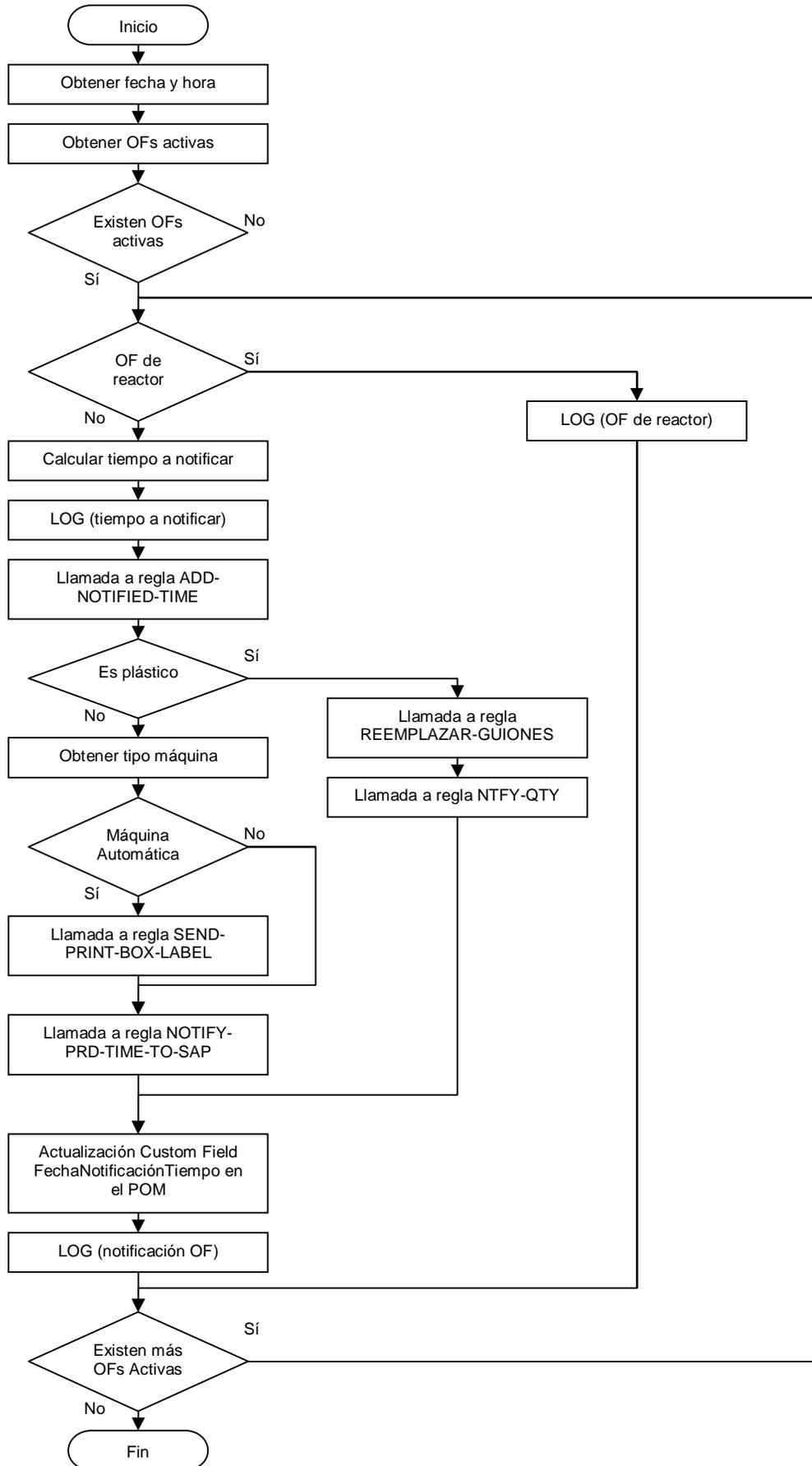
Dentro del bucle, dependiendo del tipo de máquina, el comportamiento varía.

Si es un reactor, no se hace nada.

Sino, en primer lugar se obtiene la fecha y hora de la última notificación (si no hubiese se tomaría la hora de inicio de la orden), se calcula el tiempo a notificar y se actualiza éste en el POM (regla ADD_NOTIFIED_TIME).

A continuación si la máquina es de plástico se llama a la regla NTFY-QTY, que es la encargada de realizar la notificación a SAP (de tiempo y producción), y que se verá más adelante.

Si por el contrario, la máquina no es de plástico, se comprueba si es Manual o Automática (en cuanto a producción). Así, si es manual únicamente se notifica tiempo (NOTIFY-PRD-TIME-TO-SAP). Y si es automática primero se envían a imprimir las etiquetas de caja (SEND-PRINT-VOX-LABEL) y después se notifica el tiempo.



ADD-PRD-MAN

Esta regla es la que se llama al realizarse una notificación de producción (y tiempo) desde los nodos de planta.

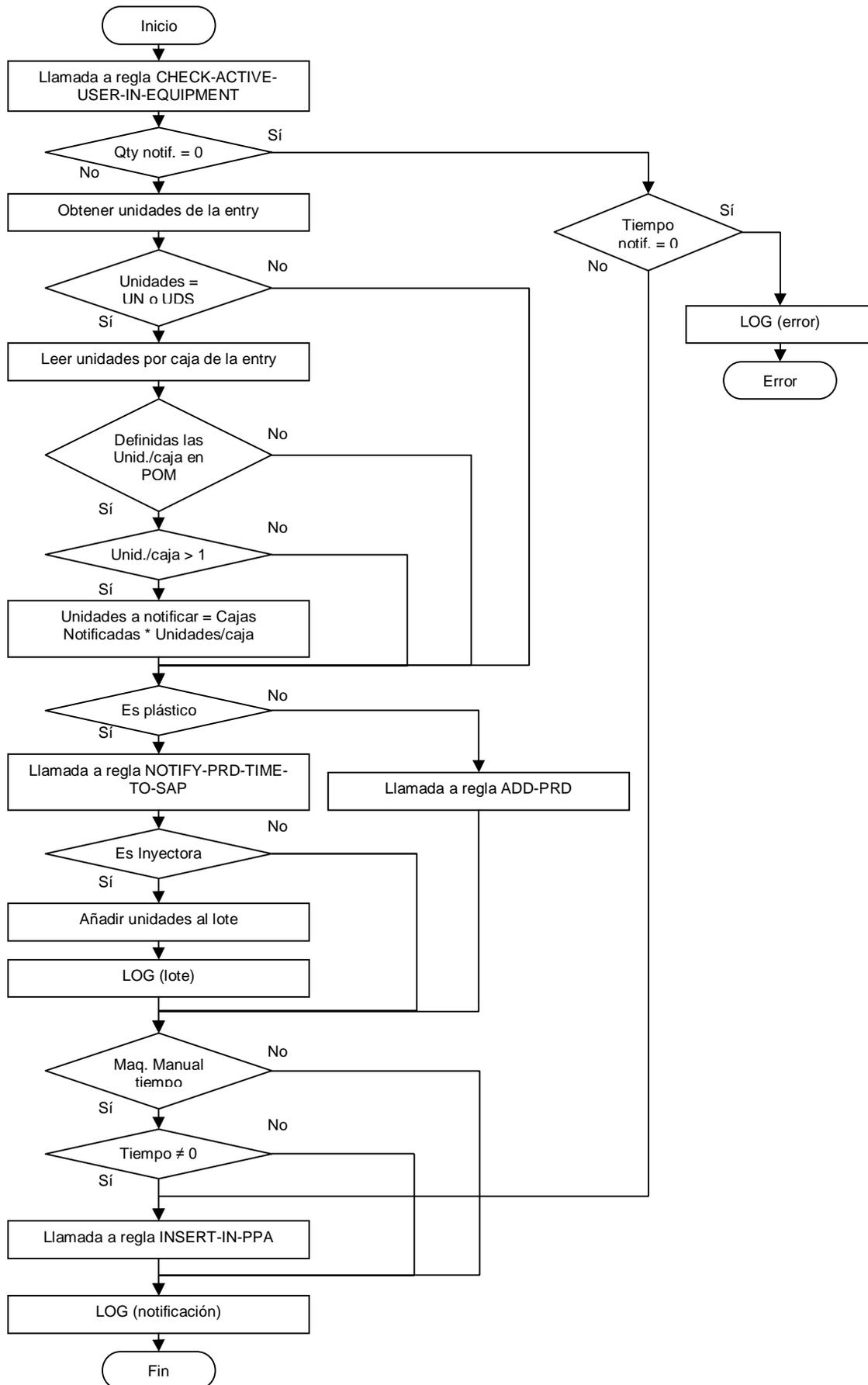
Al iniciarse la regla, lo primero que hace es comprobar si hay algún operario activo en la máquina. Si es así, comprueba si hay que notificar producción (si la cantidad es distinta de cero), sino simplemente guarda el tiempo notificado en el PPA.

Si hay que notificar producción, en primer lugar se transforma la cantidad de cajas a unidades, teniendo en cuenta las cavidades si se trata de una Inyectora.

A partir de aquí, la acción a realizar depende del tipo de máquina. Si no es una máquina de plástico se realiza la notificación de producción y tiempo a SAP y se guarda en el POM, y además, si la máquina es manual se guarda el registro de tiempo en el PPA. Si por el contrario la máquina es de plástico, se realiza la notificación a SAP (si es una sopladora además se añade la cantidad al lote) y después se guarda el tiempo notificado en el PPA (si la máquina es manual).

Argumentos de entrada:

- XML-INPUT: xml con los datos
- EquipmentId: equipo en el que se está realizando la orden de la que vamos a realizar una notificación.
- OrderId: identificador de la orden a la que se asigna la notificación.
- EntryId: identificador de la entry a la que se le asigna la notificación.
- QuantityToNotify: cantidad (en cajas) a notificar.
- TimeToNotify: tiempo (en minutos) a notificar.



ADD-PRD-AUTO

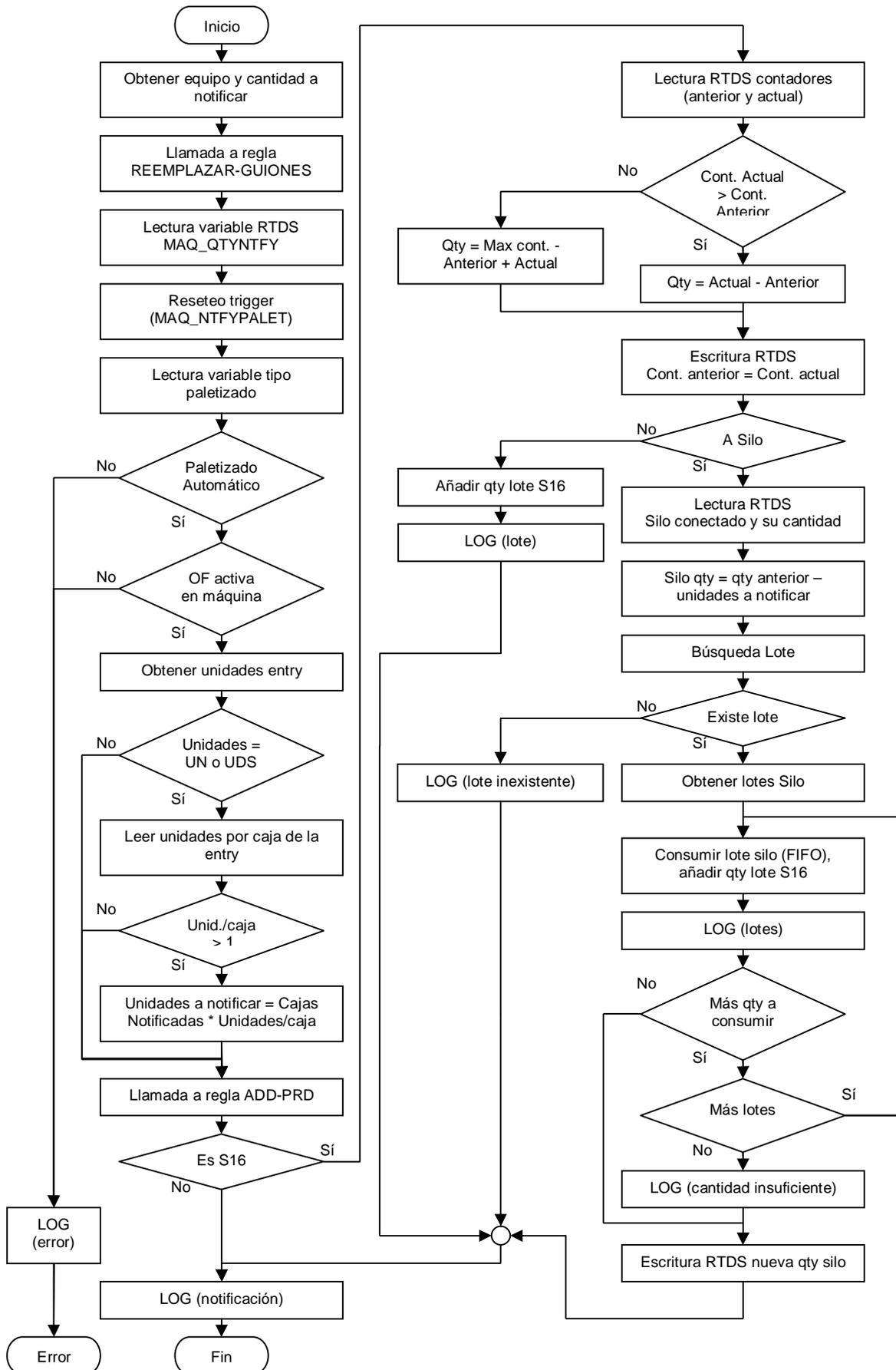
Esta regla, lanzada al activarse el trigger MAQ_NTFY_PALET, es la encargada de realizar las notificaciones de las máquinas automáticas, leyendo el número de cajas que proporciona el PLC de la paletizadora.

Por el momento, aunque los triggers están creados para todas las máquinas, las únicas que pueden trabajar en automático en cuanto a producciones (por ser las únicas que tienen esa variable ligada a campo) son la Duo, la Uni, la S-16, la Men y la S-L

En primer lugar mira si existe una OF activa (sino finalizaría con error ya que no puede asociar las unidades a ninguna orden) y realiza la transformación (si es necesario) de cajas a unidades. Finalmente realiza la notificación a SAP y actualiza la cantidad en el POM.

En el caso de la S-16 además se calcula el número de botellas realizadas desde la última notificación mediante contadores, y dependiendo de si la máquina está conectada a tote o silo se añade únicamente el número de botellas al lote, o además se resta del silo.

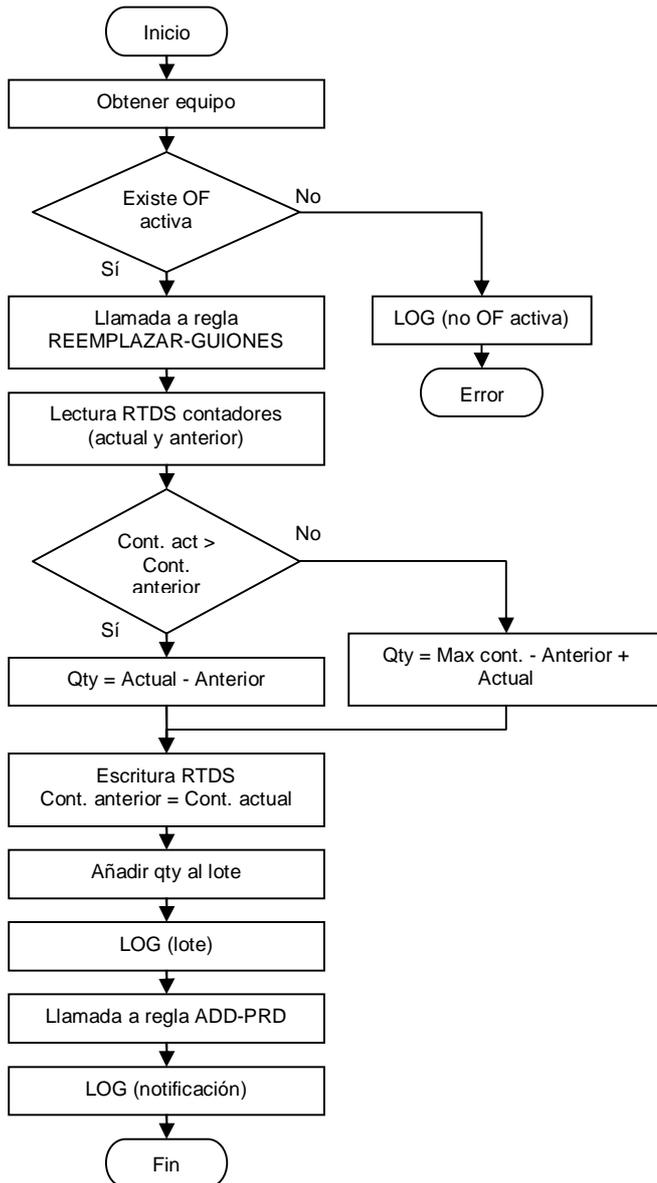
De momento el consumo de silo está deshabilitado, pero la regla se ha preparado para la segunda fase en la que se realizará la trazabilidad de los materiales.



ADD-PRD-AUTO-PLASTICO

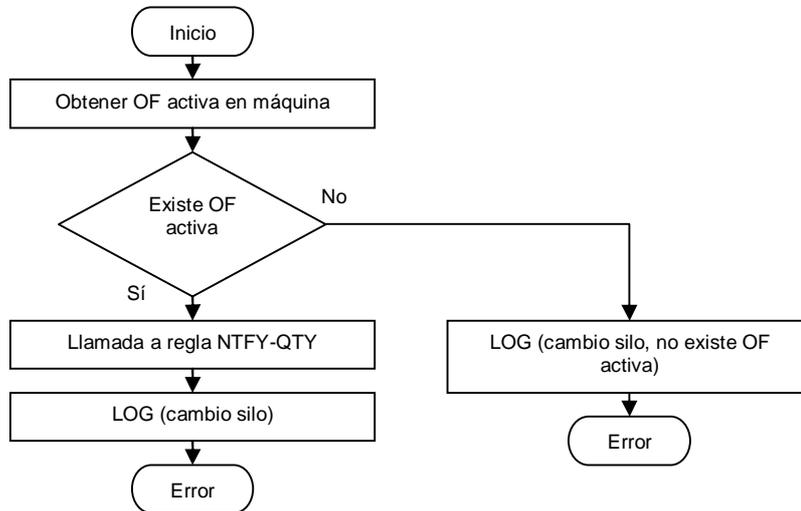
La regla es lanzada con la activación de la variable binaria MAQ_FIN_TOTE pensada para todas las máquinas de plástico (Inyectoras y Sopladoras) aunque de momento no se han ligado con el campo.

Comprueba que exista una orden activa y lee los contadores (actual y último), añade la diferencia al lote y finalmente realiza la notificación a SAP, actualizando también la cantidad en el POM.



CAMBIO-SILO

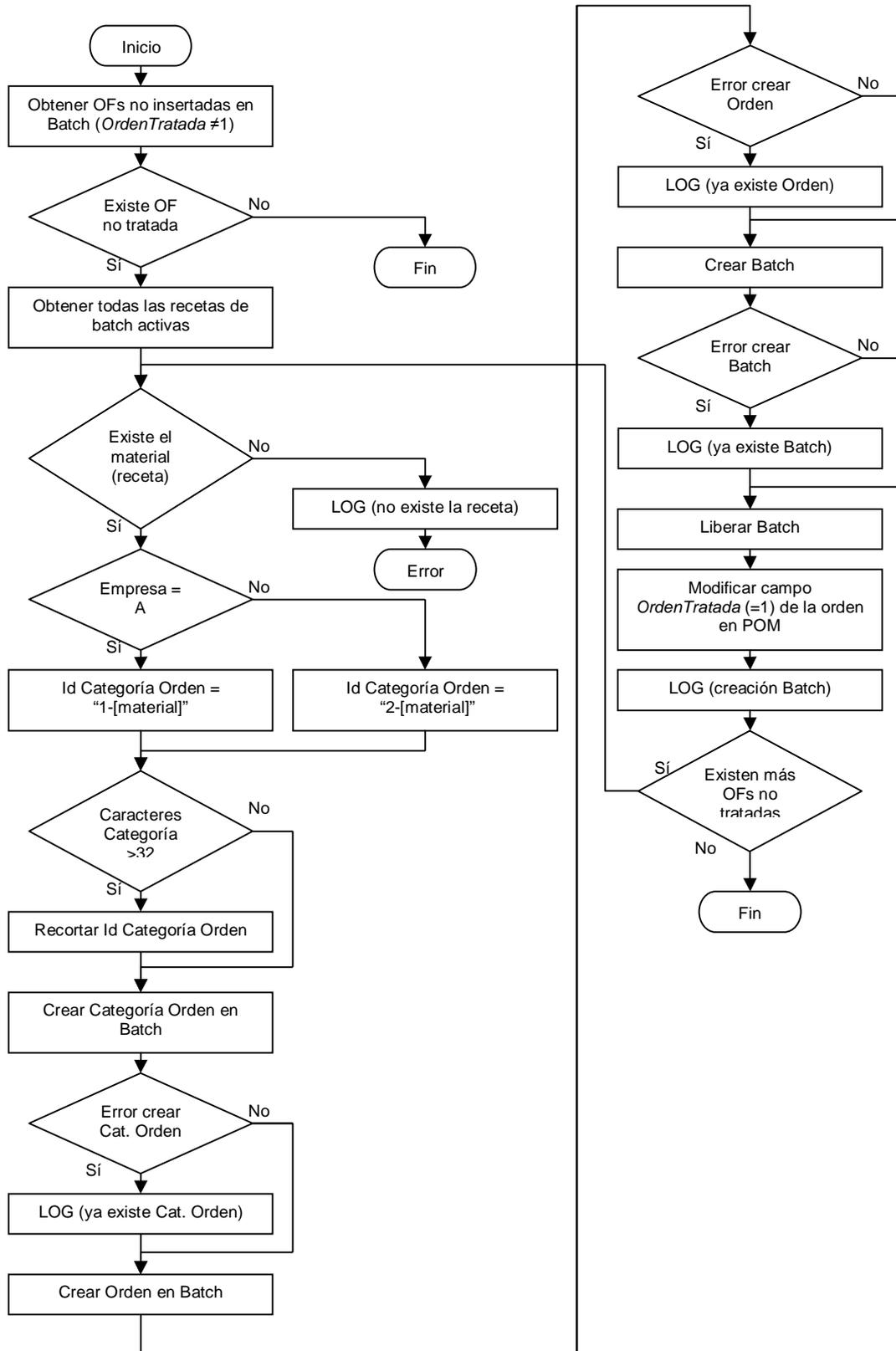
Esta regla está sólo para las Sopladoras 2, 3 y 4 que son las que pueden ir a Silo. Se activa cuando cambia el silo al que vuelcan las botellas realizadas (variable AUx_CAMBIO_SILO), busca si existe alguna orden activa en la máquina y si es así, notifica la cantidad.

**5.10.3.3 Batch****LOT-GEN**

Esta regla es lanzada a las horas en punto mediante la activación de la variable UNLOAD_BATCH_ORDERS, a través de una tarea del Data Engine.

Empieza buscando todas las OFs de Batch, introducidas en el sistema MES y que aún no han sido pasadas al sistema Batch, es decir, que tienen el campo custom *OrdenTratada* de la OF distinto de 1.

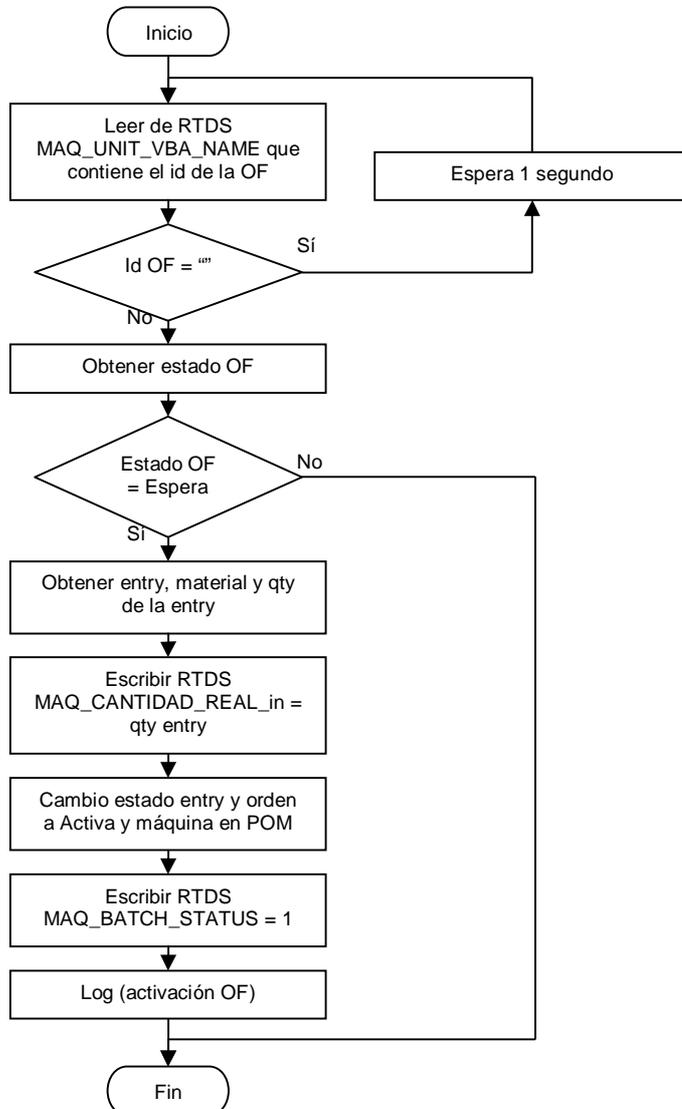
Si existe alguna, entonces creará la orden y el batch en el SIMATIC Batch, y finalmente modificará el valor de la variable *OrdenTratada* a 1.



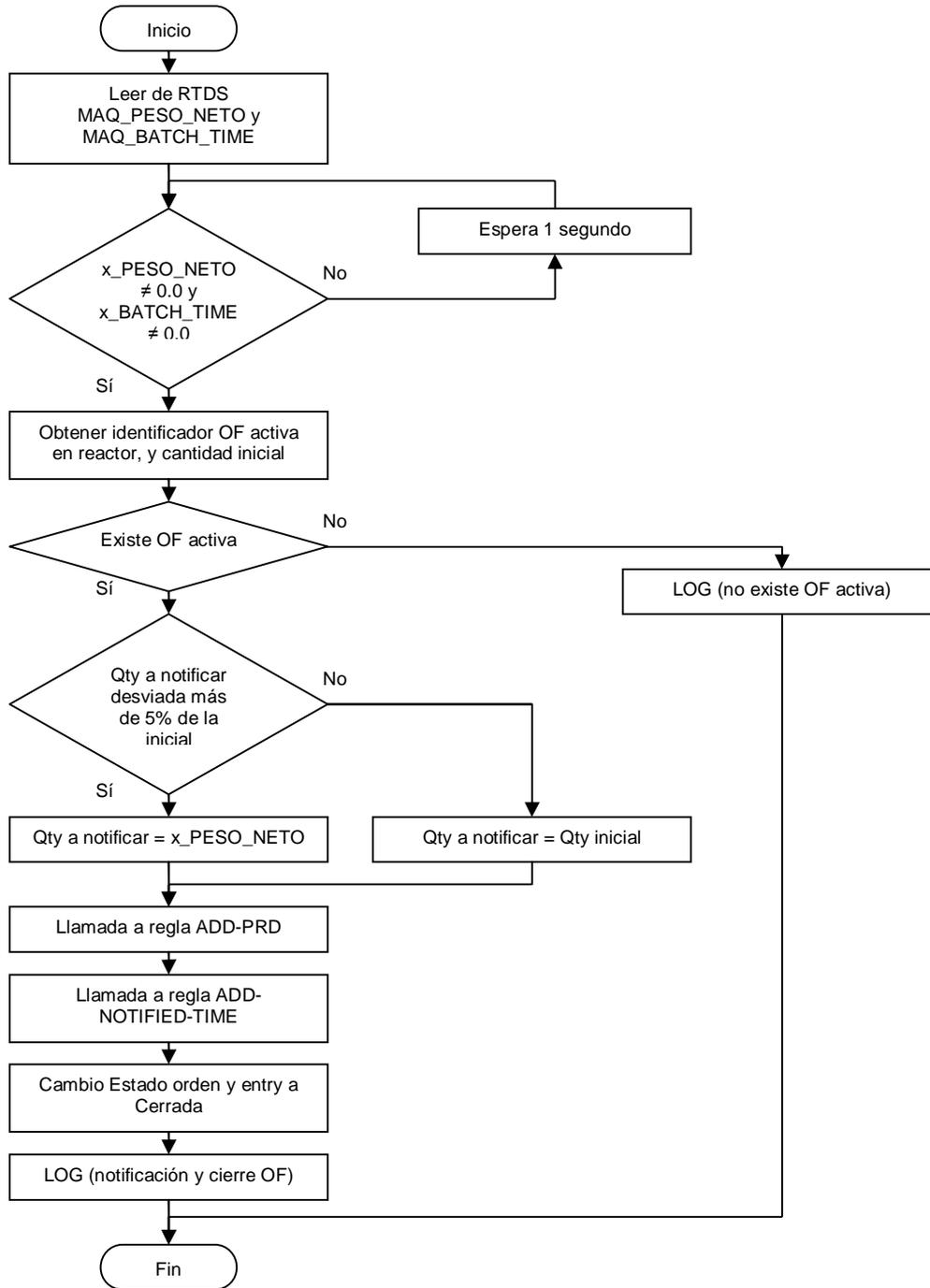
SET-BATCH-EQUIPMENT

Esta regla es la que Activa las órdenes de Batch y además determina la máquina en la que se va a realizar (y la modifica en la orden del POM).

Se lanza al activarse el bit MAQ_UNIT_OCCUPIED (gestionado por Batch), que indica que el reactor está ocupado (se va a realizar/se está realizando un Batch).

**ADD-BATCH-PRD**

Al finalizarse un batch, SIMATIC Batch activa el bit MAQ_DESCARGA para indicar que se ha de realizar la notificación. La regla entonces ha de leer las dos variables que indican los kilos (MAQ_PESO_NETO) y el tiempo (MAQ_BATCH_TIME) y notificárselo a SAP.

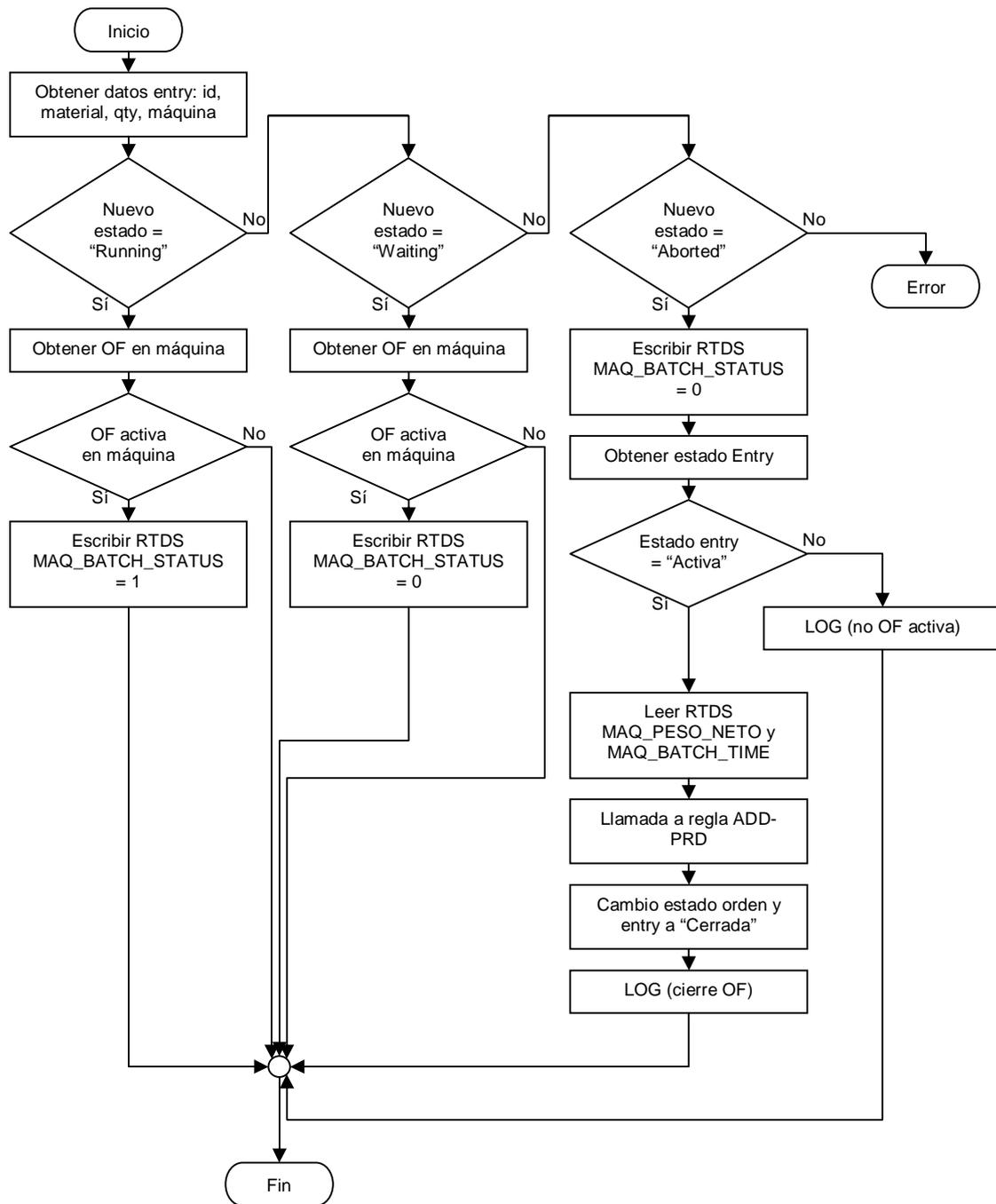


BATCH-STATE-CHANGED

Esta regla que se activa al modificarse el estado de un Batch, escribe el nuevo estado de éste en MAQ_BATCH_STATUS (1: Marcha, 0: Paro). En caso que el paro no sea una espera sino que signifique que se aborta la orden, además cambia el estado de la orden a Cerrada, y se realiza la notificación a SAP.

Argumentos de entrada:

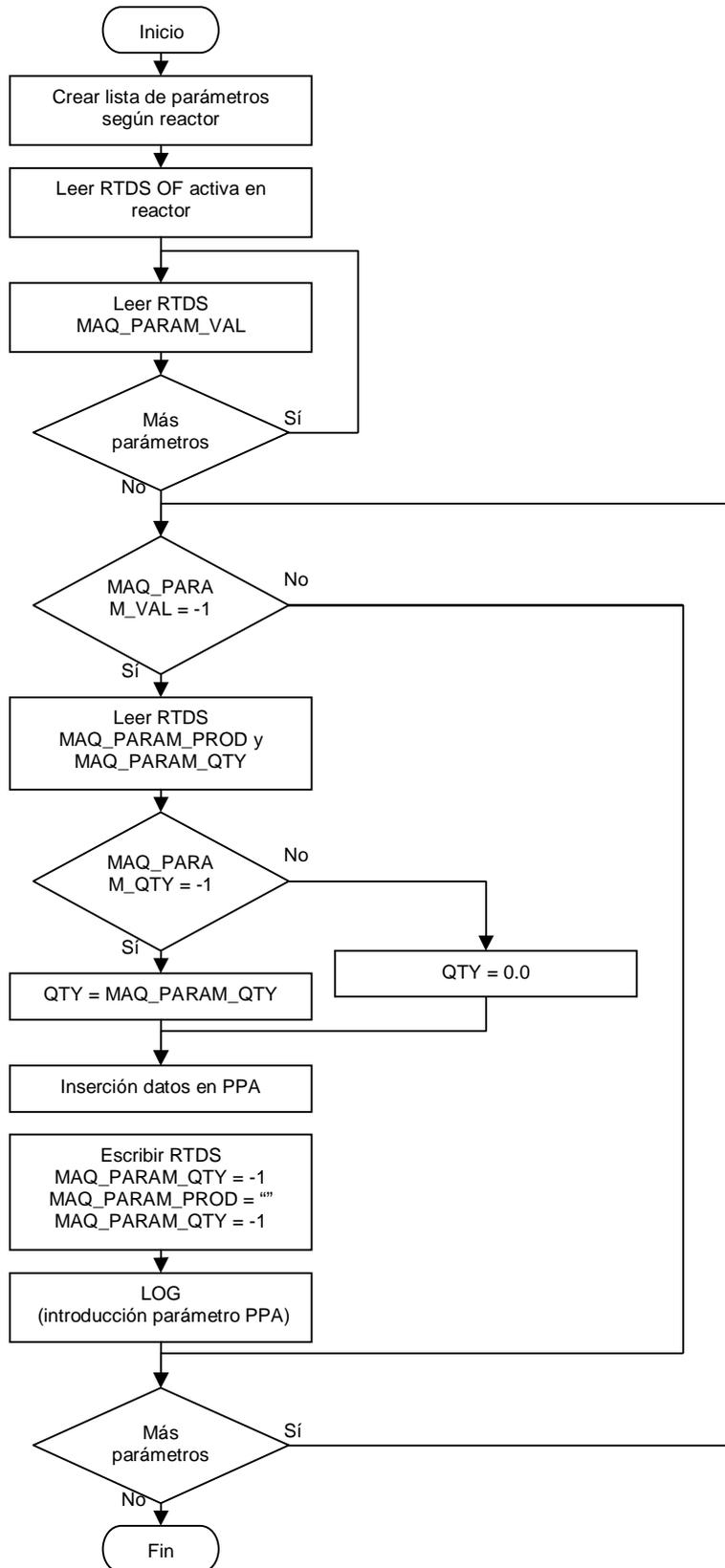
- timestamp: día y hora.
- eventID: identificador del evento.
- orderCat: categoría de la orden.
- orderName: nombre/identificador de la orden.
- batchName: nombre del batch.
- batchid: identificador del batch.
- batchHandle
- oldState: estado anterior.
- newState: nuevo estado.



QUALITY-CTRL

Esta regla es la encargada de introducir los datos de calidad (correcciones), proporcionados por el operario, en el PPA. Estos datos son parámetros, tales como el pH, la viscosidad, etc., dependiendo del reactor, que hay que comprobar antes de dar un batch como bueno y que en caso de que sus valores no sean corrector se corregirán con una cierta cantidad (MAQ_PARÁMETRO_QTY) de un cierto producto (MAQ_PARÁMETRO_PROD).

Se activa con el trigger MAQ_TRIGGER, que toma valor trae al asignársele un valor distinto a -1 a cualquiera de las variables MAQ_PARÁMETRO_VAL, cosa que sucede cuando un operario introduce nuevos datos de calidad.



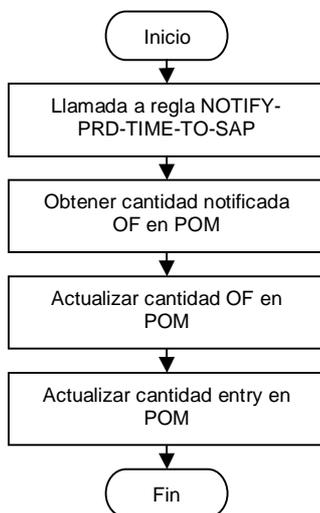
5.10.3.4 Genéricas

ADD-PRD

Esta regla es llamada desde otras (ADD-PRD-AUTO, ADD-PRD-MAN, ADD-BARCH-PRD y BATCH-STATE-CHANGE) para realizar la notificación a SAP y actualizar las cantidades en el POM.

Argumentos de entrada:

- XML-INPUT: xml con los datos
- EquipmentId: equipo del que se va a realizar la notificación.
- OrderId: identificador de la orden.
- EntryID: identificador de la entry.
- QuantityToNotify: producción a notificar.
- TimeToNotify: tiempo a notificar (en segundos).
- NotifyTime: booleano que nos indica si se ha de notificar tiempo o no.

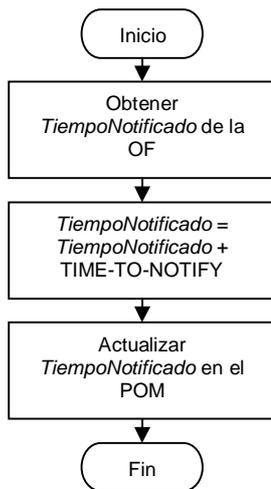


ADD-NOTIFIED-TIME

Esta regla simplemente incrementa los tiempos notificados en el POM (en una propiedad custom de la orden llamada *TiempoNotificado*). Así, es llamada cuando hay que notificar tiempo desde las reglas END-PRD, NOTIFY-END-OF-SHIFT y ADD-BATCH-PRD.

Argumentos de entrada:

- TIME-TO-NOTIFY: tiempo (en segundos) a añadir el tiempo ya notificado en el POM.
- ORDERID: identificador de la orden a la que hay que añadir el tiempo.



INSERT-IN-PPA

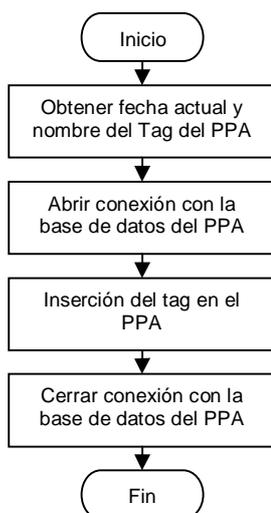
Esta regla que es llamada desde la ADD-PRD-MAN, ha sido creada para introducir registros de tiempo en el PPA y así, poder calcular posteriormente el tiempo que la máquina ha estado activa y notificárselo a SAP.

En el caso de las máquinas automáticas, cada vez que la máquina se enciende o se apaga (teniendo en cuenta los tiempos de microparo establecidos por el cliente) se introduce un 1 o un 0 respectivamente.

Pero en el caso de las máquinas manuales, la introducción de datos la realiza el operario desde la pantalla “ALTA PRODUCCIÓN”, y por lo tanto lo que se guardan son los segundos que la máquina ha estado activa (según el operario, que notifica minutos).

Argumentos de entrada:

- EQUIPO: máquina de la que se quiere introducir datos de tiempo.
- VALOR: 1 (activa) o 0 (parada) si la máquina es automática, o el número de segundos notificados si es manual.



ADD-PRD-PLASTICO

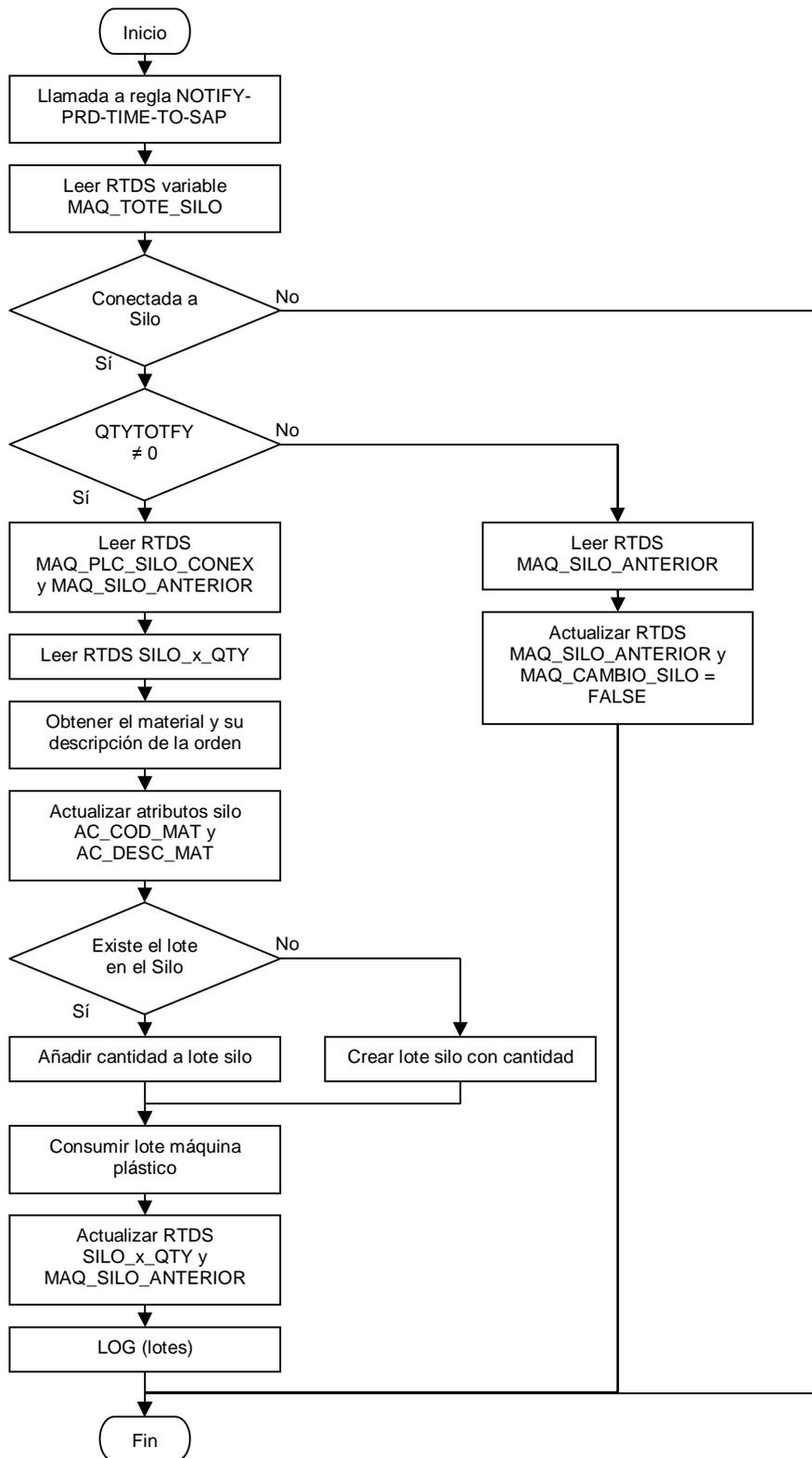
Esta regla se llama desde NTFY-QTY cuando hay que realizar una notificación (de las máquinas de plástico, es decir, una Inyectora o una Sopladora).

En primer lugar hace una notificación a SAP de tiempo y producción. A continuación, comprueba si la máquina está conectada a silo. Si no lo está la regla finaliza, pero si lo está añade la cantidad notificada al lote del silo y se la quita al de la máquina de plástico.

De momento lo relativo a los silos está deshabilitado con lo que hasta la segunda fase únicamente se realizará la notificación.

Argumentos de entrada:

- MAQUINA: nombre de la máquina de plástico de la que se va a hacer la notificación.
- QTYTONTFY: producción a notificar.
- TIMETONTFY: tiempo de producción a notificar.
- ENTRYID: identificador de la entry de la que se va a notificar.
- EQUIPMENTID: path del equipo del que se va a realizar la notificación.
- ORDER_ID: identificador de la orden de la que se va a notificar.

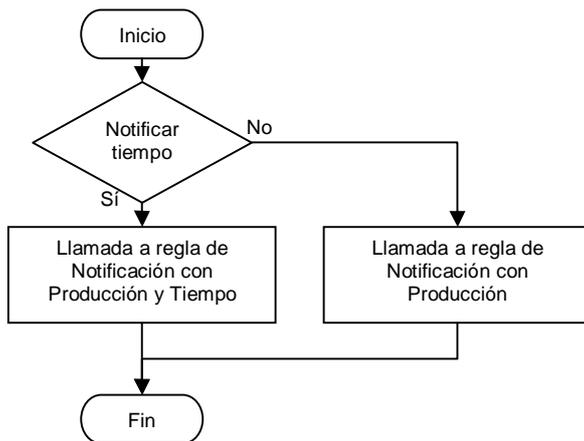


NOTIFY-PRD-TIME-TO-SAP

Es la regla que se llama (desde END-PRD, ADD-PRD-PLASTICO, ADD-PRD y NOTIFY-END-OF-SHIFT) para realizar una notificación de cantidad o cantidad y tiempo a SAP.

Argumentos de entrada:

- strEntryId: identificador de la entry.
- intQtyToNotify: cantidad a notificar.
- fltTimeToNotify: tiempo a notificar (en segundos).
- blnNotifyTime: booleano que indica si se ha de notificar tiempo o no.

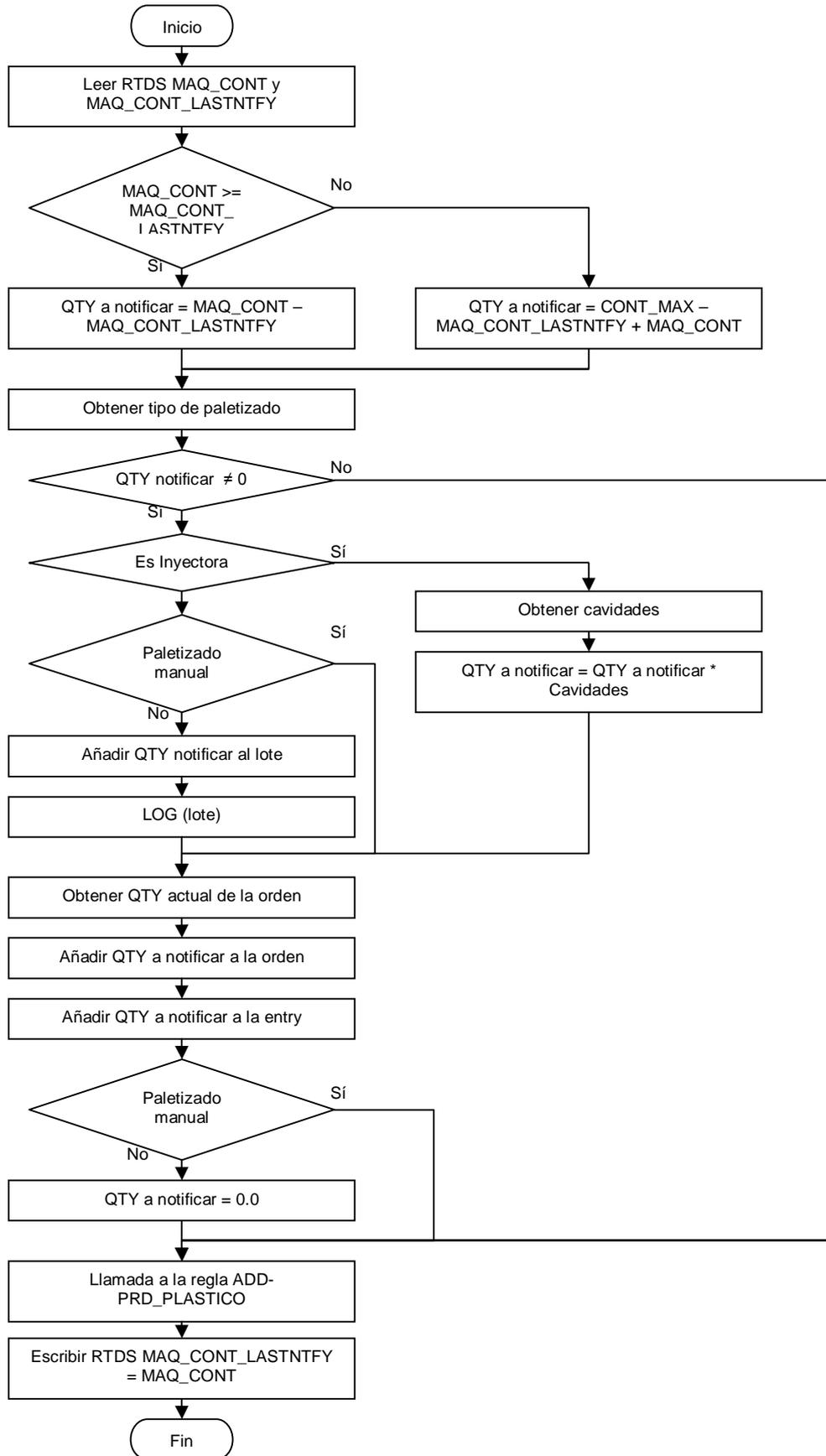


NTFY-QTY

Esta regla que es llamada únicamente para notificaciones de máquinas de plástico desde END-PRD o NOTIFY-END-OF-SHIFT, calcula las cantidades a notificar mediante contadores

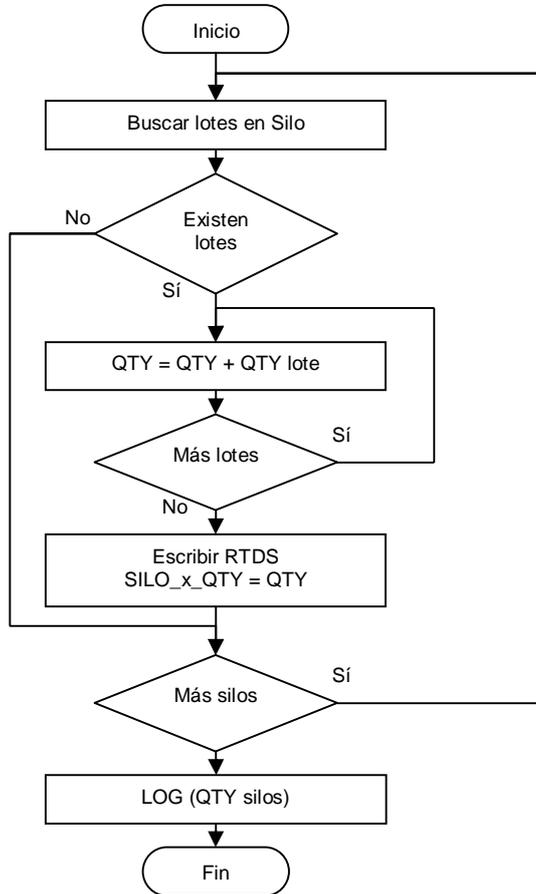
Argumentos de entrada:

- MAQUINA: máquina (de plástico) de la que se va a realizar la notificación.
- CONT_MAX: valor máximo que puede tomar el contador.
- ENTRYID: identificador de la entry de la que se va a notificar.
- ORDERID: identificador de la orden de la que se va a notificar.
- TIMETONTFY: tiempo (en segundos) a notificar.



CALCULATE-SILO-QTY

Esta regla se lanza únicamente al arrancar el sistema, para calcular la cantidad contenida en el silo (suma de las cantidades de los lotes) y actualizar la variable SILO_x_QTY en la RTDS.

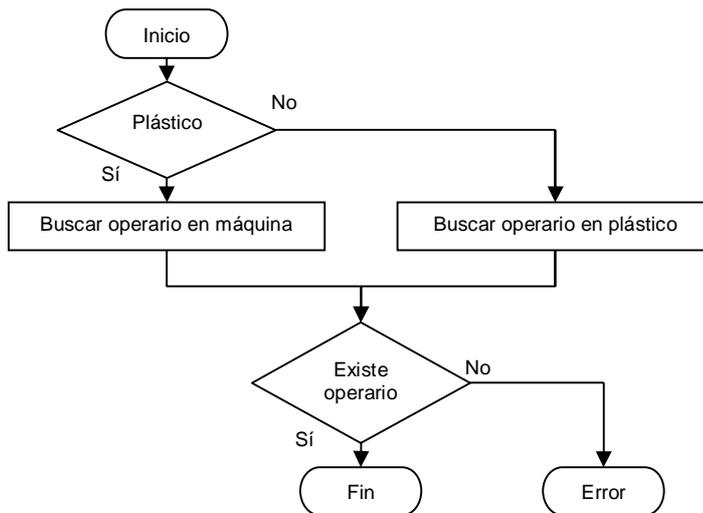


CHECK-ACTIVE-USER-IN-EQUIPMENT

Comprueba si hay algún operario asociado a la máquina en cuestión, o en el caso de las máquinas de plástico, si existe algún operario en la zona cuando se pretende hacer alguna operación manual, tal como cambiar el estado de la orden (NEXT-PRD e INI-PRD) o notificar (ADD-PRD-MAN).

Argumentos de entrada:

- EQUIPMENTID: path de la máquina en cuestión.



CHANGE-ENTRY-SUBSTATUS

Modifica el subestado de la entry, según la relación mostrada en el siguiente cuadro:

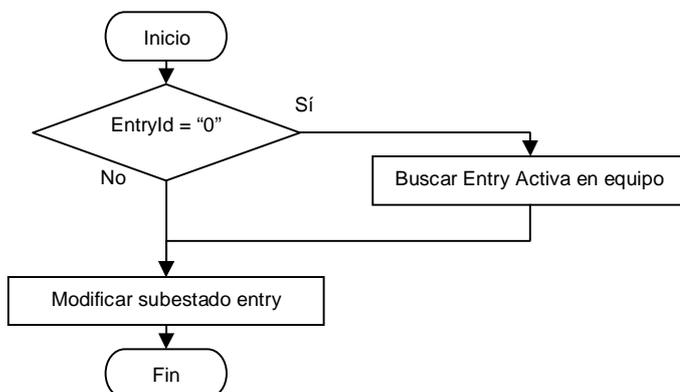
Clave	Estado
1000	Ejecución
1001	Paro
1002	Bloqueada
1003	CIP
1004	PIG
1005	Próxima
1006	Cerrada

Tabla 5-7: Relación identificadores subestados de las entries

Así, es llamada desde todas las reglas que requieran un cambio de subestado (NEXT-PRD, INI-PRD, END-PRD, CHANGE-STATUS-AUTO).

Argumentos de entrada:

- EquipmentId: path del equipo.
- intSubstatusPk: clave del nuevo subestado.
- EntryId: identificador de la entry a la que hay que cambiarle el subestado.

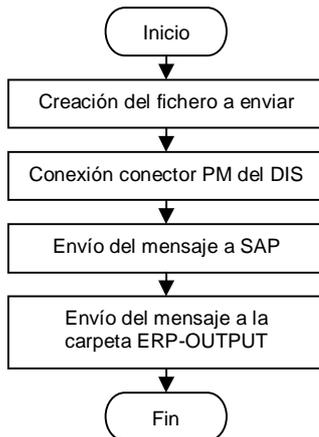


NOTIFY-NEXT-PO-TO-SAP

Es la regla que se llama desde NEXT-PRD para realizar la notificación de próxima a producción a SAP. Para ello, crea el mensaje y lo envía a través del conector HTTP-NEXT-PO del DIS.

Argumentos de entrada:

- OrderId: identificador de la orden que pasa a ser *Próxima*.



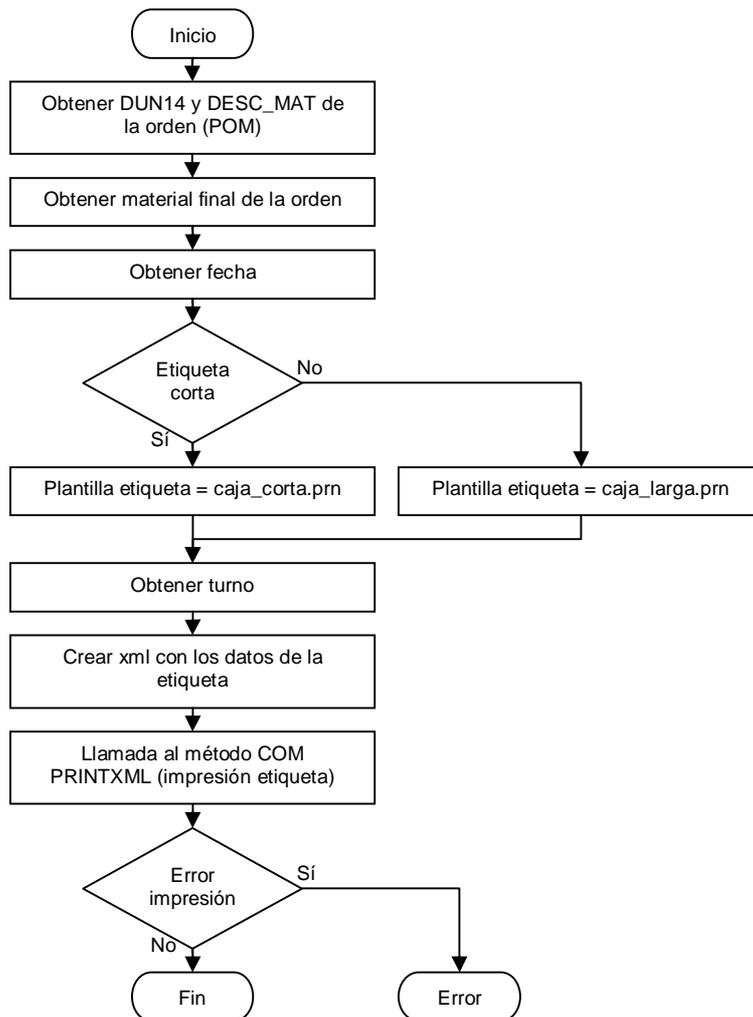
SEND-PRINT-BOX-LABEL

Mediante los datos que obtiene del POM, crea una etiqueta que manda a la impresora de caja correspondiente gracias al método COM PRINTXML (que se explicará más adelante).

Se llama desde aquellas reglas que pueden implicar una impresión de etiquetas de caja que son, NEXT-PRD, INI-PRD y NOTIFY-END-OF-SHIFT.

Argumentos de entrada:

- XML-INPUT: xml con los datos
 - EquipmentId: equipo que requiere las etiquetas.
 - OrderId: orden activa en el equipo.
 - EntryId: entry activa en el equipo.
 - PrintBoxLabels: booleano que indica si se han de imprimir etiquetas o no.
 - NumBoxLables: número de etiquetas a imprimir.
 - BoxLabelType: tipo de etiquetas (Corta o Larga).



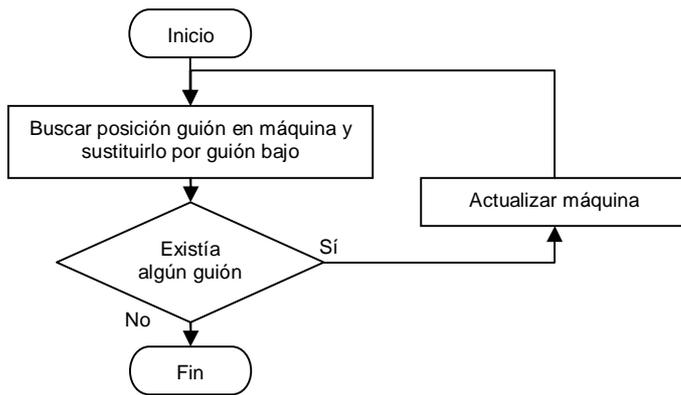
REEMPLAZAR-GUIONES

Esta regla que se llama desde END-PRD y NOTIFY-END-OF-SHIFT, se encarga de sustituir los guiones por guiones bajos.

Se creó, debido a que muchas de las variables de la RTDS se han creado añadiendo el nombre de la máquina a la que hace referencia, por ejemplo MAQ_NTIFY_PALET, y la RTDS no acepta guiones. Sin embargo los nombres de las máquinas sí os tienen y de ahí la necesidad de la regla.

Argumentos de entrada:

- MAQUINA: nombre de la máquina a la que se le quieren quitar los guiones.
- MAX_ITERATIONS: número máximo de iteraciones.

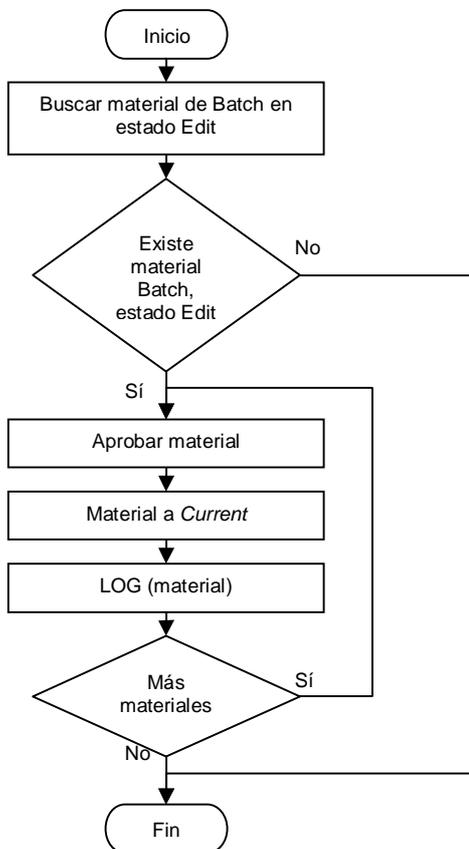


5.10.4 Gestión de Materiales

La gestión que se realiza de los materiales consiste básicamente en mantener alineados los tres sistemas: SAP, MES y Batch. La alineación entre SAP y MES se realiza como se vio en apartados previos mediante la regla ERP-DATA-MATERIAL. Y la de MES y Batch con la que se va a mostrar a continuación, UNLOAD-MM.

UNLOAD-MM

Llamada mediante el evento UNLOAD-MATERIALS, que se activa diariamente a las cuatro de la madrugada, aprueba y pone como Actual cualquier material en estado Edit, que sea de tipo Batch, y lo actualiza en el sistema Batch.



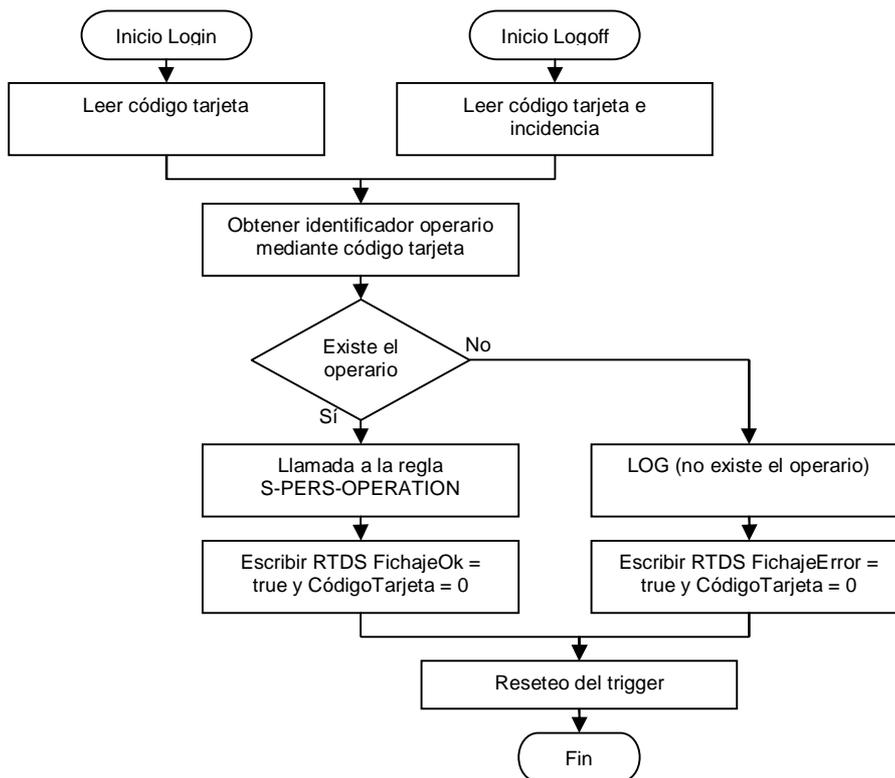
5.10.5 Gestión de Personal

El personal se descarga desde SAP todos los días, y es entonces el sistema MES el que realiza la gestión de éstos. Y para ello usa las reglas que se explican a continuación.

S-MP-PERS-OPERATION

Esta regla es llamada cada vez que hay un nuevo fichaje en los terminales de Oficinas y Logística.

Si el fichaje es de entrada, se lee el código de la tarjeta, en cambio si es de salida se lee también el código de incidencia. Entonces si el operario existe se realiza el fichaje.



S-PERS-OPERATION

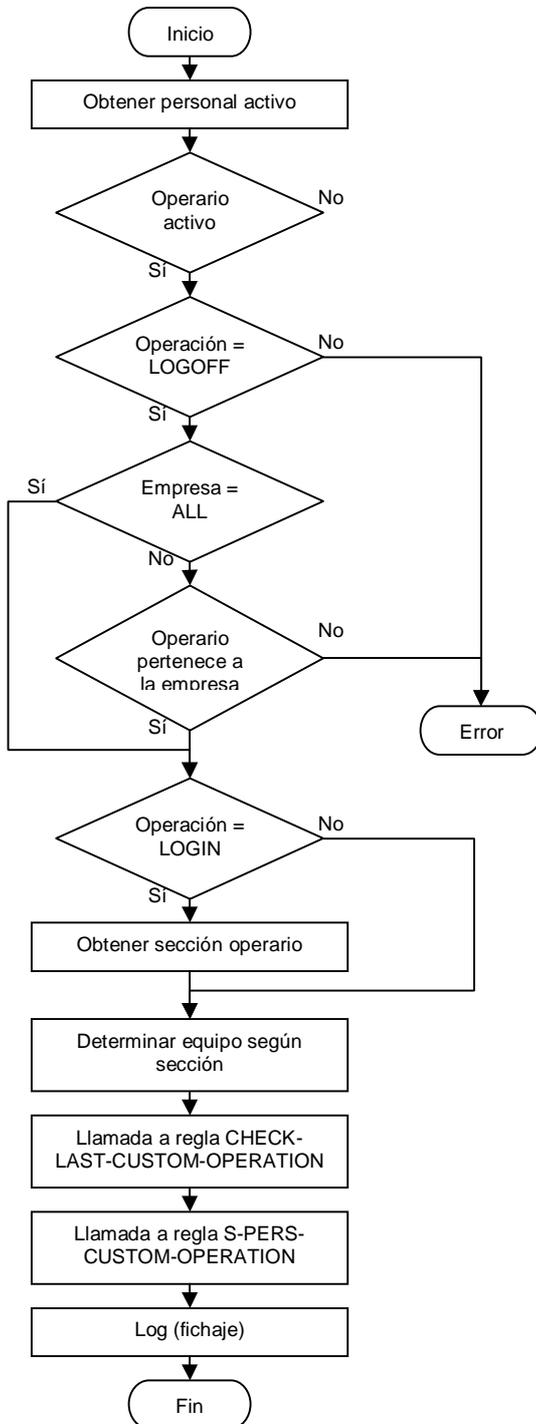
Es la regla que se llama cuando se realiza un fichaje desde cualquier nodo de planta o también desde la S-MP-PERS-OPERATION. Las secciones a las que se puede fichar a un operario son:

Id Sección	Área
0000001041	Envasado-A
0000001042	Reactores-A
0000008045	Plástico
0000002641	Envasado-B
0000002642	Reactores-B
0000008002	Mantenimiento
0000008003	Logística
El resto	Oficinas

Tabla 5-8: Relación Secciones y Áreas

Argumentos de entrada:

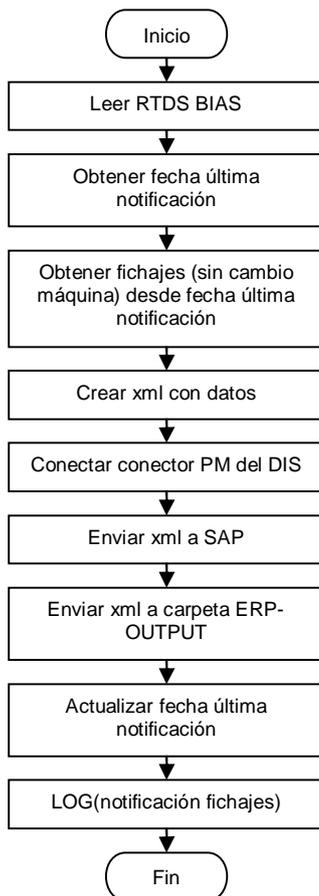
- XML-INPUT: xml con los datos
- EquipmentId: path del equipo en el que se quiere fichar.
- PersonId: identificador del operario que quiere fichar.
- OperationId: operación a realizar (login o logoff).
- Terminal: identificador del nodo de fichaje.



S-NOTIFY-FICHAJE-TO-SAP

Esta regla se lanza mediante el bit BIT_NOTIF_FICHAJES que es activado media hora después de cada fin de turno (6:30, 14:30 y 22:30) y se encarga de notificar los fichajes de los operarios, exceptuando los que por de cambio de puesto/máquina.

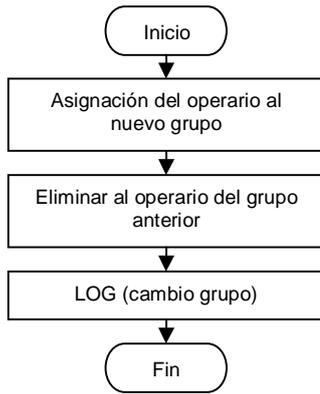
En el Anexo C.5 se muestra un ejemplo del fichero xml que envía MES a SAP para la notificación de fichajes.

**S-CHANGE-OPERATOR-DATA**

Llamada desde el nodo de gestión, modifica el grupo al que pertenece el operario.

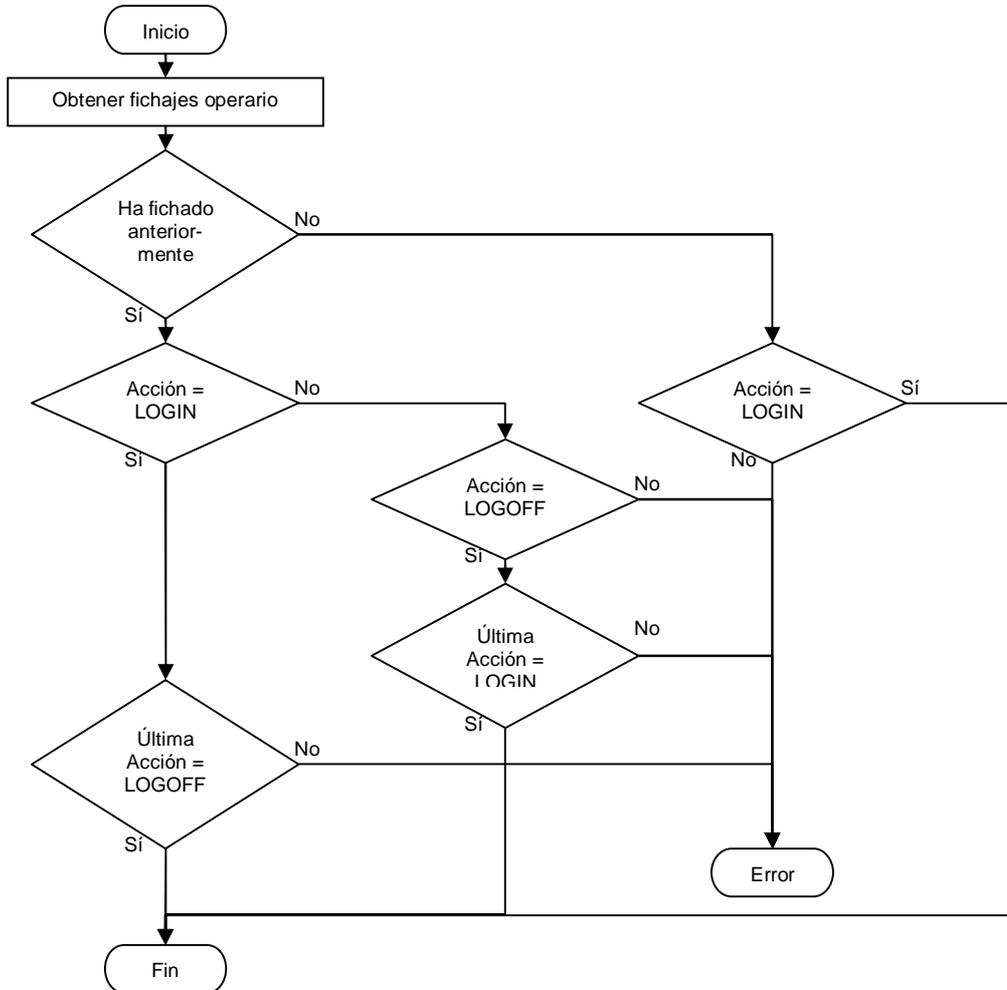
Argumentos de entrada:

- XML-INPUT: xml con los datos
 - PersonId: identificador del operario que se quiere modificar.
 - CurrentGroupId: grupo al que pertenece el operario actualmente.
 - NewGroupId: grupo al que se quiere asociar al operario.



CHECK-LAST-CUSTOM-OPERATION

Esta regla es llamada desde la S-PERS-OPERATION para comprobar que el fichaje que se va a realizar es el que toca, es decir, que si el último fichaje ha sido de entrada el actual sea de salida y viceversa.

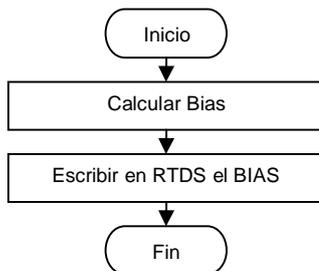


S-PERS-CUSTOM-OPERATION

Esta regla es la PERS-CUSTOM-OPERATION pero con una pequeña modificación que consiste en que la fecha que se guarda es en formato UTC en lugar de UNIX. Lo único que hace es obtener los datos del operario y guardar el nuevo registro.

CALCULATE-BIAS

Esta regla calcula el Bias (diferencia en segundos entre la hora de sistema y la UNIX) y la guarda en una variable de la RTDS llamada BIAS.

**5.11 Configuración Material Manager**

En el Material Manager se ha importado la planta del BPM para poder asociar los lotes a las máquinas. Además, se han creado los contenedores/depósitos en los que se ubica el material producido por el Batch y que no han sido definidos en el Production Modeler, para evitar el consumo de units (de cara a no superar la licencia) ya que no era necesario. Así, se han creado como HUTs (Handling Units) del tipo *Deposito*, creado con dos propiedades asociadas que son MAT_DENS (densidad de material en kg/m³) y MAT_DESC (descripción del material).

Estos HUTS pueden adquirir varios estados, aunque únicamente se están usando los siguientes:

- Free: estado estándar que indica que el depósito está vacío.
- Occupied: estado estándar que indica que el depósito está ocupado (tiene material dentro).
- OoS: estado custom que indica que el depósito está fuera de servicio (no puede ser usado).

Las transiciones de estados, en este caso son todas las posibles.

También se han creado los materiales siguiendo la jerarquía definida en la ISA-95, con lo que tenemos Tipos de Material, Clases de Material y finalmente los materiales con los que se crean los lotes.

En el caso de los lotes no se están gestionando estados aunque sería posible hacerlo.

Finalmente, se han creado las tres unidades de medida necesarias y que no existían dentro de las que proporciona el MM:

- CAJ
- UN
- UDS

5.12 Configuración Production Order Manager

Para la gestión de las órdenes de producción se han creado unos estados y subestados nuevos para órdenes y entries, y sus correspondientes transiciones (grupo de transición AB).

Tanto para las órdenes como para las entries nos encontramos los siguientes estados con los atributos que se especifican:

- Espera
 - Puede ser Modificada
 - Puede ser Próxima
 - Puede ser Activa
 - Puede ser Cerrada
 - Es Espera
- Próxima
 - Puede ser Activa
 - Puede ser Cerrada
 - Es Próxima
- Activa
 - Puede ser Cerrada
 - Es Activa
- Cerrada
 - Es Cerrada

Las transiciones entre los cuales se muestran a continuación:

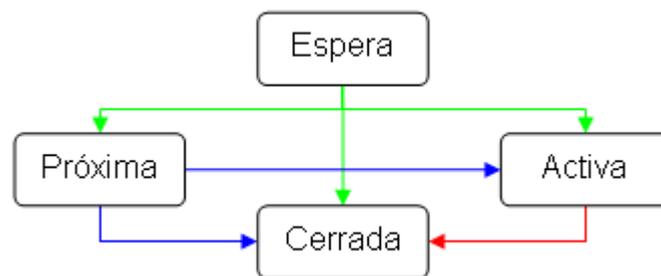


Ilustración 5-22: Diagrama de transición de estados

Pero en el caso de las entries además existen los siguientes subestados:

- Bloqueada
- Cerrada
- CIP
- Ejecución
- Paro
- PIG
- Próxima

También se han creado una serie de Campos para definir ciertas propiedades/atributos de las órdenes y entries (además de los que existen por defecto).

Órdenes

DUN14: número que ha de aparecer en las etiquetas y que proporciona SAP en el xml de creación de las órdenes.

DESC_MAT: descripción del material a crear por la orden y que también proporciona SAP en el xml.

TiempoNotificado: sumatorio de los tiempos notificados desde MES a SAP.

OrdenTratada: propiedad útil para las órdenes de reactores, que indica si ya se ha transferido la orden a BATCH o no.

CAJAS: factor proporcionado por SAP que nos permite, a partir de la notificación de cajas producidas obtener el número de botellas (que es lo que se le notifica a SAP).

Entries

QTY_BOX_LABEL: número de etiquetas de caja a imprimir.

PIRNT_BOX_LABEL: booleano que nos indica si hay que imprimir o no etiquetas de caja.

FechaNotificacionTiempo: fecha de la última notificación de tiempo realizada a SAP.

BoxLabelType: tipo de etiqueta de caja, que puede ser "long" o "short".

Y finalmente se han creado las unidades de medida que usa el cliente ya que no coincidían con las que el producto incorpora por defecto. Y éstas son:

- CAJ
- UN
- UDS

5.13 Funciones (DE)

Existen un par de funciones en la librería local que se utilizan en varias tareas. Éstas son:

ESTADO

Gestión de estados de las máquinas automáticas.

```
//Máquina manual
IF (TIPO_MAQ = 0) THEN
  MAQ_ESTADO = "\00"

//Máquina automática
ELSE
  IF (NOT MAQ_BLOCKED) THEN

    //CIP
    IF (MAQ_PLC_CIPINI) THEN
      MAQ_CIP = 1
      MAQ_PLC_CIPFIN = FALSE
      MAQ_PPAST = 0
      MAQ_ESTADO = "EJECUTANDO CIP\00"
    ELSE
      ENDIF
    IF (MAQ_PLC_CIPFIN) THEN
      MAQ_CIP = 0
    ENDIF

    //PIG
    IF (MAQ_PLC_PIGINI) THEN
      MAQ_PIG = 1
      MAQ_PLC_PIGFIN = FALSE
      MAQ_PPAST = 0
```

```
    MAQ_ESTADO = "EJECUTANDO PIG\00"  
ENDIF  
IF (MAQ_PLC_PIGFIN) THEN  
    MAQ_PIG = 0  
ENDIF  
  
//MARCHA-PARO  
IF (MAQ_CIP = 0 AND MAQ_PIG = 0) THEN  
    IF (MAQ_ST = 1) THEN  
        MAQ_ESTADO = "EJECUCION\00"  
        MAQ_PPAST = 1  
        MAQ_CONT = 0  
    ELSE  
        IF (MAQ_CONT > MAQ_MICROPARO) THEN  
            MAQ_ESTADO = "PARO\00"  
            MAQ_PPAST = 0  
        ELSE  
            MAQ_CONT = MAQ_CONT + 1  
        ENDIF  
    ENDIF  
ENDIF  
ELSE  
    MAQ_ESTADO = "BLOQUEADO\00"  
    MAQ_PPAST = 0  
ENDIF  
ENDIF
```

ESTADO NOCIPIG

Gestión de estados de las máquinas automáticas sin CIP-PIG.

```
//Máquina manual  
IF (TIPO_MAQ = 0) THEN  
    MAQ_ESTADO = "\00"  
  
//Máquina automática  
ELSE  
    IF (NOT MAQ_BLOCKED) THEN  
  
        //MARCHA-PARO  
        IF (MAQ_ST = 1) THEN  
            MAQ_ESTADO = "EJECUCION\00"  
            MAQ_PPAST = 1  
            MAQ_CONT = 0  
        ELSE  
            IF (MAQ_CONT > MAQ_MICROPARO) THEN  
                MAQ_ESTADO = "PARO\00"  
                MAQ_PPAST = 0  
            ELSE  
                MAQ_CONT = MAQ_CONT + 1  
            ENDIF  
        ENDIF  
    ELSE  
        MAQ_ESTADO = "BLOQUEADO\00"  
        MAQ_PPAST = 0  
    ENDIF  
ENDIF
```

A continuación se muestran las tareas usadas en el proyecto:

Backup Plástico

En esta tarea se realiza un backup para las sopladoras y las S-16.

```
STRCPY(BKP_MAQ_MATERIAL_ID, MAQ_MATERIAL_ID)
STRCPY(BKP_MAQ_LOT_ID, MAQ_LOT_ID)
BKP_MAQ_MATID_VMAJ = MAQ_MATID_VMAJ
BKP_MAQ_MATID_VMIN = MAQ_MATID_VMIN
BKP_MAQ_MAX_VAL = MAQ_MAX_VAL
```

Sopladoras e Inyectoras

Tarea que llama a la función común ESTADO_NOCIPIG y define el destino de la fabricación de las máquinas (TOTE o SILO).

```
ESTADO_NOCIPIG(MAQ_BLOCKED, MAQ_ST, MAQ_ESTADO,
MAQ_PPAST, MAQ_CONT, MAQ_MICROPARO, MAQ_TIPO_MAQ)

//SILO
IF (MAQ_TOTE_SILO) THEN
    MAQ_DEST = 0

//TOTE
ELSE
    MAQ_DEST = 1

ENDIF
```

Inyectoras

Tarea que llama a la función común ESTADO_NOCIPIG y define el destino de la fabricación de las Inyectoras como TOTE.

```
ESTADO_NOCIPIG(MAQ_BLOCKED, MAQ_ST, MAQ_ESTADO,
MAQ_PPAST, MAQ_CONT, MAQ_MICROPARO, MAQ_TIPO_MAQ)

MAQ_DEST = 1
```

Máquinas no de Plástico

Tarea que llama a la función común ESTADO para todas las máquinas que no son de plástico.

```
ESTADO(BOSSAR_BLOCKED, BOSSAR_PLC_CIPINI, BOSSAR_CIP,
BOSSAR_PLC_CIPFIN, BOSSAR_PPAST, BOSSAR_ESTADO,
BOSSAR_PLC_PIGINI, BOSSAR_PIG, BOSSAR_PLC_PIGFIN,
BOSSAR_ST, BOSSAR_CONT, BOSSAR_MICROPARO, BOSSAR_TIPO_MAQ)
```

Batch

Tarea que lanza el análisis de los parámetros de Batch y sus correcciones cuando se introduce algún valor.

```
IF (AC1R0x_pH_VAL <> -1.0 OR AC1R0x_VISCOSIDAD_VAL <> -1.0
OR AC1R0x_ASPECTO_VAL <> -1.0 OR AC1R0x_RIQUEZA_VAL <> -1.0) THEN
    AC1R0x_TRIGGER = TRUE
ENDIF
```

Bit de Vida Batch

Bit de vida entre MES y BATCH. MES lo pone a 1 y BATCH a 0.

```
BIT_VIDA_BATCH = TRUE
```

Descarga Órdenes de Batch

Tarea que fuerza la descarga de las órdenes de Batch cada hora activando el trigger que lanza la regla.

```
IF (($MINUTES = 0) AND ($SECONDS = 0)) THEN  
  UNLOAD_BATCH_ORDERS = 1  
ENDIF
```

Descarga de Materiales a Batch

Tarea que fuerza la descarga de materiales a batch cada día a las 4 de la madrugada.

```
IF (($HOURS = 4) AND ($MINUTES = 0) AND ($SECONDS = 0)) THEN  
  UNLOAD_MATERIALS = 1  
ENDIF
```

Cambio de Turno

Tarea que controla el cambio de turno, forzando la notificación a SAP de las producciones.

```
IF (($HOURS = TURNO_MANYANA OR $HOURS = TURNO_TARDE  
OR $HOURS = TURNO_NOCHE) AND ($MINUTES = 0) AND ($SECONDS = 0)) THEN  
  TURNO_EVENTO = 1  
  TURNO_ACTUAL = TURNO_ACTUAL + 1  
  IF (TURNO_ACTUAL = 4) THEN  
    TURNO_ACTUAL = 1  
  ENDIF  
ENDIF
```

Fichajes

Encapsulado de los bits enviados por los terminales de fichaje a MES.

```
IF (LOGISTICA_FICHAJE_ENTRADA) THEN  
  LOGISTICA_FICHAJE_ENTRADA = false  
  LOGISTICA_TRIGGER_LOGIN = true  
ENDIF  
IF (LOGISTICA_FICHAJE_SALIDA) THEN  
  LOGISTICA_FICHAJE_SALIDA = false  
  LOGISTICA_TRIGGER_LOGOFF = true  
ENDIF  
IF (OFICINAS_FICHAJE_ENTRADA) THEN  
  OFICINAS_FICHAJE_ENTRADA = false  
  OFICINAS_TRIGGER_LOGIN = true  
ENDIF  
IF (OFICINAS_FICHAJE_SALIDA) THEN  
  OFICINAS_FICHAJE_SALIDA = false  
  OFICINAS_TRIGGER_LOGOFF = true  
ENDIF
```

Notificación de fichajes

Tarea que lanza la regla de notificación de fichajes media hora después de cada cambio de turno.

```
IF ((($HOURS = TURNO_TARDE) OR ($HOURS = TURNO_MANYANA)
OR ($HOURS = TURNO_NOCHE)) AND ($MINUTES = 30) AND ($SECONDS = 0))
THEN
  BIT_NOTIF_FICHAJES = TRUE
ENDIF
```

Startup

Finalmente encontramos el STARTUP que no es más que la tarea que se encarga de la inicialización de las variables al iniciar la aplicación.

```
// Contadores
MAQ_CONT = MAQ_MICROPARO - 1

//Turnos
IF ($HOURS >= TURNO_MANYANA) THEN
  TURNO_ACTUAL = 1
ENDIF
IF ($HOURS >= TURNO_TARDE) THEN
  TURNO_ACTUAL = 2
ENDIF
IF ($HOURS >= TURNO_NOCHE) THEN
  TURNO_ACTUAL = 3
ENDIF

// Restaurar valores Sopladoras y S-16
STRCPY(MAQ_MATERIAL_ID, BKP_MAQ_MATERIAL_ID)
STRCPY(MAQ_LOT_ID, BKP_MAQ_LOT_ID)
MAQ_MATID_VMAJ = BKP_MAQ_MATID_VMAJ
MAQ_MATID_VMIN = BKP_MAQ_MATID_VMIN
MAQ_MAX_VAL = BKP_MAQ_MAX_VAL

//Tote o Silo máquinas de plástico
MAQ_TOTE_SILO = FALSE
```

6 Conclusiones y Líneas Futuras

A lo largo de este proyecto se ha podido ver la realización de un proyecto MES en el área industrial. Pero su realización ha requerido de muchos otros aspectos y también de otras empresas como pasa en todos los proyectos de este calibre.

Estas empresas se han encargado de realizar el proyecto Batch que hemos integrado en el nuestro, realizar los cableados en la planta, programar los PLCs para que nos proporcionen los datos correctamente, etc. Y éste ha sido quizá uno de los aspectos más complicado, la coordinación entre todos, ya que en ciertos momentos nos hemos encontrado con que estaban fallando cosas, como por ejemplo la impresión automática de etiquetas de palé, y no sabíamos porqué. Por ello añadimos los logs y así nos dimos cuenta de que el problema se debía a que no se estaba teniendo en cuenta que la velocidad de trabajo de un PLC no es el de un sistema MES y por lo tanto se estaban perdiendo señales.

Otra cuestión que ha conllevado dificultades, ha sido satisfacer las exigencias del cliente ya que en este tipo de proyectos, por ser sistemas que aún no se conocen demasiado, el cliente se va dando cuenta de sus necesidades conforme va usando el sistema y hay que realizar pequeñas modificaciones.

Además, personalmente me ha resultado algo complicado familiarizarme con el producto y todos sus componentes, y sobre todo aprender a programar con el Production Modeler pues es muy diferente a todo lo que he visto durante la carrera. Pero gracias a los conocimientos adquiridos durante la misma y a la ayuda de mis compañeros y jefes la adaptación fue más o menos rápida, y ahora tengo los conocimientos suficientes para poder continuar en este sector.

Salvadas todas las dificultades, los objetivos planteados al principio del proyecto, que recuerdo que eran la gestión de órdenes, materiales y personal, para eliminar los papeles en la planta, han sido satisfechos. Ahora el cliente está explotando el sistema y el feedback del director de la planta es muy satisfactorio.

6.1 Líneas Futuras

Como ya se ha comentado durante la memoria, este proyecto se ha planteado en dos fases. La primera es la que se ha explicado y la segunda implicaría una ampliación que incluiría las siguientes funcionalidades:

- Genealogía.
Las principales funcionalidades de la genealogía en el sistema MES son:
 - (Backward) La capacidad de identificar para cada lote de producto final de que lotes de materia prima y producto semielaborado está formado.
 - (Forward) La capacidad de identificar dado un lote de materia prima o producto semielaborado en que lotes de producto final se han utilizado.
- Trazabilidad.

Aún así, cuando el cliente decida realizar esta segunda fase será cuando se definan realmente las nuevas funcionalidades, ya que el uso del sistema ha hecho que el cliente, en este caso, el director de la planta, se haya dado cuenta de sus necesidades reales y del provecho que puede sacarle al sistema que tiene instalado.

Algunas de las funcionalidades que podría cubrir el sistema MES además de las arriba mencionadas son:

- Cálculo de KPIs (Key Performance Indicators – Indicadores Clave de Producción).
- Gestión de las eficiencias de máquina. Con el cálculo de algoritmos de rendimiento de línea/máquina estándares como el OEE (Overall Equipment Effectiveness), la gestión de tiempos de paro y su justificación, etc.
- Realización de informes.
- Gestión de calendarios de planta.
- Gestión de laboratorio (LIMS).
- Gestión de especificaciones de producto.

BIBLIOGRAFÍA

Hernández J.A. *The SAP R/3 Handbook*. McGraw-Hill, 1999.

SIMATIC IT 6.1 SP1 Configuration Manual. <https://mes-simaticit.siemens.com>

Documentación SIMATIC IT 6.1 SP1 HF7. <https://mes-simaticit.siemens.com/tss/html/docengps61sp1hf7.html>

ISA-95. <http://www.isa-95.com/subpages/technology/isa-95.php>

ISA-88. <http://www.isa-88.com/subpages/technology/isa-88/isa-88.php>

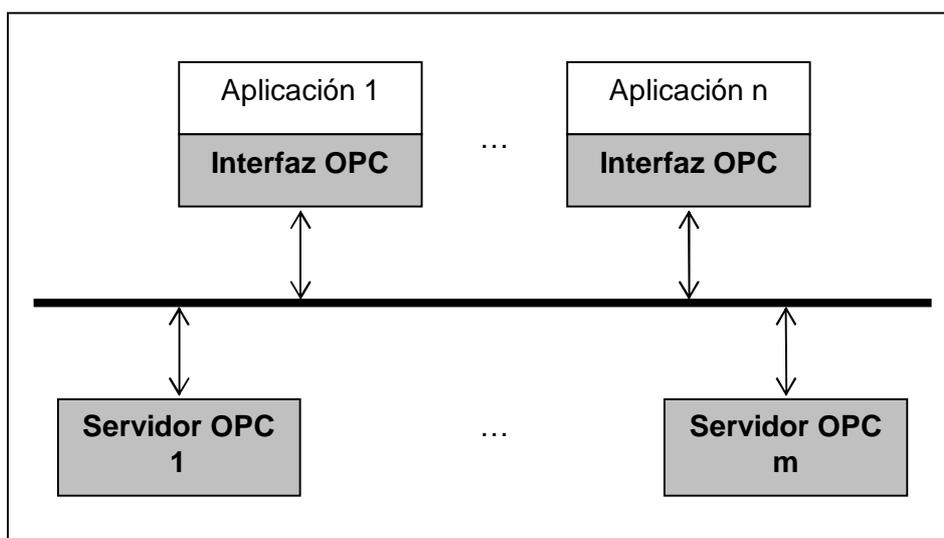
Business To Manufacturing Markup Language (B2MML). <http://www.isa-88.com/subpages/technology/techdes/b2mml.php>

ANEXOS

Anexo A: Conceptos

A.1 OPC

OPC, acrónimo de OLE for Process Control, es un estándar industrial para la interconectividad de sistemas, que usa la tecnología COM y DCOM de Microsoft para permitir el intercambio de datos entre aplicaciones, usando una arquitectura cliente/servidor.



Gracias a las especificaciones OPC, varias empresas han desarrollado Servidores y Clientes OPC lo que reduce el tiempo y los costes de implementación, ya que los datos se obtienen exactamente con el mismo formato independientemente que vengan de PLC, scada, etc.

Existen distintos estándares dependiendo del tipo de información a obtener. Por ejemplo el OPC Data Access (OPC DA), que proporciona el estándar para acceder a datos en tiempo real (por ejemplo de PLCs), o el OPC Historical Data Access (OPC HDA) para los datos históricos.

A.2 SAP XI

SAP XI (SAP Exchange Infrastructure) es un componente usado para facilitar el intercambio de información entre sistemas de distintas empresas, versiones e implementados en distintos lenguajes de programación, el componente central del cual es el Servidor de Integración SAP.

Este componente está basado en una arquitectura y estándares abiertos. Y la comunicación se basa en XML que usa http (Hyper Text Transfer Protocol).

A.3 ISA-88

La ISA-88 es un estándar internacional para las industrias de proceso batch que ayuda a las industrias a producir de modo flexible. También puede aplicarse a procesos discretos y continuos.

El estándar consiste en una serie de modelos y terminología para estructurar los procesos de producción y desarrollar el control de los equipos.

Está dividido en cuatro partes:

ISA-88.01: define los modelos y la terminología.

ISA-88.02: consiste en modelos de datos, tablas y un método estándar para representar recetas.

ISA-88.03: está enfocada a la Recetas Generales. Define la información que una Receta General ha de contener y algunos símbolos estándar para la representación de éstas.

ISA-88.04: está siendo desarrollada y se dirigirá a los registros de producción.

A.4 ISA-95

La ISA-95 es el estándar internacional para la integración de los sistemas de empresa y control.

Consiste en una serie de modelos y terminología que pueden ser usados para determinar que información ha de intercambiarse entre los sistemas de venta, finanzas y logística, y los de producción, mantenimiento y calidad.

Así define las bases para el desarrollo de interfases estándares entre el ERP y los sistemas MES.

Está dividido en cinco niveles:

ISA-95.01: define los modelos y terminología, y determina qué información se ha de intercambiar entre el nivel de negocio y el de control.

ISA-95.02: determina los atributos para todos los objetos definidos en la parte 1 dando así las bases para escoger la solución técnica (por ejemplo XML/B2MML).

ISA-95.03: define las actividades de producción, calidad, mantenimiento... y los flujos de información.

ISA-95.04: define objetos modelo que determinan qué información se intercambia en las actividades MES. Es la base para el diseño e implementación de interfases estándares.

ISA-95.05: define modelos de transacción para el intercambio de información.

A.5 IPC

IPC (Interprocess Communication) es un protocolo que permite la comunicación entre procesos y que es usado por los componentes de SIMATIC IT para la comunicación entre cliente y servidor.

A.6 COM

COM (Component Object Model) es una plataforma de Microsoft para permitir la comunicación entre procesos y la creación dinámica de objetos de modo neutral con respecto al lenguaje.

A.7 GSI

Interfaz propietaria para la comunicación entre el Production Modeler y los Componentes.

A.8 B2MML

B2MML (Business To Manufacturing Markup Language) es un formato de datos común para conectar los sistemas ERP y los sistemas MES siguiendo la ISA-95. Consiste en un conjunto de esquemas XML escritos usando el lenguaje XML Schema del W3C (XSD) que implementa los modelos de datos del estándar ISA-95.

A.9 XSLT

XSLT (XSL Transformations) es un lenguaje de programación que se usa para convertir documentos XML en otros documentos XML.

Anexo B: Ficheros envío de datos de SAP a MES

B.1 Creación Orden de Producción

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<SyncProductionSchedule xmlns="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0
C:/SAP2MES/XML/MES/B2MT_ProductionSchedule.xsd" revision="8.0"
environment="Production" lang="en-US">
  <oag:ApplicationArea xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis">
    <oag:Sender>
      <oag:LogicalId>SAP</oag:LogicalId>
      <oag:Component>PMConnector</oag:Component>
      <oag:Confirmation>Always</oag:Confirmation>
    </oag:Sender>
    <oag:CreationDateTime>2007-12-10T18:18:11</oag:CreationDateTime>
    <oag:BODId>1500000001858340</oag:BODId>
    <oag:UserArea/>
  </oag:ApplicationArea>
  <DataArea>
    <oag:Sync xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis" confirm="Always">
      <oag:SyncCriteria>
        <oag:SyncExpression action="Add"/>
      </oag:SyncCriteria>
    </oag:Sync>
    <bml:ProductionSchedule xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
      <bml:ID>Default</bml:ID>
      <bml:ProductionRequest>
        <bml:ID>2008101500</bml:ID>
        <bml:Description>PP01</bml:Description>
        <bml:ProductProductionRuleID/>
        <bml:StartTime>2007-12-18T00:00:00</bml:StartTime>
        <bml:EndTime>2007-12-18T23:59:59</bml:EndTime>
        <bml:SegmentRequirement>
```

```
<bml:ID>0010</bml:ID>
<bml:EquipmentRequirement>
  <bml:EquipmentID>MAQ</bml:EquipmentID>
  <bml:Quantity>
    <bml:QuantityString>12000.000</bml:QuantityString>
    <bml:DataType>float</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>UN</bml:UnitOfMeasure>
    <bml:Any>
      <sit:QuantityExtension xmlns:sit="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mml-
v02-SITExt-1.0">
        <sit:QuantityRelative>>false</sit:QuantityRelative>
      </sit:QuantityExtension>
    </bml:Any>
  </bml:Quantity>
</bml:EquipmentRequirement>
<bml:Any>
  <sit:SegmentRequirementExtension
xmlns:sit="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mml-v02-SITExt-1.0">
    <sit:ProcessSegmentType>JOB</sit:ProcessSegmentType>
    <sit:DispatchMode>Manual</sit:DispatchMode>
    <sit:Status>
      <sit:StatusID>Espera</sit:StatusID>
      <sit:TransitionGroupID>AB</sit:TransitionGroupID>
    </sit:Status>
    <sit:EstimatedStartTime>2007-12-18T14:34:00</sit:EstimatedStartTime>
    <sit:EstimatedEndTime>2007-12-18T22:00:00</sit:EstimatedEndTime>
    <sit:StepID/>
    <sit:OutputMaterial>
      <sit:ID/>
      <sit:Version/>
    </sit:OutputMaterial>
    <sit:Quantity>
      <bml:QuantityString>12000.000</bml:QuantityString>
      <bml:DataType>float</bml:DataType>
      <bml:UnitOfMeasure>UN</bml:UnitOfMeasure>
      <bml:Any>
        <sit:QuantityExtension>
          <sit:QuantityRelative>>false</sit:QuantityRelative>
        </sit:QuantityExtension>
      </bml:Any>
    </sit:Quantity>
    <sit:MaterialRequirementHeader>
      <sit:Identification>
        <sit:HeaderID/>
        <sit:Type>INPUTOUTPUT</sit:Type>
      </sit:Identification>
      <sit:ExpectedLevelOfDetail>MaterialDefinition</sit:ExpectedLevelOfDetail>
      <sit:Required/>
      <sit:CanHandleAlternatives/>
      <sit:SingleValue/>
    </sit:MaterialRequirementHeader>
    <sit:EquipmentRequirementHeader>
      <sit:Identification>
```

```

        <sit:HeaderID/>
    </sit:Identification>
    <sit:ExpectedLevelOfDetail>Equipment</sit:ExpectedLevelOfDetail>
    <sit:Required/>
    <sit:ExecutionEquipment/>
    </sit:EquipmentRequirementHeader>
</sit:SegmentRequirementExtension>
</bml:Any>
</bml:SegmentRequirement>
<bml:Any>
    <sit:ProductionRequestExtension
xmlns:sit="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mml-v02-SITExt-1.0">
    <sit:PlantID>
        <sit:ID>1010</sit:ID>
        <sit:Version>01.00</sit:Version>
    </sit:PlantID>
    <sit:JobID>2008101500</sit:JobID>
    <sit:Status>
        <sit:StatusID>Espera</sit:StatusID>
        <sit:TransitionGroupID>AB</sit:TransitionGroupID>
    </sit:Status>
    <sit:FinalMaterial>
        <sit:ID>9400001699</sit:ID>
        <sit:Version>1.0</sit:Version>
    </sit:FinalMaterial>
    <sit:Quantity>
        <bml:QuantityString>12000.000</bml:QuantityString>
        <bml:DataType>float</bml:DataType>
        <bml:UnitOfMeasure>UN</bml:UnitOfMeasure>
        <bml:Any>
            <sit:QuantityExtension>
                <sit:QuantityRelative>>false</sit:QuantityRelative>
            </sit:QuantityExtension>
        </bml:Any>
    </sit:Quantity>
    <sit:CustomField>
        <sit:ID>CAJAS</sit:ID>
        <sit:Value>
            <bml:ValueString>1200.000</bml:ValueString>
            <bml:DataType>string</bml:DataType>
            <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
            <bml:Any>
                <sit:ValueExtension>
                    <sit:Val_Min/>
                    <sit:Val_Max/>
                </sit:ValueExtension>
            </bml:Any>
        </sit:Value>
    </sit:CustomField>
    <sit:CustomField>
        <sit:ID>DESC_MAT</sit:ID>
        <sit:Value>
            <bml:ValueString>Descripcion Material 1111</bml:ValueString>

```

```
<bml:DataType>string</bml:DataType>
<bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
<bml:Any>
  <sit:ValueExtension>
    <sit:Val_Min/>
    <sit:Val_Max/>
  </sit:ValueExtension>
</bml:Any>
</sit:Value>
</sit:CustomField>
<sit:CustomField>
  <sit:ID>DUN14</sit:ID>
  <sit:Value>
    <bml:ValueString>18411660004663</bml:ValueString>
    <bml:DataType>string</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
    <bml:Any>
      <sit:ValueExtension>
        <sit:Val_Min/>
        <sit:Val_Max/>
      </sit:ValueExtension>
    </bml:Any>
  </sit:Value>
</sit:CustomField>
</sit:ProductionRequestExtension>
</bml:Any>
</bml:ProductionRequest>
</bml:ProductionSchedule>
</DataArea>
</SyncProductionSchedule>
```

B.2 Creación/Modificación de Material

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<SyncMaterialDefinition xmlns="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0
C:/SAP2MES/XML/MES/B2MT_MaterialDefinition.xsd" revision="8.0"
environment="Production" lang="en-US">
  <oag:ApplicationArea xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis">
    <oag:Sender>
      <oag:LogicalId>SAP</oag:LogicalId>
      <oag:Component>PMConnector</oag:Component>
      <oag:Confirmation>Always</oag:Confirmation>
    </oag:Sender>
    <oag:CreationDateTime>2007-07-04T15:55:33</oag:CreationDateTime>
    <oag:BODId>0000000001641026</oag:BODId>
  </oag:ApplicationArea>
  <DataArea>
    <oag:Sync xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis" confirm="Always">
      <oag:SyncCriteria>
        <oag:SyncExpression action="Add"/>
      </oag:SyncCriteria>
    </oag:Sync>
  </DataArea>
</SyncMaterialDefinition>
```

```

    </oag:SyncCriteria>
  </oag:Sync>
  <bml:MaterialDefinition xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
    <bml:ID>111111</bml:ID>
    <bml:Description>Descripcion Material 111111</bml:Description>
    <bml:MaterialClassID>9SEMIIMSA</bml:MaterialClassID>
    <bml:Any>
      <sit:MaterialDefinitionExtension
xmlns:sit="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mml-v02-SITExt-1.0">
        <sit:Version>1.0</sit:Version>
        <sit:Status>APPROVED</sit:Status>
        <sit:UnitOfMeasure>UDS</sit:UnitOfMeasure>
      </sit:MaterialDefinitionExtension>
    </bml:Any>
  </bml:MaterialDefinition>
</DataArea>
</SyncMaterialDefinition>

```

B.3 Creación/Modificación BoM

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<SyncBillOfMaterials xmlns="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0
C:/SAP2MES/XML/MES/B2MT_BillOfMaterial.xsd" revision="8.0"
environment="Production" lang="en-US">
  <oag:ApplicationArea xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis">
    <oag:Sender>
      <oag:LogicalId>SAP</oag:LogicalId>
      <oag:Component>PMConnector</oag:Component>
      <oag:ReferenceId>Always</oag:ReferenceId>
    </oag:Sender>
    <oag:CreationDateTime>2007-07-04T15:59:22</oag:CreationDateTime>
    <oag:BOBId>0000000001641181</oag:BOBId>
    <oag:UserArea/>
  </oag:ApplicationArea>
  <DataArea>
    <oag:Sync xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis" confirm="Always">
      <oag:SyncCriteria>
        <oag:SyncExpression action="Add"/>
      </oag:SyncCriteria>
    </oag:Sync>
    <sit:BillOfMaterials xmlns:sit="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mml-v02-SITExt-
1.0">
      <sit:ID>11007626</sit:ID>
      <sit:MaterialDefinitionID>222222</sit:MaterialDefinitionID>
      <sit:MaterialDefinitionVersion>1.0</sit:MaterialDefinitionVersion>
      <sit:Quantity>
        <bml:QuantityString xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">1000.000</bml:QuantityString>
        <bml:DataType xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">float</bml:DataType>

```

```
<bml:UnitOfMeasure xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">KG</bml:UnitOfMeasure>
  <bml:Any xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
    <sit:QuantityExtension>
      <sit:QuantityRelative>false</sit:QuantityRelative>
    </sit:QuantityExtension>
  </bml:Any>
</sit:Quantity>
<sit:Item>
  <sit:MaterialDefinitionID>9900290840</sit:MaterialDefinitionID>
  <sit:MaterialDefinitionVersion>1.0</sit:MaterialDefinitionVersion>
  <sit:Quantity>
    <bml:QuantityString xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">0.100</bml:QuantityString>
    <bml:DataType xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">float</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">KG</bml:UnitOfMeasure>
    <bml:Any xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
      <sit:QuantityExtension>
        <sit:QuantityRelative>false</sit:QuantityRelative>
      </sit:QuantityExtension>
    </bml:Any>
  </sit:Quantity>
  <sit:BOMItemProperty>
    <sit:ID>0100</sit:ID>
    <sit:Label/>
  </sit:BOMItemProperty>
</sit:Item>
<sit:Item>
  <sit:MaterialDefinitionID>9900271480</sit:MaterialDefinitionID>
  <sit:MaterialDefinitionVersion>1.0</sit:MaterialDefinitionVersion>
  <sit:Quantity>
    <bml:QuantityString xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">48.000</bml:QuantityString>
    <bml:DataType xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">float</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">KG</bml:UnitOfMeasure>
    <bml:Any xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
      <sit:QuantityExtension>
        <sit:QuantityRelative>false</sit:QuantityRelative>
      </sit:QuantityExtension>
    </bml:Any>
  </sit:Quantity>
  <sit:BOMItemProperty>
    <sit:ID>0050</sit:ID>
    <sit:Label/>
  </sit:BOMItemProperty>
</sit:Item>
<sit:Item>
  <sit:MaterialDefinitionID>9900090615</sit:MaterialDefinitionID>
  <sit:MaterialDefinitionVersion>1.0</sit:MaterialDefinitionVersion>
```

```

    <sit:Quantity>
      <bml:QuantityString xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">10.800</bml:QuantityString>
      <bml:DataType xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">float</bml:DataType>
      <bml:UnitOfMeasure xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">KG</bml:UnitOfMeasure>
      <bml:Any xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
        <sit:QuantityExtension>
          <sit:QuantityRelative>false</sit:QuantityRelative>
        </sit:QuantityExtension>
      </bml:Any>
    </sit:Quantity>
    <sit:BOMItemProperty>
      <sit:ID>0040</sit:ID>
      <sit:Label/>
    </sit:BOMItemProperty>
  </sit:Item>
  <sit:Item>
    <sit:MaterialDefinitionID>9900110700</sit:MaterialDefinitionID>
    <sit:MaterialDefinitionVersion>1.0</sit:MaterialDefinitionVersion>
    <sit:Quantity>
      <bml:QuantityString xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">832.100</bml:QuantityString>
      <bml:DataType xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">float</bml:DataType>
      <bml:UnitOfMeasure xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-
v02">KG</bml:UnitOfMeasure>
      <bml:Any xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
        <sit:QuantityExtension>
          <sit:QuantityRelative>false</sit:QuantityRelative>
        </sit:QuantityExtension>
      </bml:Any>
    </sit:Quantity>
    <sit:BOMItemProperty>
      <sit:ID>0010</sit:ID>
      <sit:Label/>
    </sit:BOMItemProperty>
  </sit:Item>
</sit:BillOfMaterials>
</DataArea>
</SyncBillOfMaterials>

```

B.4 Etiqueta de palé

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<SyncEtiquetaPalet xmlns="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" revision="8.0"
environment="Production" lang="en-US">
  <oag:ApplicationArea xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis">
    <oag:Sender>
      <oag:LogicalId>SAP</oag:LogicalId>
    </oag:Sender>
  </oag:ApplicationArea>

```

```
<oag:Component>PMConnector</oag:Component>
<oag:Confirmation>Always</oag:Confirmation>
</oag:Sender>
<oag:CreationDateTime>2006-03-23T11:09:33</oag:CreationDateTime>
<oag:BODId>32345394455699525</oag:BODId>
</oag:ApplicationArea>
<DataArea>
<codigoPalet>1000185005</codigoPalet>
<centro>2010</centro>
<idOP>100167281</idOP>
<codigoMaterial>0000430052</codigoMaterial>
<descripcionMaterial>Descripción material 0000430052</descripcionMaterial>
<cantidad>660</cantidad>
<unidades>UN</unidades>
<areaProduccion>700</areaProduccion>
<fechaHora>16.06.2009 07:14:09</fechaHora>
<almacen>2005</almacen>
<ot>0000476413</ot>
<docnum>.</docnum>
</DataArea>
<xsi:dummy>dummy</xsi:dummy>
</SyncEtiquetaPalet>
```

B.5 Maestro de personal

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<SyncPersonnel xmlns="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mt-1.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" revision="8.0"
environment="Production" lang="en-US">
<oag:ApplicationArea xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis">
<oag:Sender>
<oag:LogicalId>SAP</oag:LogicalId>
<oag:Component>PMConnector</oag:Component>
<oag:Confirmation>Always</oag:Confirmation>
</oag:Sender>
<oag:CreationDateTime>**HARDCODED**</oag:CreationDateTime>
<oag:BODId>0000000002735271</oag:BODId>
</oag:ApplicationArea>
<DataArea>
<oag:Sync xmlns:oag="http://www.openapplications.org/oagis" confirm="Always">
<oag:SyncCriteria>
<oag:SyncExpression action="Change"/>
</oag:SyncCriteria>
</oag:Sync>
<bml:Person xmlns:bml="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02"
xmlns:sit="http://www.siemens.com/ad/mes/b2mml-v02-SITExt-1.0">
<bml:ID>00000201</bml:ID>
<bml:Description>Apellidos, Nombre </bml:Description>
<bml:PersonName>Nombre</bml:PersonName>
<bml:PersonProperty>
<bml:ID>SECCION</bml:ID>
<bml:Description>SECCION</bml:Description>
```

```

<bml:Value>
  <bml:ValueString>0000008006</bml:ValueString>
  <bml:DataType>string</bml:DataType>
  <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
  <bml:Any/>
</bml:Value>
<bml:Any>
  <sit:PersonPropertyExtension>
    <sit:TypePropertyID>AB</sit:TypePropertyID>
    <sit:LocalizedDescription lang="es">**Desc Prop
Castellano**</sit:LocalizedDescription>
  </sit:PersonPropertyExtension>
</bml:Any>
</bml:PersonProperty>
<bml:PersonProperty>
  <bml:ID>DEPARTAMENTO</bml:ID>
  <bml:Description>DEPARTAMENTO</bml:Description>
  <bml:Value>
    <bml:ValueString>8040</bml:ValueString>
    <bml:DataType>string</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
    <bml:Any/>
  </bml:Value>
  <bml:Any>
    <sit:PersonPropertyExtension>
      <sit:TypePropertyID>AB</sit:TypePropertyID>
    </sit:PersonPropertyExtension>
  </bml:Any>
</bml:PersonProperty>
<bml:PersonProperty>
  <bml:ID>EMPRESA</bml:ID>
  <bml:Description>EMPRESA</bml:Description>
  <bml:Value>
    <bml:ValueString>0080</bml:ValueString>
    <bml:DataType>string</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
    <bml:Any/>
  </bml:Value>
  <bml:Any>
    <sit:PersonPropertyExtension>
      <sit:TypePropertyID>AB</sit:TypePropertyID>
    </sit:PersonPropertyExtension>
  </bml:Any>
</bml:PersonProperty>
<bml:PersonProperty>
  <bml:ID>PASSWORD</bml:ID>
  <bml:Description>PASSWORD</bml:Description>
  <bml:Value>
    <bml:ValueString/>
    <bml:DataType>string</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
    <bml:Any/>
  </bml:Value>

```

```
<bml:Any>
  <sit:PersonPropertyExtension>
    <sit:TypePropertyID>AB</sit:TypePropertyID>
  </sit:PersonPropertyExtension>
</bml:Any>
</bml:PersonProperty>
<bml:PersonProperty>
  <bml:ID>TARJETA_FICHAJE</bml:ID>
  <bml:Description>TARJETA_FICHAJE</bml:Description>
  <bml:Value>
    <bml:ValueString>2850</bml:ValueString>
    <bml:DataType>string</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
  <bml:Any/>
</bml:Value>
<bml:Any>
  <sit:PersonPropertyExtension>
    <sit:TypePropertyID>AB</sit:TypePropertyID>
  </sit:PersonPropertyExtension>
</bml:Any>
</bml:PersonProperty>
<bml:PersonProperty>
  <bml:ID>TERMINAL</bml:ID>
  <bml:Description>TERMINAL</bml:Description>
  <bml:Value>
    <bml:ValueString>0</bml:ValueString>
    <bml:DataType>string</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
  <bml:Any/>
</bml:Value>
<bml:Any>
  <sit:PersonPropertyExtension>
    <sit:TypePropertyID>AB</sit:TypePropertyID>
  </sit:PersonPropertyExtension>
</bml:Any>
</bml:PersonProperty>
<bml:PersonProperty>
  <bml:ID>ACTIVO</bml:ID>
  <bml:Description>ACTIVO</bml:Description>
  <bml:Value>
    <bml:ValueString>SI</bml:ValueString>
    <bml:DataType>string</bml:DataType>
    <bml:UnitOfMeasure>n/a</bml:UnitOfMeasure>
  <bml:Any/>
</bml:Value>
<bml:Any>
  <sit:PersonPropertyExtension>
    <sit:TypePropertyID>AB</sit:TypePropertyID>
  </sit:PersonPropertyExtension>
</bml:Any>
</bml:PersonProperty>
<bml:Any>
  <sit:PersonExtension>
```

```

    <sit:MiddleName/>
    <sit:FirstName>Apellido</sit:FirstName>
    <sit:Status>enabled</sit:Status>
    <sit:RoleID>TEAM MEMBER</sit:RoleID>
    <sit:OverTime>>false</sit:OverTime>
    <sit:AltShift>>true</sit:AltShift>
    <sit:LocalizedDescription lang="es"> **Descripci3n
Castellano** </sit:LocalizedDescription>
  </sit:PersonExtension>
</bml:Any>
</bml:Person>
</DataArea>
</SyncPersonnel>

```

Anexo C: Ficheros envío de datos de MES a SAP

C.1 Notificación de Próxima

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<ns0:mtEnvioProxOrdProd xmlns:ns0="http://siemens.com/mes">
  <OP>
    <ID_OP>100161812</ID_OP>
    <Status_OP>PROXIMA</Status_OP>
  </OP>
</ns0:mtEnvioProxOrdProd>

```

C.2 Notificación de Producción

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<ProductionPerformance xmlns="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
  <ID>1</ID>
  <PublishedDate>2009-03-13T12:57:27</PublishedDate>
  <ProductionResponse>
    <ID>100161812</ID>
    <SegmentResponse>
      <ID>0010</ID>
      <Description>1</Description>
      <ActualStartTime>2009-03-13T13:56:01</ActualStartTime>
      <ProductionData>
        <ID>YIELD</ID>
        <Value>
          <ValueString>600</ValueString>
          <DataType>float</DataType>
          <UnitOfMeasure>UN</UnitOfMeasure>
          <Any/>
        </Value>
      </ProductionData>
      <ProductionData>
        <ID>ESTADO</ID>
        <Value>
          <ValueString>ACTIVA</ValueString>
          <DataType>string</DataType>

```

```
                <UnitOfMeasure>NULL</UnitOfMeasure>
                <Any/>
            </Value>
        </ProductionData>
    </SegmentResponse>
<Any>
    <PlantID>S</PlantID>
</Any>
</ProductionResponse>
</ProductionPerformance>
```

C.3 Notificación de Producción y Tiempo

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<ProductionPerformance xmlns="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
  <ID>1</ID>
  <PublishedDate>2009-03-13T11:35:50</PublishedDate>
  <ProductionResponse>
    <ID>100161574</ID>
    <SegmentResponse>
      <ID>0010</ID>
      <Description>1</Description>
      <ActualStartTime>2009-03-10T11:32:08</ActualStartTime>
      <ProductionData>
        <ID>YIELD</ID>
        <Value>
          <ValueString>1800</ValueString>
          <DataType>float</DataType>
          <UnitOfMeasure>KG</UnitOfMeasure>
          <Any/>
        </Value>
      </ProductionData>
      <ProductionData>
        <ID>DURATION</ID>
        <Value>
          <ValueString>11111</ValueString>
          <DataType>float</DataType>
          <UnitOfMeasure>S</UnitOfMeasure>
          <Any/>
        </Value>
      </ProductionData>
      <ProductionData>
        <ID>ESTADO</ID>
        <Value>
          <ValueString>ACTIVA</ValueString>
          <DataType>string</DataType>
          <UnitOfMeasure>NULL</UnitOfMeasure>
          <Any/>
        </Value>
      </ProductionData>
    </SegmentResponse>
  </Any>
```

```

        <PlantID>S</PlantID>
    </Any>
</ProductionResponse>
</ProductionPerformance>

```

C.4 Notificación Cierre OF

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<ProductionPerformance xmlns="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v02">
  <ID>1</ID>
  <PublishedDate>2009-03-13T12:55:52</PublishedDate>
  <ProductionResponse>
    <ID>100161804</ID>
    <SegmentResponse>
      <ID>0010</ID>
      <Description>1</Description>
      <ActualStartTime>2009-03-10T20:54:12</ActualStartTime>
      <ActualEndTime>2009-03-13T13:55:51</ActualEndTime>
      <ProductionData>
        <ID>YIELD</ID>
        <Value>
          <ValueString>0</ValueString>
          <DataType>float</DataType>
          <UnitOfMeasure>UN</UnitOfMeasure>
        </Value>
      </ProductionData>
      <ProductionData>
        <ID>DURATION</ID>
        <Value>
          <ValueString>0</ValueString>
          <DataType>float</DataType>
          <UnitOfMeasure>S</UnitOfMeasure>
        </Value>
      </ProductionData>
      <ProductionData>
        <ID>ESTADO</ID>
        <Value>
          <ValueString>CERRADA</ValueString>
          <DataType>string</DataType>
          <UnitOfMeasure>NULL</UnitOfMeasure>
        </Value>
      </ProductionData>
    </SegmentResponse>
  </Any>
  <PlantID>S</PlantID>
</Any>
</ProductionResponse>
</ProductionPerformance>

```

C.5 Notificación de fichajes

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<ns0:mtEnvioFichajesPersonal xmlns:ns0="http://siemens.com/mes">
<fichaje>
  <idTerminal>26</idTerminal>
  <tipo>xE</tipo>
  <codigoIncidencia>0000</codigoIncidencia>
  <codigoTarjeta>2301</codigoTarjeta>
  <fecha>20090312</fecha>
  <hora>065326</hora>
</fichaje>
<fichaje>
  <idTerminal>55</idTerminal>
  <tipo>xE</tipo>
  <codigoIncidencia>0000</codigoIncidencia>
  <codigoTarjeta>0068</codigoTarjeta>
  <fecha>20090312</fecha>
  <hora>072125</hora>
</fichaje>
<fichaje>
  <idTerminal>55</idTerminal>
  <tipo>xE</tipo>
<codigoIncidencia>0000</codigoIncidencia>
<codigoTarjeta>0122</codigoTarjeta>
<fecha>20090312</fecha>
<hora>073354</hora>
</fichaje>
<fichaje>
  <idTerminal>55</idTerminal>
  <tipo>xE</tipo>
  <codigoIncidencia>0000</codigoIncidencia>
  <codigoTarjeta>2106</codigoTarjeta>
  <fecha>20090312</fecha>
  <hora>073414</hora>
</fichaje>
<fichaje>
  <idTerminal>55</idTerminal>
  <tipo>xE</tipo>
  <codigoIncidencia>0000</codigoIncidencia>
  <codigoTarjeta>2549</codigoTarjeta>
  <fecha>20090312</fecha>
  <hora>073607</hora>
</fichaje>
<fichaje>
  <idTerminal>55</idTerminal>
  <tipo>xE</tipo>
  <codigoIncidencia>0000</codigoIncidencia>
  <codigoTarjeta>2729</codigoTarjeta>
  <fecha>20090312</fecha>
  <hora>074234</hora>
</fichaje>
</ns0:mtEnvioFichajesPersonal>
```