

# **Modelado mediante sistemas multiagentes del ámbito funcional PPC del modelo CIM de Siemens.**

ANEXOS

Fernando Cerón Imbachí  
Juan Pablo Torres Vernaza

Director  
Juan Martín Velasco Mosquera  
Magister

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
POPAYÁN  
2008**

## CONTENIDO

**Anexo A.** Metodología de trabajo.

**Anexo B.** Organización del documento.

**Anexo C.** Descripción del proceso de obtención de café para consumo de forma textual y bajo el estándar ISA 88.

**Anexo D.** Metodologías para el desarrollo de un MAS.

**Anexo E.** Tareas de agentes en diagramas de definición integrada

**Anexo F.** Control de la pizarra.

**Anexo G.** Sistemas de control basados en agenda y en eventos.

**Anexo H.** Entrevistas a empresas sobre las funciones propuestas por el CIM de Siemens para la planificación y el control de la producción. (PPC):

## ANEXO A

### METODOLOGÍA DE TRABAJO.

El presente documento plantea una metodología que en un primer lugar analiza el marco teórico y el estado del arte de los conceptos más relevantes en un primer periodo; posteriormente el documento presenta x periodos, los cuales pretenden el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados; dichas fases son:

| Periodos                                    | referencia |
|---|------------|
| Recolección de información                  | RI         |
| Análisis de información                     | AI         |
| Obtención del ámbito PPC con la técnica RBC | OAP        |
| Modelado sistemas multiagente               | MOM        |
| Aplicación de resultados al caso de estudio | ACE        |

Tabla 1. Convención de símbolos para los periodos del cronograma

En estos periodos se desarrollaron diferentes actividades, las cuales se muestran en el siguiente cuadro.

| Periodos                          | Actividades  |
|-----------------------------------|--|
| Recolección de información        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta con docentes conocedores.</li> <li>• Consulta en bibliotecas (libros, trabajos de grado, revistas, etc.).</li> <li>• Consulta en Internet.</li> <li>• Búsqueda de herramientas sw. (tutoriales, aplicaciones).</li> </ul>  |
| Análisis de información           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de la validez de la información.</li> <li>• Consolidación de conceptos.</li> <li>• Selección de información</li> <li>• Documentación.</li> </ul>   |
| Obtención del ámbito PPC          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener los componentes del ámbito PPC del modelo CIM de Siemens.</li> <li>• Modelar el ámbito PPC como agentes.</li> </ul>   |
| Modelado con sistemas multiagente | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer la funcionalidad de los sistemas multiagente en dinámica del ámbito PPC del modelo Siemens.</li> <li>• Determinar las funciones del ámbito PPC que se abarcan en el desarrollo del modelado con los multiagente, así como las funciones exteriores con las que se interactúa.</li> <li>• Mapear las funciones del ámbito PPC del modelo Siemens</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
|  | como agentes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar el flujo de información.</li> <li>• Documentación.</li> </ul>  |
| Adaptar los resultados al caso de estudio. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de la información relevante del proceso que se utilizó para la construcción del modelo.</li> <li>• Determinar las funciones del proceso que modelar mediante los agentes.</li> <li>• Construcción de agentes para la consecución del sistema que simula la funcionalidad del ámbito PPC del modelo Siemens.</li> <li>• Establecer diferencia de los resultados con otros modelos.</li> <li>• Documentación.</li> </ul> |

Tabla 2. Actividades

El primer objetivo específico planteado se cumple al término del segundo y tercer periodo planteados en la Tabla 2; el segundo objetivo es contemplado y alcanzado en el cuarto periodo; posteriormente, el tercer y cuarto objetivo aquí planteados se logran en el quinto periodo (ACE).

## **ANEXO B.**

### **ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO.**

El capítulo dos del documento presenta al lector el marco teórico y el estado del arte de las áreas relacionadas con los propósitos del proyecto; ellas son: sistemas multiagente (MAS), modelo de manufactura integrada por computador (CIM) de Siemens y el caso de estudio.

En el capítulo tres se encuentra la estrategia para abordar el problema y llegar a su solución; el capítulo es llamado: estrategia para el desarrollo del modelado; de este capítulo es relevante mencionar que es donde se determina la metodología que se utilizará como base para el desarrollo el MAS.

En el capítulo 4 se podrá encontrar la aplicación de la metodología guía al ámbito PPC del modelo de integración de Siemens, así como las consideraciones necesarias que surgieron al haberla aplicado al caso particular; este capítulo se denomina: modelo agente resultante.

El capítulo cinco se denomina: adaptación del modelo obtenido al caso de estudio; en él se aterriza los concepto del modelo de MAS obtenido a un caso industrial, que para efectos de este escrito es un proceso de obtención de café de consumo ejecutado en una empresa regional.

El capítulo 6, llamado: Validación mediante comparación con otras técnicas de modelado, trata de dar a conocer las ventajas y desventajas del sistema multiagente obtenido con el propósito de hacer un balance de los resultados

El último capítulo contiene las conclusiones del trabajo desarrollado y la determinación de los trabajos futuros que puedan surgir.

## **ANEXO C**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CAFÉ PARA CONSUMO DE FORMA TEXTUAL Y BAJO EL ESTÁNDAR ISA 88.**

En una primera parte se presenta la descripción del proceso de forma textual tratando de enseñar detalles del mismo; posteriormente, se presenta también la descripción del proceso teniendo en cuenta la estandarización de la ISA 88 con el objeto de reconocer enteramente las etapas del proceso.

#### **IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES**

##### **1. Almacenamiento de Materia Prima (Pergamino)**

El pergamino es un café verde que aún mantiene la cáscara; éste proviene de los proveedores y está previamente clasificado. A este café se le hacen las siguientes pruebas de calidad: Malla, Humedad, se trilla en una trilladora miniatura, se tuesta en el laboratorio, se muele en el laboratorio y se le hace la prueba de taza (cata). Según los resultados obtenidos se acepta o no el lote.

Este café es pesado y almacenado en la zona de almacenaje de entrada a la espera de ser trillado. Se marca con una ficha roja (entrada) y se rotula con la siguiente información en el formato FOG001: tipo de café, calidad de café, fecha de entrada, cantidad, lote de bodega y proveedor.

##### **2. Trillado**

De la zona de almacenamiento de entrada es transportado por un operario hasta un elevador, que es un recipiente donde se vierte el café y éste es succionado por un motor, a través de un tubo, hasta una tolva que dosifica el café pergamino continuamente hacia las aspas movidas por un motor y se encargan de separar el cisco (cáscara o viruta) de la almendra.

El café es nuevamente succionado por otro elevador hasta otra tolva de dosificación hacia el motor extractor de cisco, que separa completamente el grano oro de su cáscara; aquí el café es recogido en un costal por un operario que lo pesa y marca en el formato de recepción de mercancía FOG001 que se encuentra trillado.

##### **3. Almacenamiento de Café Trillado**

El operario transporta los bultos de café trillado hacia una zona de almacenamiento contigua a la de entrada y se marca con una ficha verde (salida), a la espera de ser almacenado en las tolvas de almacenamiento.

#### **4. Almacenamiento en Tolvas**

Existen cuatro tolvas de almacenamiento de 15000 Kilos (aprox.) de capacidad cada una; se almacena según la calidad del café. El operario deposita en un elevador la clase de café que desea almacenar, por lo que el tubo de salida lo ubica manualmente a conveniencia en cualquier tolva y el café es succionado hasta ella.

#### **5. Medición de Café para Tostar**

Por vez que se vaya a tostar se empieza a sacar aproximadamente 1800 kg por tipo de café de los silos de almacenamiento, por un tubo de succión; la capacidad de la tostadora es de 8 bultos de 60 kg por hora. La elección del tipo de café para tostar se hace de acuerdo con la mezcla o receta que la empresa maneja normalmente, o dependiendo de las características que se busquen en el producto final.

Una mezcla normal es descrita en el estudio de los costos de operación, del numeral 7.1 de la referencia [16], donde los tipos de café fueron: Consumo (25%), Pasilla (11,6%) y Chorreado (63,4%). Tanto los porcentajes como los tipos de café pueden cambiar según las características del café, los tipos de café a disposición, los precios de cada uno de ellos, pues éste es un mercado cambiante que depende de muchas variables, pero el principal objetivo es mantener la calidad del café y el mismo sabor, así la mezcla varíe.

#### **6. Tostión (Torrefacción)**

El tueste del café es una fase vital dentro de la cadena de elaboración. Un buen tueste influye más en la calidad de una taza de café que la bondad de la mezcla escogida. El proceso de tostar los granos del café verde consiste en someterlos durante un tiempo limitado a una alta temperatura, intervalo durante el cual pierde peso, alrededor del 15/20%, debido en gran parte a la evaporación de su humedad y en menor parte a la descomposición debido al calor de algunos componentes.

El grano aumenta de volumen, entre un 30 y un 50% o más, el color amarillo verdoso se transforma en un marrón, más o menos oscuro en función del grado de tueste escogido, la composición química del grano sufre una importante transformación tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Azúcares, grasas, proteínas, substancias nitrogenadas no proteicas, ácidos, todo sufre una transformación debido a las altas temperaturas a que es sometido el grano.

El papel principal en este proceso está a cargo de las transformaciones de los carbohidratos, las grasas y los ácidos. Una característica física importantísima es la solubilidad del café tostado y molido, factor decisivo para proceder a su infusión.

Para obtener las máximas cualidades de cada tipo de café, el tueste debe ser específico para cada uno de ellos. Por ello, en caso de mezclas, éstas deben efectuarse después del tostado y no antes.

El grado de tueste se adaptará también al tipo de utilización que se prevea; así, un café expreso requiere un punto de tostado superior a un café doméstico filtrado. Si un café está tostado con poco calor y lentamente, nos dará un café con poco gusto. Por contra, un tostado excesivo y corto nos producirá un gusto amargo y ahumado.

Los granos verdes se calientan en un tambor grande y giratorio para que se tueste uniformemente y su transformación empiece. Después de 10 a 15 minutos de intenso calor, mucha de su humedad se evapora. Los granos verdes cambian a un color amarillo intenso y huelen a palomitas. Después de unos 10 minutos, tiene lugar el primer estallido (o "pop"). El grano aumenta su tamaño, causando un ruido crepitante al expandirse el café.

El tiempo total utilizado, aproximado es de 35 minutos, varía un poco según la calidad del café y a máximo 210°C, ya que si supera esta temperatura un reóstato apaga la tostadora.

En este punto se hace un control de calidad según el color (visual), homogeneidad (visual) y se determina el grado de tueste (Colorímetro digital).

## **7. Enfriamiento y mezclado**

A la salida de la tostadora se encuentra un recipiente circular de 4 metros de diámetro con aspas giratorias que permiten des-gasificar el café y enfriarlo; después se almacena en depósitos.

Posteriormente, un operario hace la mezcla de las distintas calidades de café tomando ciertas cantidades preestablecidas de los depósitos y las esparce en el recipiente giratorio y por cierto tiempo se mezclan. Se vierte en un elevador contiguo, de donde es succionado hasta la tolva del molino.

Después se hace la prueba de taza de la mezcla obtenida y se determina si es necesario variar la mezcla o los tiempos y temperaturas de tostado.

## **8. Molido**

La capacidad del molino es de 220 arrobas en 6 horas. El molido es también una operación clave dentro de la cadena de elaboración de un buen café, a la que se le da muy poca importancia. El grano molturado (molido) debe tener una granulometría perceptible al tacto y no llegar a tener una consistencia harinosa. Si está poco molturado, al realizar la infusión no se extraerán todos los sabores, y si lo está demasiado, se disolverán excesivamente los componentes menos aromáticos y más amargos, además de formarse una pasta que dificultará el proceso. Una consecuencia de un molido defectuoso con fresas desgastadas o excesivamente juntas o con exceso de revoluciones, es el quemado del café.

Para cada uso y para cada tipo de máquina, existe un grado adecuado de molturación del café. Hubo un tiempo en que estaba prohibido vender café molido envasado, para evitar picarescas no deseadas, pero hoy es normal la compra del



café molido, con lo que el consumidor puede ahorrarse la delicada operación de moler el café en su grado justo.

El silo que almacena los granos tostados los dosifica y éstos van siendo molidos uniformemente, cayendo en un recipiente elevador que lo succiona hacia la empacadora. Las pruebas de calidad que se realizan en este punto son de fragancia y granulometría, y así calibrar los discos si es necesario.

## **9. Empacado**

Este proceso se hace con una máquina empacadora marca Rosda Mod. SP1000 Super Precis de 1997, que es programable y se calibra según el tamaño del empaque que utiliza; los rollos de foley de aluminio toman forma circular por un tubo formador, el cual une los extremos posteriores que son unidos por una cinta caliente y el inferior por una mandíbula selladora.

En este punto la máquina vierte el contenido preestablecido y es cortado y sellado por la misma mandíbula. El paquete es llevado por unos rodillos hasta que cae en un carro para ser llevado a la zona de almacenamiento de empaques.

Las pruebas de calidad son visuales, hechas por el operario que aparta las unidades no conformes y cada cierto tiempo pesa un empaque cuyo valor debe oscilar en un 2 % del valor esperado.

## **10. Almacenamiento de Empaques**

El mismo operario de la máquina empacadora lleva las unidades hasta una zona donde ubica ordenadamente (según peso) los paquetes que posteriormente serán embalados.

## **11. Embalaje**

Un operario es el encargado de esta operación crítica del proceso, pues a excepción del sellado la operación es completamente manual y mantiene un atraso constante y bastante considerable de unidades por empacar. Los paquetes son de 25 unidades y de distintos tamaños según el peso del empaque; aquí se realizan pruebas visuales de calidad y son separadas unidades no conformes. A pesar de que el proceso es bastante sencillo y mecánico, el trabajo es agotador y tedioso.

## **12. Almacenamiento de Paquetes**

Después de que los paquetes estén debidamente embalados, éstos son llevados a la zona de almacenamiento de paquetes, y se marcan con una ficha roja de espera, hasta que sean evacuadas las ya existentes, momento en el cual se les cambia por la ficha verde de salida, esto para evitar largos almacenamientos en bodega. Se llena un formato de salida con la siguiente información: Café Tostado y molido, Fecha de entrada, Tamaño (Kg), Lote de bodega, Fecha de salida, Responsable.

La descripción de estas funciones de proceso se realiza también bajo el estándar ISA 88 que se aproxima más a la temática de este documento; dicha descripción es presentada en el anexo A.

## DESCRIPCIÓN BAJO EL ESTANDAR ISA 88

### MODELO DE CONTROL PROCEDIMENTAL.

De acuerdo con la norma ISA 88 este modelo es:

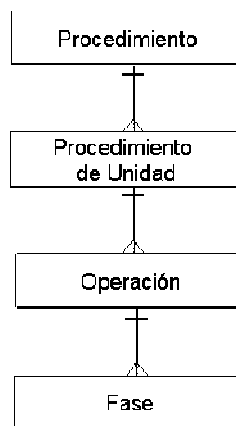


Figura 1. Modelo de control procedimental norma de acuerdo a norma ISA 88.

Adecuándolo al caso de estudio del proceso de obtención de café de consumo, llevado a cabo en la empresa caucana CAFÉ LA PALMA, el modelo de control procedimental será:

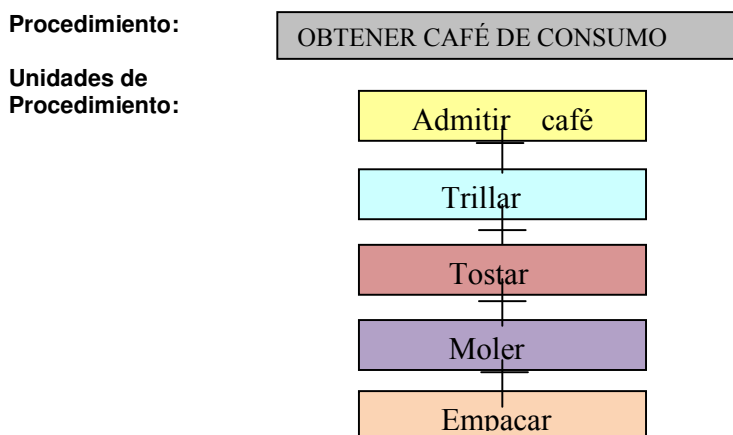


Figura 2. Procedimiento y unidades de procedimiento en el proceso de café.

Las operaciones correspondientes a cada unidad son:

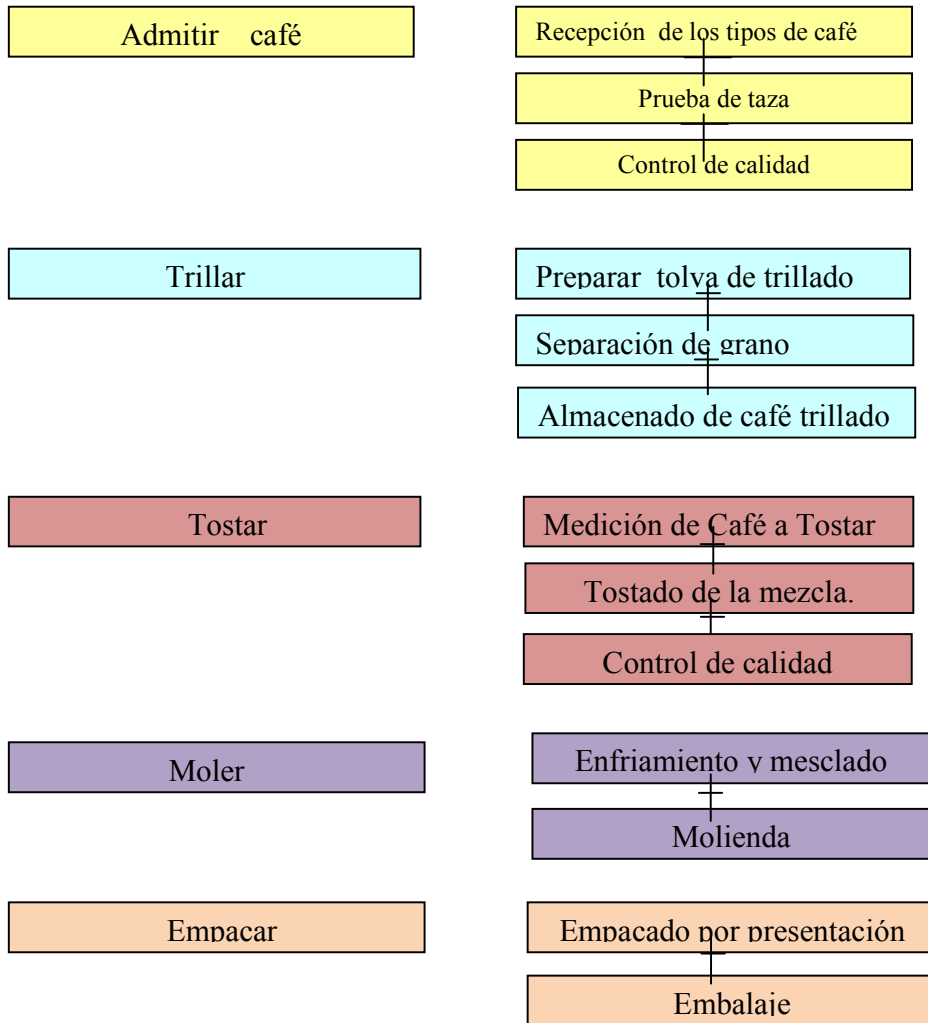


Figura 3. Operaciones de las unidades en el proceso de café.

**Las fases correspondientes a cada operación son:**

| <b>Operaciones</b>             | <b>Fases</b>                           |
|--------------------------------|--|
| Recepción de los tipos de café | Almacenar según el tipo de café        |
|                                | Sacar muestra de 200gr                 |
| Prueba de taza                 | Pasar por malla                        |
|                                | Determinar humedad                     |
|                                | Pruebas de laboratorio trillado molido |
| Control de calidad             | Cata de la muestra                     |
|                                | Aceptación del lote                    |
|                                | Pesado, almacenado, y marcado          |

Tabla 1. Fases de la operación admitir café.

| <b>Operaciones</b>              | <b>Fases</b>                |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Preparar tolva de trillado      | Succionar café              |
|                                 | Activar trilladora          |
| Separación de grano oro         | Activar succión de de cisco |
|                                 | Recolectar café almendra    |
|                                 | Pesado y marcado            |
| Almacenamiento de café trillado | Succión de café en tolvas   |
|                                 | Toma de datos               |

Tabla 2. Fases de la operación trillar.

| <b>Operaciones</b>           | <b>Fases</b>                  |
|------------------------------|-------------------------------|
| Medición de Café para Tostar | Pesar cantidades determinadas |
|                              | Succionar mezcla              |
| Tostado de la mezcla         | Activar tostadora             |
|                              | Tostar durante 25 min         |
| Control de calidad           | Prueba de colorimetría        |
|                              | Prueba de homogeneidad        |

Tabla 3. Fases de la operación tostar.

| <b>Operaciones</b>       | <b>Fases</b>                       |
|--------------------------|------------------------------------|
| Enfriamiento y Mezclado. | Enfriamiento por mezclado          |
|                          | Mezclar según lo determinado       |
| Molienda                 | Activar molinos                    |
|                          | Succionar café tostado             |
|                          | Prueba de fragancia y granulación. |

Tabla 4. Fases de la operación moler.

| Operaciones               | Fases   |
|---------------------------|---|
| Empacado por presentación | Calibrar empacadora por presentación                                  |
|                           | Activar empacadora  |
|                           | Activar banda transportadora  |
| Embalaje                  | Embalar el producto en cantidades determinadas y por tipo de producto |

Tabla 5. Fases de la operación empacar.

## MODELO FISICO

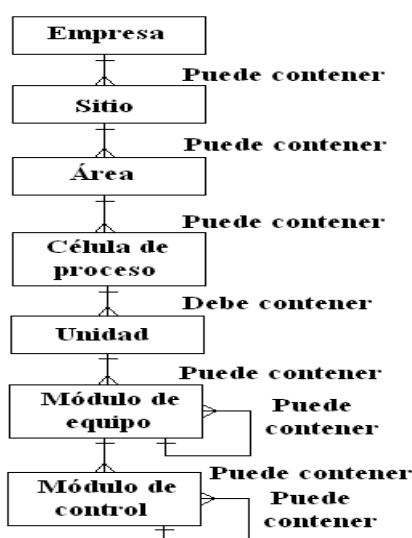


Figura 4. Modelo físico de acuerdo a norma ISA 88

### Modelo Físico Aplicado a la Empresa CAFÉ LA PALMA.

El Modelo Físico para el proceso continuo llevado a cabo en la empresa para la producción café de consumo, teniendo en cuenta la Norma ISA, se utiliza para describir los recursos físicos de CAFÉ LA PALMA, en términos de empresa, lugar, área, célula de proceso, unidades de proceso, módulo de equipo y módulo de control, además de describir la empresa CAFÉ LA PALMA y tener una visión completa de ésta.

**Empresa:** La empresa se denomina CAFÉ LA PALMA y está dedicada a la producción de café de consumo o café colado y se empaca en diferentes presentaciones.

**Sitio:** La empresa CAFÉ LA PALMA tiene un lugar o sitio geográfico de funcionamiento localizado en la transversal 9 diagonal 1-00 en la ciudad de

Popayán, en el Departamento del Cauca, donde se encuentra tanto la parte administrativa como la planta de producción.

**Área:** En la planta de producción de CAFÉ LA PALMA se consideran 5 áreas: el área de recepción de café, el área de trillado, el área de tostión, el área de molienda y el área de empaçado.

A continuación se aplicarán los conceptos de la norma ISA 88 a las áreas de recepción de café, trillado, tostión, molienda y empaçado.

### **Área de Recepción de café.**

**Unidad de trabajo:** En esta unidad de trabajo se hace la prueba de calidad para clasificar el café verde, para que este listo para el tostado.

**Módulos de equipo:** Esta unidad de trabajo cuenta con un laboratorio miniatura, el cual tiene todos los procesos para la obtención de café de consumo.

**Módulos de control:** Esta unidad de trabajo no se compone de módulos de control.

### **Área Tostión.**

**Unidad de trabajo:** En esta unidad de trabajo se hace, el tueste de café, para que quede listo para el molido.

**Módulos de equipo:** Esta unidad de trabajo cuenta con una Tostadora de 240 kilos por ciclo, cada ciclo tiene una duración de 30 minutos, 8 motores, quemadores a gas.

**Módulos de control:** Se cuenta con reóstato que apaga la tostadora a una temperatura superior de 210 °C.

### **Área de Molienda.**

**Célula de trabajo:** En esta unidad de trabajo es molturado de grano hasta obtener consistencia adecuada.

**Módulos de equipo:** En esta unidad de trabajo se cuenta con dos molinos empotrados en bases de aluminio; dichos molinos funcionan con motores eléctricos.

**Módulos de control:** Esta unidad de trabajo no se compone de módulos de control.

### **Área Empaque.**

**Unidad de trabajo:** Esta área solo cuenta con una unidad de trabajo donde se realizan todas las funciones de empaqueo de café. Ella cuenta con dos máquinas automatizadas y todos los elementos adecuados para esto.

**Módulos de equipo:** los equipos son dos máquinas empaecedoras las cuales realizan automáticamente todo el proceso de empaqueo desde la formación de la bolsa, dosificado, llenado, sellado, corte y conteo.

**Módulos de control:** Este equipo cuenta, con un control por PLC, Motor stepper, Ajuste manual del largo de la bolsa, Sensor fotoeléctrico y pistones electro neumáticos.

### **MODELO DE PROCESO.**

Según la norma ISA 88, el modelo de proceso en una empresa de manufactura se describe en el esquema que se muestra en la siguiente gráfica:

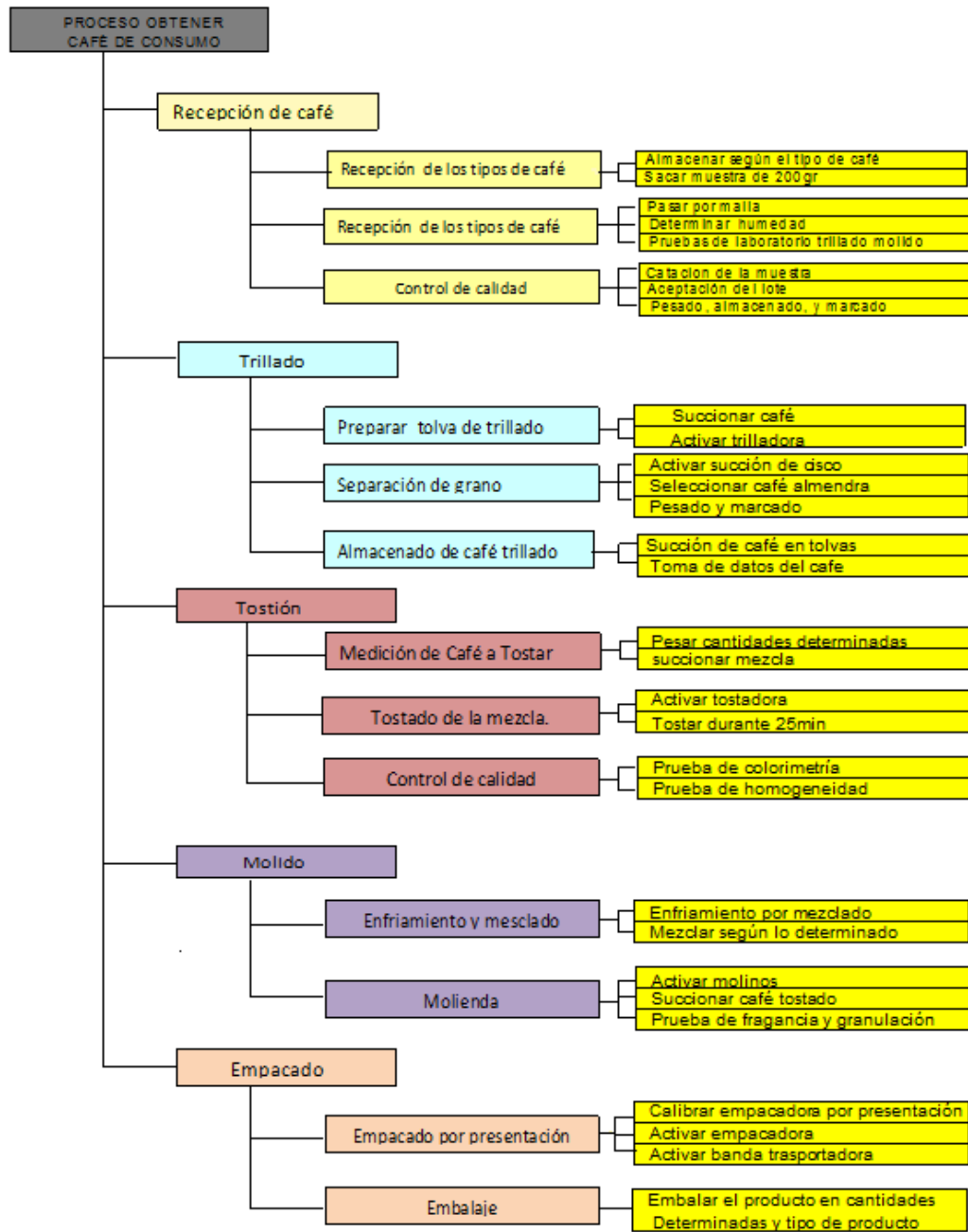


Figura 5. Relación del modelo de control procedimental, el modelo físico y el modelo de proceso.



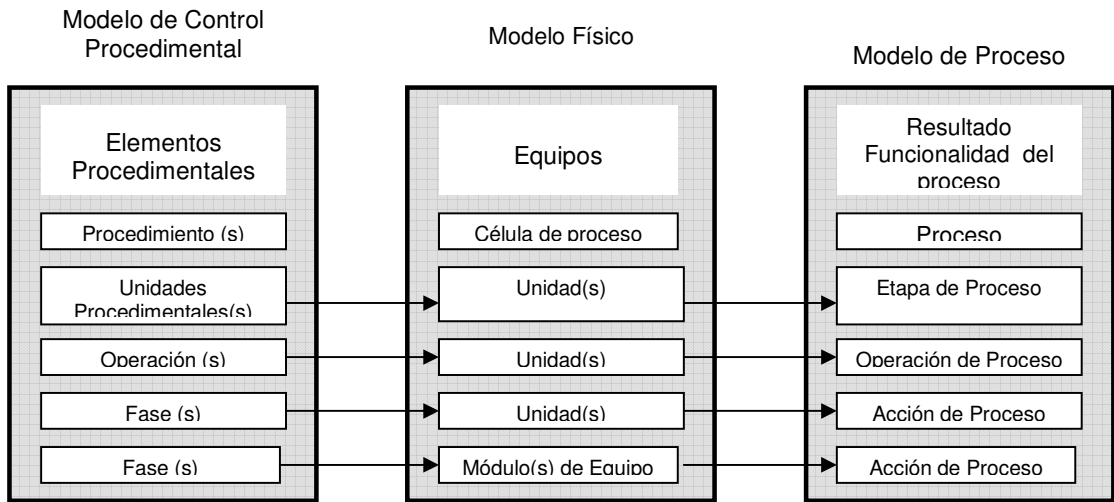


Figura 6. Relación entre modelos para la empresa CAFÉ LA PALMA

## **ANEXO D**

### **METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE UN MAS.**

Entre las metodologías existentes se ha seleccionado un conjunto utilizando tres criterios: utilización de diferentes vistas para la especificación del sistema, incorporar la idea de proceso de desarrollo e integrar técnicas de ingeniería y teoría de agentes. De acuerdo con estos criterios se han identificado siete metodologías. La primera es la ingeniería de vocales (vowel engineering), que fue una de las primeras en considerar diferentes aspectos (agentes, entorno, interacciones y organización) en el desarrollo de SMA. La segunda es MAS-CommonKADS: se trata de una metodología orientada al desarrollo utilizando experiencia en sistemas expertos. A continuación, el diseño basado en BDI, que ha influido notablemente en la forma de concebir el control de los agentes; después, se estudian dos metodologías interesantes que son ZEUS y MaSE. Seguidamente, se estudia GAIA, de una gran influencia, pues estudia la definición de vistas en una metodología y trata de integrarse en un ciclo de vida de software tipo cascada. Por último, INGENIAS, creada a partir del trabajo de MESSAGE; MESSAGE es el nombre de la Eurescom, un proyecto de desarrollo de software inteligente para la metodología de agentes; esta metodología propone un lenguaje de especificación de Sistemas Multiagente, así como su integración en el ciclo de vida; el lenguaje se especifica con meta-modelos y lenguaje natural. Las metodologías son entonces [2]:

#### **3.1.1 VOWEL ENGINEERING**

El término vowel engineering viene de que el sistema final depende de la ordenación y agrupamiento de aspectos identificados por cuatro vocales: A (por agentes), E (por entorno), I (por interacciones) y O (por organización). Para cada aspecto, se utilizan componentes y técnicas específicas. Para representar agentes se usa desde simples autómatas hasta complejos sistemas basados en conocimiento. Las formas de ver las interacciones van desde modelos físicos (propagación de onda en el medio físico) hasta los actos del habla (speech acts). Las organizaciones van desde aquéllas inspiradas en modelos biológicos hasta las gobernadas por leyes sociales basadas en modelos sociológicos.

El propósito de Vowel engineering es lograr librerías de componentes que den soluciones al diseño de cada uno de estos aspectos, para que, posteriormente, el diseñador seleccione un modelo de agente, un modelo de entorno, un modelo de interacciones y modelos de organización que instanciar. Como ejemplo, Damazeau propone para aspectos de interacción un lenguaje para la descripción de protocolos de interacción basados en procesos de comunicación síncronos o asíncronos, donde la semántica es muy similar a la de los actos del habla. La representación en sí se hace mediante redes de transición en las que los arcos se corresponden con los mensajes intercambiados y los estados reflejan la situación global (no hay posibilidad de que un estado se refiera al estado de un agente concreto). El proceso de desarrollo consiste en tener en cuenta los elementos señalados por las vocales en un cierto orden. El orden se decide en función del tipo de sistema que queramos

tener. Por ejemplo, si se empieza por la vocal O, se tendrá un sistema en el que las relaciones sociales son lo más importante. Si se empieza por la A, se tendrá un sistema en el que probablemente la organización surja como resultado de la interacción de agentes aislados. Una de las últimas publicaciones acerca de Vowel Engineering propone la implementación mediante la plataforma Volcano. La plataforma utiliza el ensamblaje de componentes utilizando lenguajes de composición arquitecturas, concretamente UniCon. El desarrollo consiste en ensamblar componentes que pueden ser desarrolladas ad-hoc (locución latina que significa literalmente «para esto») o proceder de una librería. Cada componente pertenece a una categoría concreta de las cuatro consideradas. Pese a que en la literatura se indica que existe un entorno de desarrollo basado en estas ideas, éste no es público. De todas formas, el trabajo desarrollado dentro de MAGMA (grupo que la trabaja) con esta metodología es reseñable debido a su variedad en los dominios de aplicación (Sistemas de información geográfica, Robotica, simulaciones de mercados o agentes en tiempo real).

### **3.1.2 MAS-COMMONKADS**

Esta metodología extiende CommonKADS aplicando ideas de metodologías orientadas a objetos para su aplicación a la producción de SMA. La metodología CommonKADS gira alrededor del modelo de experiencia y está pensada para desarrollar sistemas expertos que interactúen con el usuario. De hecho, considera sólo dos agentes básicos: el usuario y el sistema. MASCommonKADS extiende los modelos de CommonKADS para tener en cuenta la posibilidad de que dos o más componentes del sistema interactúen. MAS-CommonKADS ha sido la primera en plantear un desarrollo de SMA integrado con un ciclo de vida de software, concretamente el espiral dirigido por riesgos. Propone siete modelos para la definición del sistema: agente, tareas, experiencia, coordinación, comunicación, organización y diseño. Cada modelo presenta referencias a la teoría sobre la que se basa. El modelo en sí parte de una descripción gráfica que luego se complementa con explicaciones en lenguaje natural de cada elemento. Existe por cada modelo una descripción de las dependencias respecto de otros modelos y de las actividades involucradas. Estos modelos se hayan descritos ampliamente en lenguaje natural, complementándose con otras notaciones como SDL (Specification and Description Language) o MSC (Message Sequence Chart) para describir el comportamiento de los agentes cuando interaccionan. Según la web de MAS-CommonKADS existen herramientas de soporte desarrolladas dentro del proyecto. Estas herramientas aparecen bajo el epígrafe MAST (MultiAgent Systems Tool). Sin embargo, la única que se puede descargar no es una herramienta para apoyo al análisis y diseño, sino un conjunto de arquitecturas y frameworks de agentes.

### **3.1.3 BDI.**

Las arquitecturas BDI se inspiran en un modelo cognitivo del ser humano. Según esta teoría, los agentes utilizan un modelo del mundo, una representación de cómo se les muestra el entorno. El agente recibe estímulos a través de sensores ubicados en el mundo. Estos estímulos modifican el modelo del mundo que tiene el agente (representado por un conjunto de creencias). Para guiar sus acciones, el agente

tiene Deseos. Un Deseo es un estado que el agente quiere alcanzar a través de intenciones. Éstas son acciones especiales que pueden abortarse debido a cambios en el modelo del mundo. Aunque la formulación inicial es de Bratman, fueron Georgeff, Rao y Kinny quienes formalizaron este modelo y le dieron aspecto de metodología. De hecho es su trabajo, y no el original de Bratman, lo que aquí se comenta. Para especificar el sistema de agentes, se emplean un conjunto de modelos que operan a dos niveles de abstracción: externo e interno. Primero, desde un punto de vista externo, un sistema se modela como una jerarquía de herencia de clases de agentes, de la que los agentes individuales son instancias. Las clases de agente se caracterizan por su propósito, sus responsabilidades, los servicios que ejecutan, la información acerca del mundo que necesitan y las interacciones externas. Segundo, desde un punto de vista interno, se emplean un conjunto de modelos (modelos internos) que permiten imponer una estructura sobre el estado de información y motivación de los agentes y las estructuras de control que determinan su comportamiento (creencias, objetivos y planes en este caso). En esta metodología, la integración con el ciclo de vida de software es reducida. Los autores proponen una serie concreta de pasos para generar los modelos. Estos pasos se repiten haciendo que los modelos, que capturan los resultados del análisis, sean progresivamente elaborados, revisados y refinados. Además, el refinamiento de los modelos internos conlleva la realimentación de los modelos externos. Por ejemplo, el construir los planes y creencias de una clase de agente clarifica qué nivel de detalle se requiere en la representación del mundo que posee el agente.

#### **3.1.4 MaSE.**

MaSE (Multi-agent systems Software Engineering) parte del paradigma orientado a objetos y asume que un agente es sólo una especialización de un objeto. La especialización consiste en que los agentes se coordinan unos con otros vía conversaciones y actúan proactivamente para alcanzar metas individuales y del sistema. En MaSE los agentes son sólo una abstracción conveniente, que puede o no poseer inteligencia. En este sentido, los componentes inteligentes y no inteligentes se gestionan igualmente dentro del mismo armazón. El proceso de desarrollo en MaSE es un conjunto de pasos, la mayoría de los cuales se ejecutan dentro de la herramienta que soporta MaSE, AgentTool. El análisis en MaSE consta de tres pasos: capturar los objetivos, capturar los casos de uso y refinar roles. Como productos de estas etapas se esperan: diagramas de objetivos, que representan los requisitos funcionales del sistema; diagramas de roles, que identifica roles, tareas asociadas a roles y comunicaciones entre roles y entre tareas; y casos de uso, mostrados no como diagrama sino como una enumeración de los casos de uso considerados con la posibilidad de usar diagramas de secuencia para detallarlos. El diseño consta de cuatro pasos: crear clases de agentes, construir conversaciones, ensamblar clases de agentes y diseño del sistema. Como productos de estas etapas, MaSE espera: diagramas de clases de agentes, que enumeran los agentes del sistema, roles jugados e identifican conversaciones entre los mismos; descomposición del sistema (agente) en subsistemas (componentes del agente) e interconexión de los mismos (definición de la arquitectura del agente mediante componentes); diagramas UML de despliegue para indicar cuántos agentes habrá en el sistema y de qué tipo. Las comunicaciones entre diferentes elementos (componente-componente, agente-agente, rol-rol, tarea-tarea) se refieren al envío

de estímulos desde una máquina de estados a otra. En el caso de las tareas, a estas máquinas las denominan en MaSE diagramas de tareas concurrentes. La herramienta de soporte, agentTool, permite generar código automáticamente a partir de la especificación del sistema, que en MaSe es el conjunto final de diagramas. La generación de código es independiente del lenguaje de programación utilizado, ya que se realiza recorriendo las estructuras de datos generadas en la especificación y generando texto como salida. Dentro de la misma herramienta, MaSE incorpora utilidades para verificar la corrección de los protocolos que utilicen los agentes.

### **3.1.5 ZEUS**

ZEUS consta de una herramienta y una metodología, de forma similar a agentTool y MaSE. Desde su aparición, ZEUS se ha convertido en referencia de cómo debe ser una herramienta para el desarrollo de tiempo de ejecución. Se trata de utilizar la herramienta ZEUS para trasladar los conceptos de diseño dentro de la plataforma que ZEUS tiene ya implementada. El resultado es un modelo ejecutable del sistema.

Hay poco que comentar acerca de ZEUS. Hasta la aparición de MaSE, ZEUS era herramienta referencia. Hoy en día se encuentran muchos más artículos referenciando MaSE que ZEUS. Ante la similitud de enfoques, se impone una breve comparativa entre ZEUS y MaSE. Conceptualmente, ZEUS es superior a MaSE. Si bien la primera está más orientada a la aplicación de tecnología de agentes (planificación, definición de ontologías, secuenciación de tareas), la segunda se orienta más a las prácticas de ingeniería convencional.

### **3.1.6 GAIA**

GAIA es una metodología para el diseño de sistemas basados en agentes cuyo objetivo es obtener un sistema que maximice alguna medida de calidad. Un aspecto discutible es el uso combinado de fórmulas lógicas con fichas de documentación clásicas en ingeniería del software. En GAIA se resalta la importancia del uso de fórmulas lógicas sin explicar los inconvenientes. Es cierto que se consigue mayor precisión, pero a costa de invertir más trabajo, requerir desarrolladores más especializados que sepan comprenderlas y definir la semántica de los predicados que se están empleando. Respecto del proceso de desarrollo, GAIA omite las distintas dependencias entre los modelos propuestos, lo cual es fundamental a la hora de proponer un proceso que dé como salida la especificación del sistema. Para terminar, sólo mencionar la falta de herramientas de soporte para esta metodología. De todas las revisadas es la que menos soporte tiene, lo cual sorprende dado el impacto que ha tenido.

### **3.1.7 INGENIAS**

MESSAGE es una metodología que ha tenido un gran impacto en la comunidad dedicada al estudio de los agentes software. La metodología presentada en esta sección, INGENIAS, aplica las ideas de MESSAGE al desarrollo de sistemas en tiempo real, así como otra llamada RT-MESSAGE. El motivo de presentar INGENIAS en lugar de MESSAGE, es por que INGENIAS se ve como la evolución

de las ideas de MESSAGE. INGENIAS profundiza en los elementos del método de especificación, en el proceso de desarrollo, además de incorporar nuevas herramientas de soporte y ejemplos de desarrollo. INGENIAS, como MESSAGE, define un conjunto de meta-modelos (una descripción de alto nivel de qué elementos tiene un modelo) con los que hay que describir el sistema. Los metamodelos indican qué hace falta para describir agentes aislados, organizaciones de agentes, el entorno, interacciones entre agentes o roles, tareas y objetivos.

### **3.2 METODOLOGÍA DE SOPORTE PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA MULTIAGENTE.**

Si hubiera que elegir una metodología, ¿cuál sería la ganadora? Esta pregunta no tiene una respuesta simple. Cada metodología, por el bagaje de sus creadores, se especializa en áreas concretas. Si se está acostumbrado a trabajar con sistemas basados en conocimiento con la metodología CommonKADS, lo lógico es que se elija MASCommonKADS. Si la experiencia del usuario está en el área de los objetos, la recomendación sería de MaSE. Si por el contrario está interesado en un enfoque más orientado a agentes, puede seleccionar ZEUS, INGENIAS, BDI o GAIA. Y si lo que se quiere es tener un soporte de herramientas, la lista de metodologías válidas se reduce considerablemente: ZEUS, MaSE, INGENIAS. En los casos en que se requiera un proceso de desarrollo robusto, detallado y ensayado en desarrollos reales, la recomendación sería MASCommonKADS o INGENIAS. Si solo interesa una visión superficial del sistema, sin entrar en detalles de diseño e implementación, se recomendaría GAIA. Si se busca una metodología desarrollada a partir de modelos formales, entonces la elección sería BDI. Otra opción que tienen los desarrolladores es quedarse con lo que más les interese de cada metodología. Una recomendación sería utilizar la técnica de modelado de INGENIAS junto con su herramienta de especificación e implementar con ZEUS.

#### **3.2.1 METODOLOGÍA CommonKADS.**

Esta metodología contempla diferentes modelos que son evolucionados y completados para la construcción de sistemas multiagente en la metodología MASCommonKADS, que se enseñará mas adelante; como primera instancia en referencia para la construcción del modelo aparece esta metodología, se presenta al lector entonces una breve descripción de la misma.

Es importante conocer que para que la ingeniería del software basada en agentes se pueda aplicar a sistemas de gran escala, como lo son los Sistemas de Fabricación, es necesario que exista una infraestructura disponible para que el ingeniero del software pueda emplear los conceptos de la tecnología de agente en el proceso de desarrollo aplicando las técnicas de descomposición, abstracción y organización. En particular, para soportar la descomposición, nosotros consideramos que es necesario utilizar agentes a varios niveles de detalle de modelado y refinamiento. De esta manera, el diseñador podrá considerar al sistema en cualquier nivel de detalle según lo necesite y pensar en el sistema en término de Agentes Abstractos (cada uno de los cuales podría ser, en principio, una composición de agentes internos más “pequeños”).

CommonKADS es una metodología diseñada para el desarrollo de sistemas basados en conocimiento (SBC) de forma análoga a los métodos empleados en ingeniería software. El desarrollo de esta metodología ha sido financiado por la Comunidad Europea entre 1983 y 1994 a través de varios proyectos.

La metodología CommonKADS sigue una aproximación al desarrollo de SBC como la construcción de un número de modelos interrelacionados que capturan los principales rasgos del sistema y de su entorno.

El proceso de desarrollo de SBC consiste en rellenar un conjunto de “plantillas” de los modelos. Asociados a estas plantillas, CommonKADS define “estados” de los modelos que caracterizan hitos en el desarrollo de cada modelo. Estos estados permiten la gestión del proyecto, cuyo desarrollo se realiza de una forma cíclica dirigida por riesgos, véase Figura 1.

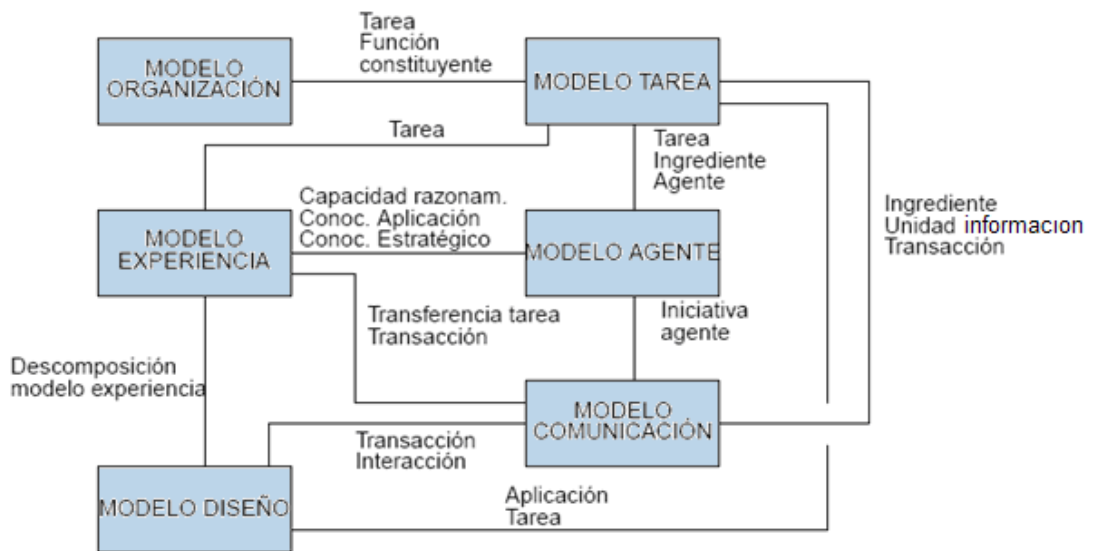


Figura 1. El conjunto de modelos de CommonKADS.

### **3.2.2 LIMITACIONES DE COMMONKADS PARA SISTEMAS MULTIAGENTE.**

En primer lugar, debemos hacer notar que CommonKADS no fue diseñada para desarrollar sistemas multiagente; por ello se encuentran problemas para aplicar directamente CommonKADS al desarrollo de sistemas multiagente; los principales problemas son:

- La metodología CommonKADS gira alrededor del modelo de la experiencia y está pensada para desarrollar sistemas expertos que interactúan con un usuario. El resto de modelos, en especial los modelos de agente, comunicación y organización, no han sido suficientemente desarrollados e integrados en la metodología. Dado que esta metodología está concebida para un sistema experto centralizado, sin ninguna de las propiedades características de los agentes (pro-actividad, reactividad, colaboración, etc.), será necesario dar un nuevo enfoque a los modelos existentes. Es necesario, por tanto, redefinir los objetivos de los modelos y la perspectiva con que se desarrollan.
- La concepción de agente dentro de CommonKADS es muy restrictiva: normalmente habrá dos agentes básicos: el usuario y el sistema experto. Los otros únicos agentes comentados son un gestor de base de datos o el sistema operativo con los que interactúa el sistema experto. También se enuncian (aunque no se desarrollan) las relaciones entre agentes humanos en el modelo de organización. El concepto de agente de CommonKADS no exhibe ninguna de las propiedades de los agentes (proactividad, reactividad, sociabilidad, adaptación, etc.), simplemente es empleado para delimitar el sistema experto de los usuarios y sistemas externos.

Sin embargo, el marco de CommonKADS parece adecuado como punto de partida para este proyecto por las siguientes razones:

- 1 CommonKADS es la representante de las metodologías de ingeniería de conocimiento con mayor aceptación y ha sido aplicada con éxito en numerosos proyectos. De hecho, es considerada un estándar de facto, y el resto de metodologías la toman como marco de referencia para realizar comparaciones. Más aún, la terminología empleada y desarrollada en CommonKADS es la terminología empleada por toda la comunidad de adquisición de conocimiento.
- 2 CommonKADS integra la gestión del proyecto en la metodología y define formalmente todos los componentes de cada modelo de la metodología.
- 3 CommonKADS tiene asociada una biblioteca de inferencias que facilita el desarrollo de sistemas basados en conocimiento.
- 4 Los modelos de CommonKADS cubren aspectos como el modelado de la organización en que se va a introducir el sistema, modelado de interfaces hombre-máquina, etc., que no se incluyen normalmente en las metodologías de ingeniería software de forma explícita. Además, incluye un modelo de agente para modelar los elementos del sistema, que puede ser un buen punto de partida para modelar los agentes de un sistema multiagente.



## ANEXO E

### TAREAS DE AGENTES EN DIAGRAMAS DE DEFINICIÓN INTEGRADA

A continuación se muestra al lector la descomposición en sub-funciones de cada una de las tareas ya mencionadas, mediante diagramas de definición integrada para modelado de funciones (integrated definition for function modeling, IDEF) por formalismo atendiendo a la recomendación de la metodología MAScommonKADS, permitiendo de este modo la identificación plena de la función y las sub-funciones que derivan de ella:

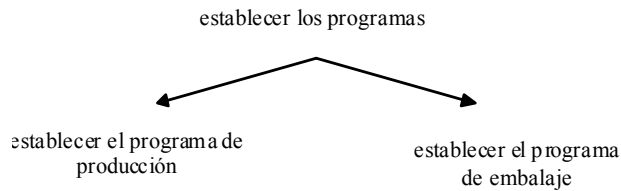


Figura 1. Tarea T1: Establecer los programas.

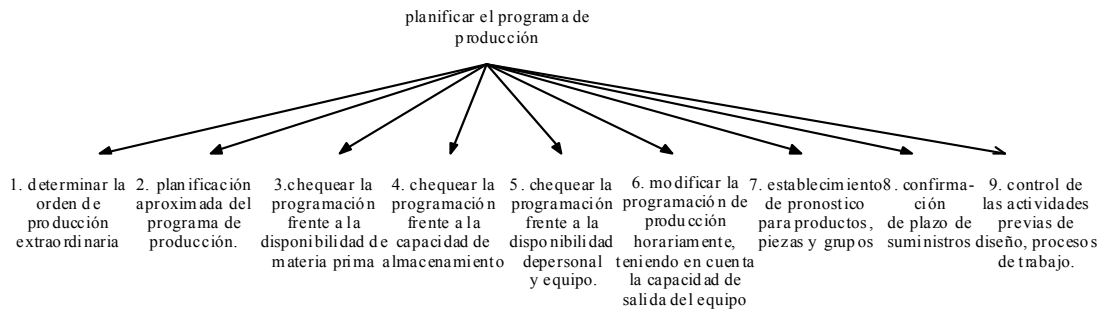


Figura 2. Tarea T2: Planificar el programa de producción.

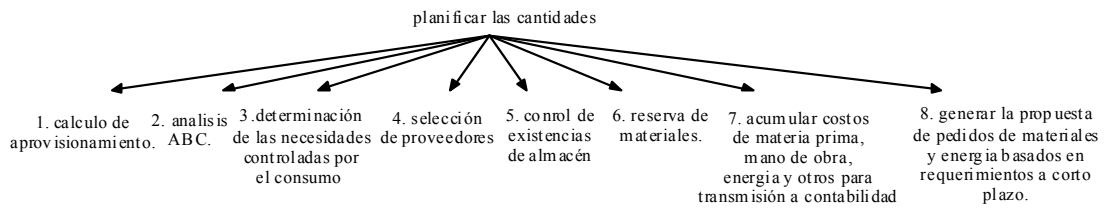


Figura 3. Tarea T3: Planificar las cantidades.

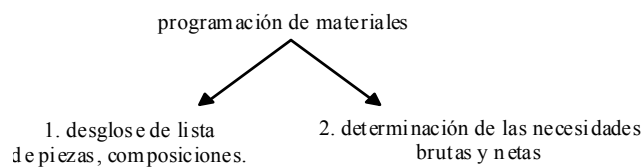


Figura 4. Tarea T4: Programar los materiales.

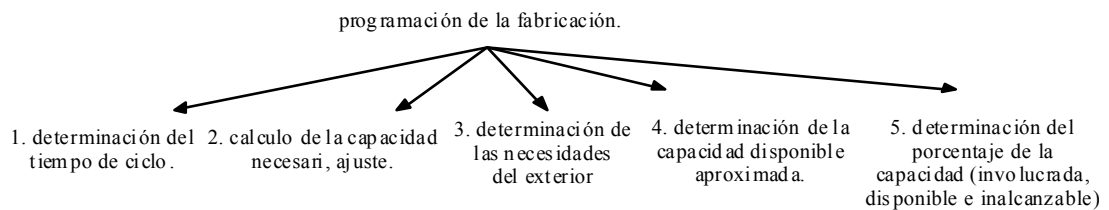


Figura 5. Tarea T5: Programar la fabricación.

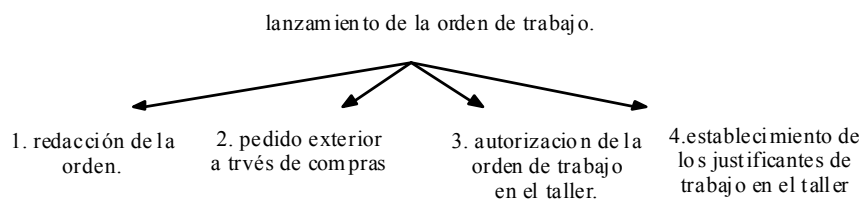


Figura 6. Tarea T6: Lanzar la orden de trabajo.

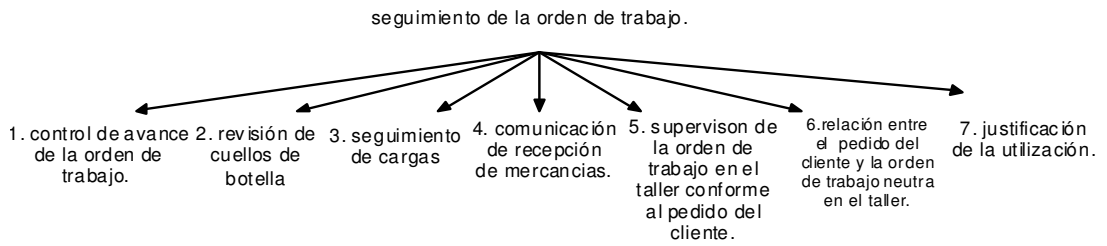


Figura 7. Tarea T7: Seguir la orden de trabajo.

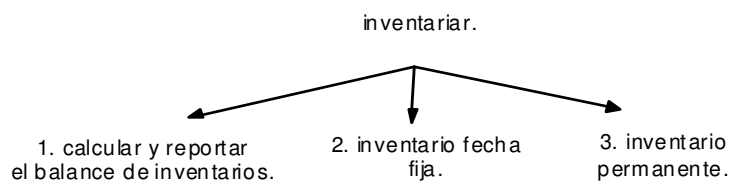


Figura 8. Tarea T8: Realizar Inventariar.



Figura 9. Tarea T9: Realizar estadística.

## ANEXO F

### EL CONTROL DE LA PIZARRA.

La idea básica del control en el modelo de pizarra es que las fuentes de conocimiento responden de manera oportunista a cambios en la pizarra.

El módulo de control normalmente estará formado por un conjunto de módulos, que monitorizan los cambios en la pizarra, y un planificador que decide cuáles son las próximas acciones a tomar. Los módulos de control utilizan varios tipos de información proporcionada por el sistema. Esta información puede estar en la pizarra o almacenada de forma separada.

La solución se construye paso a paso. Se puede aplicar cualquier tipo de paso de razonamiento (dirigido por datos, dirigido por objetivos, dirigido por expectativa, etc.) en cada etapa de formación de la solución. Como resultado, la secuencia de invocaciones de fuentes de conocimiento es dinámica y oportunista, en vez de fija y preprogramada.

El comportamiento para solucionar un problema de un sistema viene determinado por la estrategia de aplicación del conocimiento codificada en los módulos de control. La elección de la estrategia más adecuada de aplicación del conocimiento depende de las características de la aplicación concreta y de la calidad y cantidad del conocimiento del dominio disponible.

Podría decirse que esta última afirmación es una evasiva, que debería haber una estrategia o conjunto de estrategias de aplicación del conocimiento definidas en el entorno de pizarra para reflejar diferentes comportamientos de resolución de problemas. Pero es precisamente esta falta de doctrina la que hace al entorno de pizarra potente y útil. Si una aplicación necesita realizar dos pasos de razonamiento hacia adelante seguidos por tres pasos de razonamiento hacia atrás en un momento determinado, el entorno lo permite. Esto no quiere decir que no se pueda diseñar y construir un sistema con estrategias prefijadas. Si hay una estrategia de aplicación del conocimiento común para una clase de aplicaciones, puede merecer la pena construir un esqueleto de sistema con esa estrategia particular.

Básicamente la acción de elegir una región concreta de la pizarra y elegir una fuente de conocimiento particular para operar en esa región determina el comportamiento del sistema.

El deseo de realizar un tipo particular de paso de razonamiento obliga a utilizar un método particular de aplicación del conocimiento. Por ejemplo, si se está interesado en aplicar un paso de razonamiento hacia adelante (dirigido por datos), deberemos elegir una fuente de conocimiento cuyo nivel de entrada es más bajo que su nivel de salida. Si estamos interesados en un paso de razonamiento hacia atrás (dirigido por objetivos), se debería elegir una fuente de conocimiento que proporcione la información necesaria para satisfacer un objetivo en un nivel más bajo. Utilizando

las construcciones del componente de control, podemos realizar un paso de razonamiento de cualquier tipo en cada paso de aplicación de conocimiento.

La forma de declarar un determinado conocimiento a menudo presupone cómo será utilizado. Dado un conocimiento sobre una relación entre información de dos niveles, ese conocimiento puede expresarse en forma deductiva o inductiva. Así, la forma deductiva puede declararse como un objetivo, una expectativa o como un modelo abstracto del nivel de información más bajo. Por ejemplo, un conocimiento puede expresarse como una conjunción de información de un nivel bajo necesaria para generar una hipótesis a un nivel más alto (un objetivo), o puede expresarse como información en un nivel bajo necesaria para confirmar una hipótesis a un nivel más alto (una expectativa), etc. El entorno no presupone ni prescribe los métodos de aplicación del conocimiento o de razonamiento. Simplemente proporciona construcciones con las que se puede implementar cualquier método de razonamiento. El componente de control del entorno se puede extender en muchas direcciones.

La estrategia de control y los detalles relacionados con el funcionamiento del sistema que se acaba de exponer varían en gran medida de sistema a sistema y son, por tanto, fuentes de complejidad y posible confusión. A continuación se indican algunas de las consideraciones que se deben tener en cuenta en el control de un entorno de pizarra y las variaciones más importantes entre diferentes sistemas en dichos aspectos.

### **Punto de atención**

El proceso de determinar qué fuentes de conocimiento están activas en algunos sistemas puede ser más complejo que, simplemente, evaluar las precondiciones de cada KS.

Como ya se ha mencionado, las fuentes de conocimiento normalmente toman como entrada sólo una parte de la pizarra cuando se ejecutan. Esta parte se denomina a veces el **contexto** de la fuente de conocimiento. En el modelo de pizarra simple presentado, el planificador selecciona una KS y ésta se ejecuta utilizando el contexto apropiado. Sin embargo, en algunos sistemas, en vez de elegirse directamente una KS, el planificador elige un contexto y entonces, las KS's para las que ese contexto es apropiado son las que se consideran activadas y son ejecutadas.

En otros sistemas, se pueden activar varias instancias de una misma fuente de conocimiento, cada una con su propio contexto. Por ejemplo, la misma KS puede ser aplicable a dos objetos distintos de la pizarra. En estos sistemas, el planificador, eligiendo una instancia particular de la KS, en realidad está eligiendo tanto la KS como el contexto. El elemento elegido por el planificador, sea una fuente de conocimiento, una región de la pizarra (contexto) o una combinación de ambas, se denomina **punto de atención**.

Es decir, en los sistemas en los que el punto de atención es una región de la pizarra, la estrategia de control no sólo decide directamente que KS ejecutará, sino

que también influye en qué KSs se consideran activas a través de la elección de puntos de atención. En dichos sistemas a menudo sólo determinadas partes de la pizarra son candidatas a ser punto de atención. Típicamente, el punto de atención será un evento elegido de la lista de eventos.

El punto de atención también puede estar formado por una combinación de un conjunto de fuentes de conocimiento y una región de la pizarra.

Se puede detallar más el ciclo de control presentado en la sección 4.2.3.2 recogiendo la idea de punto de atención:

1. Una fuente de conocimiento hace cambios en objetos de la pizarra. Cuando se realizan dichos cambios, se guarda un registro en una estructura de datos global que mantiene la información de control.
2. Cada fuente de conocimiento indica la contribución que puede hacer al nuevo estado de la solución (esta contribución puede estar definida a priori o determinarse dinámicamente).
3. Usando la información de los pasos 1 y 2, el módulo de control selecciona un punto de atención.
4. Dependiendo del punto de atención seleccionado, el planificador del módulo de control realiza una de las siguientes operaciones:
  - a) Si el punto de atención es una fuente de conocimiento, se selecciona un objeto de la pizarra (o, a veces, un conjunto de objetos de la pizarra) que se utilizará como contexto de dicha fuente de conocimiento (planificación centrada en conocimiento).
  - b) Si el punto de atención es un objeto de la pizarra, se elige una fuente de conocimiento para procesar ese objeto y se instancia con el objeto como su contexto (planificación centrada en eventos).
  - c) Si el punto de atención es una fuente de conocimiento y un objeto, se crea una instancia de esa fuente de conocimiento con el objeto como su contexto.

### **Planificación de precondiciones**

Normalmente, las precondiciones de todas las fuentes de conocimiento se evalúan juntas, pero en algunos sistemas, las propias precondiciones son acciones planificables. En cada ciclo de control, el planificador elige o bien una precondición para evaluar o bien el cuerpo de una KS para ejecutar. Como es natural, sólo los cuerpos de aquellas KS's cuyas precondiciones ya se hayan evaluado positivamente serán candidatos a ejecutarse. Todas las precondiciones de las KS's podrían ser candidatas a evaluarse, o bien se podría considerar solamente un subconjunto de ellas, definiendo dicho conjunto mediante otras condiciones, es decir, precondiciones de las precondiciones.

### **Duración del ciclo de control**

Normalmente, las fuentes de conocimiento se ejecutan hasta su finalización. Es decir, la duración de cada ciclo de control varía en función del tiempo que tarda en ejecutarse la fuente de conocimiento y en evaluar las precondiciones. Dado que

tanto las precondiciones como los cuerpos de las KS's pueden ser cualquier tipo de elemento de computación, será imposible limitar el tiempo total de su ejecución.

Esto será adecuado para sistemas de resolución de problemas, siempre y cuando cada módulo se diseñe para ejecutarse lo suficientemente rápido como para que el tiempo total que se necesite para encontrar una solución sea adecuado para la mayoría de las entradas.

Con el fin de permitir reacciones rápidas a eventos externos urgentes en tiempo real, es necesario conseguir limitar el tiempo total de ejecución del ciclo.

### **Consideraciones de finalización**

En sistemas de resolución de problemas sin entradas continuas, es decir, sistemas que reciben una entrada inicial y a continuación producen una solución, el sistema normalmente finaliza cuando se ha encontrado una solución válida o cuando determina que no puede encontrar una solución. Una fuente de conocimiento especial, cuyas precondiciones evalúen la validez de la solución, puede finalizar el sistema. Si el sistema llega a un punto en el que no existen KS's activas, esto indica que no puede encontrar una solución al problema. Como ocurre en la mayoría de los sistemas computacionales, es posible que un sistema de pizarra mal diseñado entre en un bucle infinito, pero esto rara vez ocurre en la práctica. Estas consideraciones no son relevantes para sistemas embebidos y dinámicos. En estos sistemas, eventos externos causan cambios en la entrada que se traducen en cambios en la pizarra. Es decir, si no hay ninguna KS activa, el sistema simplemente espera hasta que algún evento externo active alguna de sus fuentes de conocimiento. Por tanto, estos sistemas tienen un funcionamiento continuo y no es necesario ningún criterio de finalización.

### **Codificación de la estrategia de control**

La estrategia de control se puede ver como una función que realiza una correspondencia entre la lista de actividades activas (posiblemente con información asociada) y una actividad elegida (o, posiblemente, varias actividades ordenadas). En la mayoría de los primeros sistemas, ésta era una función fija, diseñada y ajustada por los diseñadores del sistema, y, normalmente, codificada en algún lenguaje de programación.

La arquitectura de pizarra "BB1" (Universidad de Stanford) introdujo el concepto de control flexible en tiempo de ejecución. La idea fundamental es almacenar la estrategia de control en la propia pizarra y construir fuentes de conocimiento capaces de modificarla. De esta manera el sistema puede adaptar su mecanismo de selección de actividades para acomodarse mejor a la situación en que se encuentre la solución del problema en cada instante.





mecanismo para limitar esas comprobaciones que ha sido utilizado en muchos de los sistemas de pizarra basados en agenda posteriores.

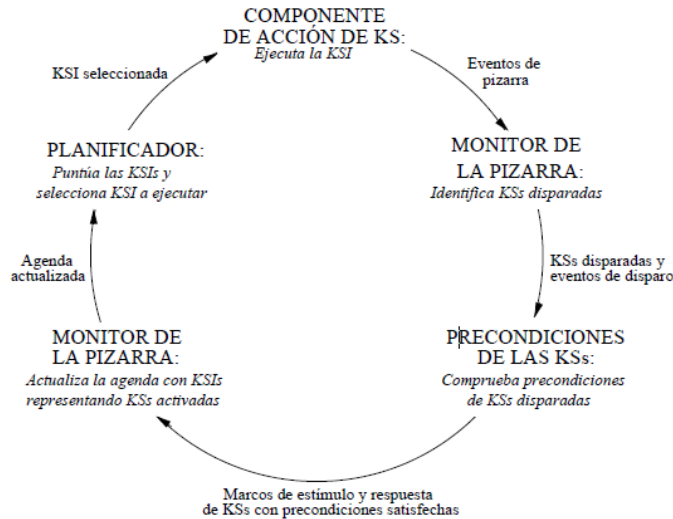


Figura 2. Ciclo básico de control hearsey 2.

Todos los cambios posibles en la pizarra se dividen en categorías en función de un conjunto de *tipos de eventos de pizarra* y cada KS proporciona una lista de los tipos de eventos en los que está "interesada". Cada vez que se ejecuta la acción de una KS, los cambios que realiza en la pizarra se describen en términos de tipos de eventos de pizarra. Esas descripciones de eventos son procesadas por el *monitor de la pizarra* que identifica qué KSs se deben *disparar*, es decir, aquellas KSs cuyas precondiciones se deben comprobar dado el tipo de cambios en la pizarra que se han producido.

El monitor de la pizarra ejecuta las precondiciones de cada KS disparada para comprobar si dicha KS se puede ejecutar dado el estado actual de la pizarra. Además de indicar si se evalúan positivamente o no, las precondiciones devuelven cualquier información de contexto que se necesite para ejecutar la parte de acción de la KS, tal como variables asignadas. Las precondiciones de Hearsay-II también devuelven información que utiliza el planificador para calcular la importancia de cada KS: el *marco de estímulo* y el *marco de respuesta*. El marco de estímulo representa las hipótesis clave que satisfacen las precondiciones de la KS. Típicamente esas hipótesis son las que se utilizarán como entrada por la parte de acción de la KS. El marco de respuesta es una representación abstracta de los cambios aproximados en la pizarra que producirá la ejecución de la KS. Si se cumple la precondición de una KS, ésta pasa a estar *activada*. En vez de ejecutarse inmediatamente la parte de acción de las KSs activadas, el monitor de la pizarra crea una *instancia de la KS* o *KSI* que se introduce en la agenda. La KSI incluye toda la información que necesita la parte de acción de la KS e información para control (por ejemplo, los marcos de estímulo y respuesta). Cada KSI representa una acción que podría ejecutar el sistema y, en cualquier momento, el conjunto de KSIs en la agenda representan todas las acciones que el sistema puede ejecutar en ese instante.

Después de que se procesen las precondiciones de todas las KSs disparadas por un conjunto de cambios en la pizarra y todas las KSs activadas hayan creado sus correspondientes KSIs en la agenda, el planificador debe elegir la siguiente acción (KSI) a ejecutar. En primer lugar puntuará (calculará la importancia) de cada una de las KSIs en la agenda. A continuación, seleccionará la KSI de mayor puntuación (importancia), la eliminará de la agenda y la ejecutará (es decir, ejecutará la parte de acción de la KS correspondiente, utilizando el contexto especificado en la KSI). La ejecución de una KSI producirá cambios o adiciones en la pizarra, haciendo que el sistema comience de nuevo el ciclo descrito.

Una arquitectura de control basada en agenda como la descrita realiza un razonamiento dirigido por datos, ya que las KSs se activan de manera oportunista y se consideran todas las acciones posibles en cada ciclo de control. No obstante, la función que calcula los pesos (importancia) de cada KSI es una función lineal de varios factores con pesos estáticos. Estos factores están elegidos para proporcionar un cierto razonamiento dirigido por objetivos intentando “estimar la utilidad de la acción para conseguir el objetivo global”. Esto es posible debido a que la función de planificación, además de disponer de los marcos de estímulo y respuesta de cada KSI, dispone de información sobre el estado global de la solución del problema a través de la base de datos de puntos de control.

La base de datos de puntos de control identifica la mejor hipótesis en cada zona de la pizarra y cuánto tiempo ha pasado desde que se ha creado dicha hipótesis.

Esta información la modifica el monitor de la pizarra cuando se modifica la pizarra. La información de puntos de control es útil para determinar si es deseable seguir realizando trabajo en una determinada zona de la pizarra o seguir persiguiendo una determinada hipótesis.

El marco de estímulo permite a la función de cálculo de pesos (importancias) considerar la “credibilidad” de los datos o hipótesis que dispararon la creación de la KSI, es decir, factores dirigidos por datos. El marco de respuesta y la base de datos de puntos de control permiten a la función considerar el “deseo” de crear las hipótesis que se espera que cree la KSI, es decir, factores dirigidos por objetivos.

Además de los pasos básicos del ciclo de control comentados, hay otros dos aspectos de Hearsay-II que se deben destacar. El primero es la sobrecarga que se produce al calcular el peso de todas las posibles acciones (en particular, la sobrecarga de recalcular continuamente el peso de las mismas KSIs). Aunque la descripción que se ha hecho implica que todas las KSIs se puntúan en cada ciclo, la mayoría de los sistemas de pizarra basados en agenda utilizan algún mecanismo para limitar esta sobrecarga. Por ejemplo, en Hearsay-II el marco de estímulo de cada KSI identifica “hipótesis clave” de tal manera que cambios en dichas hipótesis requieren recalcular el peso de la KSI. Además, el marco de respuesta está enlazado con la base de datos de puntos de control de tal manera que, cuando se produzcan cambios en zonas de la pizarra sobre las que podría actuar la KSI, haga que también se recalculen el peso de esa KSI. En caso contrario no se recalcula el peso de la KSI. El otro aspecto destacable es que puede existir un retardo entre el

momento en que se comprueban las precondiciones de una KS y el momento en que se ejecute la KSI resultante. Debido a dicho retardo, la situación de la pizarra puede haber cambiado y el sistema debe verificar que la KSI todavía es aplicable antes de ejecutarla. Se han propuesto diversos mecanismos para resolver esta situación, desde, simplemente, reevaluar las precondiciones de la KS después de que la KSI es elegida para ejecutarse, hasta métodos que permiten al sistema detectar cuándo una KSI ya no va a ser aplicable y puede ser eliminada de la agenda. Hearsay-II utiliza *etiquetas* para detectar cuándo se puede eliminar una KSI de la agenda. Se etiquetan determinadas estructuras de datos de la pizarra que se referencian desde el marco de estímulo de una KSI y el sistema informa a la KSI de cualquier cambio realizado en esos datos. Con base en esos cambios se reevalúan las precondiciones para ver si la KSI todavía es aplicable y si se deben realizar cambios en la misma para reflejar el nuevo contexto.

De este sistema de agenda vale rescatar para la aplicación del modelo deseado que se tiene en cuenta que la pizarra debe contener una base de datos que permita identificar la dinámica (ver capítulo 5) que debe seguir el sistema; para este caso particular no se utilizarán funciones para determinar la activación de las KS (agentes), pero sí se tendrá en cuenta la agenda estipulando cuáles ks deben dispararse antes que otras.

## 2. HASP/SIAP: Control basado en eventos

El proyecto HASP/SIAP para interpretación de señales de sonar fue uno de los primeros sistemas basados en el modelo de pizarra de Hearsay-II.

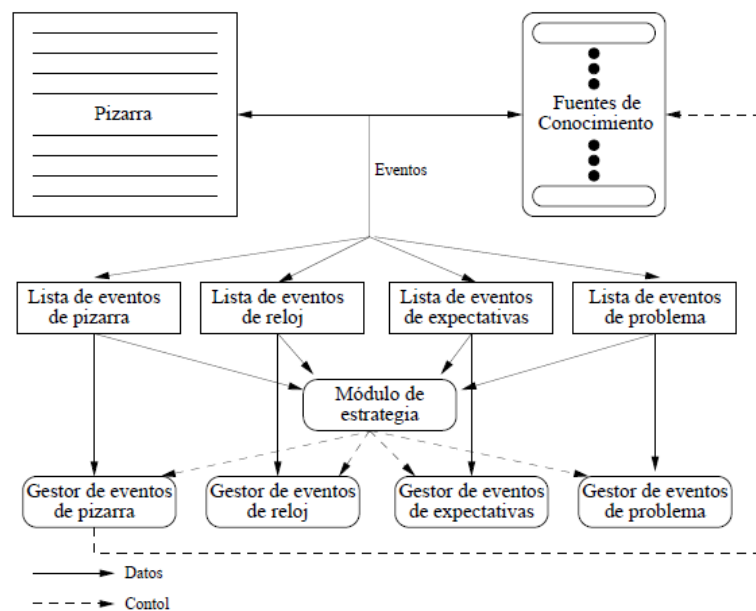


Figura 3. Arquitectura basada en eventos del sistema HASP

No obstante, en vez de utilizar el mecanismo de planificación basado en agenda de Hearsay-II, HASP utiliza un mecanismo de control basado en la ocurrencia de *eventos predefinidos*. En Hearsay-II, los cambios en la pizarra se describen con base en un conjunto de *tipos de eventos de pizarra* que disparan las KSs apropiadas (para evaluar sus precondiciones). En HASP se profundiza mucho más en esta aproximación basada en eventos, haciendo que los eventos sean la base fundamental del control. En primer lugar, en vez de informar de todos los cambios en la pizarra utilizando un conjunto primitivo de tipos de eventos, los programadores de HASP especificaron los cambios en la pizarra que eran de interés para el sistema definiendo su propio conjunto de tipos de eventos. En segundo lugar, en HASP se especificó un conjunto de KSs que se debían ejecutar para cada tipo de evento. La principal decisión de control en HASP es decidir qué evento seleccionar como siguiente punto de atención. Una vez seleccionado ese evento, ya están predeterminadas las KSs a ejecutar. Es decir, en HASP los tipos de eventos de pizarra predefinidos sirven como precondiciones de las KS y nunca existe incertidumbre sobre cómo responder de manera adecuada a un evento. En la Figura 3 se muestra la arquitectura de HASP y en la Figura 4, su ciclo de control básico.

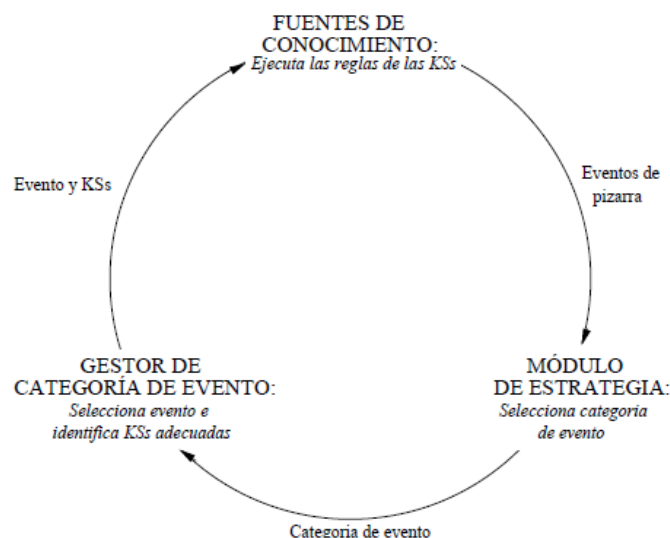


Figura 4. Ciclo básico de control HASP.

HASP también extiende el concepto de evento soportando otras tres categorías de eventos además de los provocados por cambios en la pizarra: *de reloj*, *de expectativas* y *de problema*. Estos eventos son introducidos directamente por las KSs en las *listas de eventos* apropiadas. Los eventos de reloj están formados por un instante de tiempo y un conjunto de KSs que ejecutar en ese instante. Se utilizan para confirmar el comportamiento esperado de fuentes de señales (con base en las hipótesis de interpretación existentes). Los eventos de expectativa representan eventos de la pizarra que se espera ocurran en algún instante futuro. Se utilizan para hacer que el sistema compruebe periódicamente si han ocurrido dichos eventos esperados. Los eventos de problema señalan problemas encontrados por las KSs, tales como información no disponible para una determinada KS. Estos

eventos se utilizan para establecer objetivos para desarrollar determinadas hipótesis y son un mecanismo para realizar un razonamiento limitado de control dirigido por objetivos.

El evento que va a ser el siguiente punto de atención se elige mediante un proceso de dos niveles. En el nivel superior, el *módulo de estrategia* decide en qué categoría de eventos centrarse. A continuación, el *gestor de eventos* adecuado selecciona el evento que será el siguiente punto de atención de la lista de eventos correspondiente. Una vez seleccionado el evento, la lista de KSs por ejecutar, está predeterminada con base en el tipo de evento a que pertenece el evento seleccionado.

En HASP las KSs se implementan mediante conjuntos de *reglas*. Dado que HASP tiene que interpretar un flujo de datos de entrada continuo y, por tanto, una gran cantidad de datos que procesar, utiliza KSs que exploran los datos para encontrar características importantes de las hipótesis de interpretación de alto nivel. La llegada de nuevos datos no supone la aparición de un nuevo evento (como ocurriría en un sistema basado en agenda como Hearsay-II). En vez de ello, se utilizan las expectativas para dirigir el sistema hacia la interpretación de una cantidad limitada de los datos que van llegando. HASP también puede examinar los datos para encontrar evidencias negativas, además de positivas. HASP no utiliza ningún modelo del estado de la solución del problema para realizar decisiones. Esto es debido en parte a que, al contrario que en Hearsay-II, no recorre simultáneamente varios caminos alternativos hacia la solución. De hecho, HASP no puede representar interpretaciones alternativas (aunque sí puede representar atributos alternativos para las hipótesis, es decir, incertidumbre sobre los atributos de las hipótesis). Como resultado de esto, es más difícil realizar una revisión de las interpretaciones: el retroceso se realiza borrando las hipótesis afectadas y recomenzando el análisis desde el punto de cambio.

Del control basado en eventos vale rescatar que aplica directamente a las tareas reactivas del sistema (ver 4.2.5.2), donde se identifican eventos o alteraciones de variables y los procesos que se deben seguir en esos casos; por otra parte, también se tiene en cuenta las eventualidades de reloj que para el caso de modelado da cabida a las tareas periódicas, por ejemplo: el agente 8 debe presentar el inventario de fecha fija.

## **ANEXO H.**

### **ENTREVISTAS A EMPRESAS SOBRE LAS FUNCIONES PROPUESTAS POR EL CIM DE SIEMENS PARA LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN (PPC).**

- Encuesta realizada en la empresa **ICOBANDAS S.A.** al supervisor del área de producción SR. Julián Cerón.

#### **1. Establecer los programas.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se establece el programa de producción? (1,1).

**RESPUESTA:** No establecemos programa de producción, recibimos el pedido lo cual lo realiza ventas y el cual confirma su realización inmediatamente.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se establecen el programa de embalaje? (1,2).

**RESPUESTA:** No establecemos programa de embalaje, por que cada pedido terminado es embalado y enviado a su destino; los pedidos tienen un tiempo de entrega de 15 días pero si el pedido es terminado antes, se despacha.

#### **2. Planificación del programa de producción.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan una orden de producción extraordinaria? (2.1)

**RESPUESTA:** La orden extraordinarias se tratan como pedidos urgentes y se genera la orden de acuerdo con las necesidades del cliente.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la planificación aproximada del programa de producción con productos de encargo y productos estándar? (2.2).

**RESPUESTA:** Por norma los pedidos se planifican con 15 días para su entrega y para los productos estándar se establece un mínimo y un máximo de producto generando un stock .

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente a la disponibilidad de materia prima? (2.3).

**RESPUESTA:** Siempre mantenemos un nivel mínimo y máximo de materia prima para cumplir los requerimientos del cliente. Si el nivel de materia prima se encuentra por debajo del nivel mínimo, se gestiona la materia prima pero sin dejar de fabricar.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente almacenamiento de producto? (2.4).

**RESPUESTA:** El producto terminado no se almacena; cuando tenemos el producto terminado lo embalamos y es despachado inmediatamente.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente a la disponibilidad de personal y equipo? (2.5).

**RESPUESTA:** Esta verificación es realizada por gerencia de producción. La empresa cuenta con una disponibilidad de equipo lo suficientemente alta, la cual siempre está con la disponibilidad para cualquier requerimiento mientras esté en el catálogo de ventas. Con respecto al personal se dispone según la necesidad del pedido.

**PREGUNTA:** ¿Cómo modificar la programación de la producción horariamente, teniendo en cuenta la capacidad de salida del equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas? (2.6).

**RESPUESTA:** La fábrica cuenta con una capacidad alta de reacción, por la capacidad de cada uno de los equipos y del personal disponible.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el establecimiento de pronóstico para productos, piezas, grupos? (2.7).

**RESPUESTA:** Esta tarea es desarrollada por el departamento de estudio y diseño del producto.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se confirma el plazo de suministros? (2.8).

**RESPUESTA:** Los suministros están clasificados de acuerdo con las necesidades; se maneja un stock de suministros mínimo y máximo para cumplir con cualquier eventualidad.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se controlan las actividades previas de diseño, procesos de trabajo? (2.9).

**RESPUESTA:** Llega el programa con respectivo manual de procedimiento, el cual es anexado en esta entrevista.

## **2. Planificación del programa de producción.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el cálculo de aprovisionamiento? (3.1).

**RESPUESTA:** Esta tarea la realiza la gerencia de producción con el almacenista según la capacidad de la empresa.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan las necesidades controladas por el consumo? (3.3).

**RESPUESTA:** A diario se establece lo consumido en cada uno de los pedidos.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la Selección de proveedores? (3.4).

**RESPUESTA:** Los proveedores deben cumplir con unos estándares de calidad y fichas técnicas del producto, los cuales son establecidos en las políticas de la empresa.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el control de existencias en el almacén?(3.5).

**RESPUESTA:** Se establecen límites mínimos y máximos de algunos productos estándar los cuales son establecidos por gerencia.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza las reservas de materiales? (3.6).

**RESPUESTA:** Se establece un stock de materiales para algunos productos estándar.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se genera una propuesta de pedido de materiales y energía basado en requerimientos a corto plazo?(3.8).

**RESPUESTA:** N.A

#### **4. Programación de materiales.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el desglose de lista de piezas, composiciones? (4.1).

**RESPUESTAS:** Se presenta en la orden de producción. Anexado en esta entrevista.

**PREGUNTAS:** ¿Cómo se determinan las necesidades brutas y netas? (4.2).

**RESPUESTA:** N.A

#### **5. Programación de la fabricación (Planificación de plazos y capacidades de producción, planificación aproximada)**

**PREGUNTA:** ¿Se puede determinar el tiempo de ciclo, para la programación de la fabricación? (5.1).

**RESPUESTA:** Podemos determinar el tiempo en el cual tenemos el producto terminado, pero ocurren eventualidades las cuales pueden retrasar el pedido.

**PREGUNTA:** ¿Cómo calculan la capacidad necesaria y el ajuste de la programación de la fabricación? (5.2).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan las necesidades del exterior? (5.3).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan la capacidad disponible? (5.4).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan el porcentaje de estado de la capacidad (involucrada, disponible e inalcanzable)? (5.5).

**RESPUESTA:** N.A

#### **6. Lanzamiento de la orden de trabajo**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza redacción de la orden? (6.1).

**RESPUESTA:** Se establece la orden de producción, en la cual están especificados todos los pasos a seguir en cada proceso. Anexado en esta entrevista.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza un pedido exterior? (a través de compras). (6.2).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la autorización de la orden de trabajo en el taller? (6.3).

**RESPUESTA:** El jefe de producción autoriza dicha orden.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el establecimiento de los justificantes de trabajo? (6.4).



**RESPUESTA:** Lo establece el jefe producción de acuerdo con los cambios establecidos.

## **7. Lanzamiento de la orden de trabajo**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el control de avance de la orden de trabajo? (7.1).

**RESPUESTA:** El jefe de producción actualiza diariamente las órdenes de fabricación, con su respectivo control de calidad y características del producto. Anexado en esta entrevista.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es la revisión de cuellos de botella? (7.2).

**RESPUESTA:** Gerencia de producción revisa los cuellos de botella generados por insuficiencia de materia prima y el supervisor de producción reporta los límites de materia prima.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza seguimiento de cargas? (7.3).

**RESPUESTA:** Se realiza enumerando cada pedido y el supervisor está pendiente que la producción no se desvíe y se encuentre dentro del control establecido.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la comunicación de recepción de mercancías y la supervisión de la capacidad de producción? (7.4).

**RESPUESTA:** N.A.

**PREGUNTA:** ¿Cómo realizan supervisión de la orden de trabajo en el taller, conforme al pedido del cliente? (7.5).

**RESPUESTA:** Lo realiza control de calidad.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se relacionan los pedidos del cliente y la orden de trabajo neutra en el taller? (7.6).

**RESPUESTA:** Gerencia informa las eventualidades generadas al cliente, estableciendo nuevos acuerdos.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la justificación de la utilización? (7.7).

**RESPUESTA:** N.A

## **8. Inventario.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se calcula y se reporta el balance de inventarios, pérdidas de materia prima y utilización de energía? (8.1).

**RESPUESTA:** Se entrega un informe a diario de consumo de materia prima. Anexado en esta entrevista.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el Inventario fecha fija? (8.2)

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza Inventario permanente? (8.3)

**RESPUESTA:** N.A

**Documentos anexados:**

- Orden de programación de prensas.
- Stock de mezclas.
- Informe diario de producción.
- Orden de producción.

- Encuesta realizada en la empresa **COOPER TOOLS** (Andina de herramientas) al supervisor del área de producción Sr. Juan Manuel Bejarano.

## 1. Establecer los programas.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se establece el programa de producción? (1,1).

**RESPUESTA:** Establecemos dos frentes de trabajo, uno es programa de producción anualmente, y diferido mes a mes; el segundo: con base al pronóstico del mes, planeación reajusta esta orden para el siguiente mes; el planeador debe revisar y establecer la nueva orden.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se establece el programa de embalaje? (1,2).

**RESPUESTA:** Se establece en cada sección, se empaca las cantidades, con lo planeado con ventas.

## 2. Planificación del programa de producción.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan una orden de producción extraordinaria? (2.1)

**RESPUESTA:** El planeador convoca a una reunión para preguntar la capacidad de equipo, personal y materia prima para generar una nueva orden y si es necesario tener horas extras.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la planificación aproximada del programa de producción con productos de encargo y productos estándar? (2.2).

**RESPUESTA:** Con base al pronóstico realizado por ventas, se revisa los inventarios de seguridad y se reajusta el inventario del mes. Hay meses en los cuales se generan picos de producción.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente a la disponibilidad de materia prima? (2.3).

**RESPUESTA:** El planeador es el encargado de mantener la disponibilidad de materia en los topes mínimos.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente almacenamiento de producto? (2.4).

**RESPUESTA:** Se maneja un inventario de seguridad. Por normatividad se tiene el almacenamiento con los topes mínimos con los cuales se puede reaccionar por alguna eventualidad.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente a la disponibilidad de personal y equipo? (2.5).

**RESPUESTA:** Lo realiza el planeador verificando la disponibilidad del personal y equipo.

**PREGUNTA:** ¿Cómo modifican la programación de la producción horariamente, teniendo en cuenta la capacidad de salida del equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas? (2.6).

**RESPUESTA:** No se modifica horariamente; se revisa el desempeño y cumplimiento del programa, y se realizan ajuste, lo cual se hace con los tableros KPI.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el establecimiento de pronóstico para productos, piezas, grupos? (2.7).

**RESPUESTA:** Planeación lo realiza con el PAN.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se confirma el plazo de suministros? (2.8).

**RESPUESTA:** N.A.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se controlan las actividades previas de diseño, procesos de trabajo? (2.9).

**RESPUESTA:** N.A

### **3. Planificación del programa de cantidades.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el cálculo de aprovisionamiento? (3.1).

**RESPUESTA:** Planeación realiza esta tarea.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan las necesidades controladas por el consumo? (3.3).

**RESPUESTA:** Por hora se informa lo consumido en cada sección.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la Selección de proveedores? (3.4).

**RESPUESTA:** Los proveedores deben cumplir con unos estándares mínimos, tanto los nacionales como en las importaciones.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el control de existencias en el almacén? (3.5).

**RESPUESTA:** se controla de dos formas, las cantidades son codificadas y se descuenta automáticamente y otras que toca manualmente.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza las reservas de materiales? (3.6).

**RESPUESTA:** Planeación realiza esta tarea.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se Genera una Propuesta de pedido de materiales y energía basado en requerimientos a corto plazo? (3.8).

**RESPUESTA:** N.A

### **4. Programación de materiales.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el desglose de lista de piezas, composiciones? (4.1).

**RESPUESTAS:** Planeación genera con la orden de producción las cantidades necesarias para cada uno de los productos.

**PREGUNTAS:** ¿Cómo se determinan las necesidades brutas y netas? (4.2).

**RESPUESTA:** Planeación realiza esta tarea.

## **5. Programación de la fabricación (Planificación de plazos y capacidades de producción, planificación aproximada)**

**PREGUNTA:** ¿Se puede determinar el tiempo de ciclo para la programación de la fabricación? (5.1).

**RESPUESTA:** Podemos determinar el tiempo en el cual obtenemos el producto terminado, pero como el proceso de la mayoría de los productos es artesanal, puede cambiar este tiempo.

**PREGUNTA:** ¿Cómo calculan la capacidad necesaria y el ajuste de la programación de la fabricación? (5.2).

**RESPUESTA:** Planeación realiza esta tarea.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan las necesidades del exterior? (5.3).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan la capacidad disponible? (5.4).

**RESPUESTA:** Se ha establecido una capacidad máxima de cada uno de los equipos, y por lo tanto podemos establecer rápidamente capacidad disponible, pero como todos los procesos son de gran desgaste de personal esta capacidad fluctúa por hora trabajada.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan el porcentaje de estado de la capacidad (involucrada, disponible e inalcanzable)? (5.5).

**RESPUESTA:** N.A

## **6. Lanzamiento de la orden de trabajo**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza redacción de la orden? (6.1).

**RESPUESTA:** Planeación realiza esta orden.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realizan un pedido exterior? (a través de compras). (6.2).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la autorización de la orden de trabajo en el taller? (6.3).

**RESPUESTA:** Planeación la realiza esta tarea.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el establecimiento de los justificantes de trabajo? (6.4).

**RESPUESTA:** Se maneja una historia de las cantidades de unidades procesadas por operario. Se puede hacer manual con el tablero KPI o con un software de la empresa donde miramos el justificante de trabajo.

## **7. Lanzamiento de la orden de trabajo**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el control de avance de la orden de trabajo? (7.1).

**RESPUESTA:** Con el tablero KPI encontramos la historia de la orden de trabajo.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es la revisión de cuellos de botella? (7.2).

**RESPUESTA:** En toda la planta hay cuellos de botella, en la empresa lo toman para cumplir con la necesidad y no generar inventarios innecesarios.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza seguimiento de cargas? (7.3).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la comunicación de recepción de mercancías, y la supervisión de la capacidad de producción? (7.4).

**RESPUESTA:** Planeación realiza esta tarea.

**PREGUNTA:** ¿Cómo realizan supervisión de la orden de trabajo en el taller, conforme al pedido del cliente? (7.5).

**RESPUESTA:** Planeación realiza la tarea.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se relacionan los pedidos del cliente y la orden de trabajo neutra en el taller? (7.6).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la justificación de la utilización? (7.7).

**RESPUESTA:** N.A

## **8. Inventario.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se calcula y se reporta el balance de inventarios, pérdidas de materia prima y utilización de energía? (8.1).

**RESPUESTA:** Lo que se calcula es cuánta materia fue retirada de almacén y miran las unidades producidas y los desperdicios; entonces, lo que entró debe ser igual a lo que salió.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el Inventario fecha fija? (8.2)

**RESPUESTA:** Se realiza con el tablero KPI semanalmente con la fórmula % de producción real vs. lo planeado.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza Inventario permanente? (8.3)

**RESPUESTA:** Se realiza con el tablero KPI hora a hora con la fórmula Piezas/Hr x hombre.

- Encuesta realizada en la empresa **CAFÉ LA PALMA S.A** al supervisor del área de producción SR. Andrés Salazar.

## **1. Establecer los programas.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se establece el programa de producción? (1,1).

**RESPUESTA:** Establecemos programa de producción semanalmente, de acuerdo con los pedidos recibidos en una semana, los cuales son realizados por ventas.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se establecen el programa de embalaje? (1,2).

**RESPUESTA:** No establecemos programa de embalaje, ya que las distintas presentaciones son embaladas en la misma proporción.

## **2. Planificación del programa de producción.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan una orden de producción extraordinaria? (2.1)

**RESPUESTA:** La orden extraordinaria se maneja con el stock de producto terminado, generando una orden de acuerdo con las necesidades del cliente.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la planificación aproximada del programa de producción con productos de encargo y productos estándar? (2.2).

**RESPUESTA:** De acuerdo con las políticas de la empresa se equilibran las cantidades de cada una de las presentaciones de café; éstas varían de acuerdo con las promociones establecidas en dicha semana.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente a la disponibilidad de materia prima? (2.3).

**RESPUESTA:** Siempre mantenemos un nivel mínimo de materia prima para cumplir con las metas establecidas en un mes. Si el nivel de materia prima se encuentra por debajo del nivel mínimo, se gestiona la materia prima.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente almacenamiento de producto? (2.4).

**RESPUESTA:** El almacén de producto terminado siempre se mantiene en el límite inferior por ser un producto perecedero y no incurrir en pérdidas por vencimiento del producto.

**PREGUNTA:** ¿Cómo verifican la programación frente a la disponibilidad de personal y equipo? (2.5).

**RESPUESTA:** Esta verificación es realizada por jefe de producción, el cual asigna las tarea al personal teniendo en cuenta dos aspectos: primero, que en esta empresa el personal es rotativo, todo el personal tiene la capacidad de

desempeñarse en cualquier labor dentro del proceso de fabricación; segundo, que el equipo esté en correcto funcionamiento y calibrado correctamente.

**PREGUNTA:** ¿Cómo modifican la programación de la producción horariamente, teniendo en cuenta la capacidad de salida del equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas? (2.6).

**RESPUESTA:** No se modifican horariamente los programas de producción, ya que se tiene la limitación de las empacadoras que toca reconfigurarlas para cada una de las presentaciones de café.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el establecimiento de pronóstico para productos, piezas, grupos? (2.7).

**RESPUESTA:** N.A.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se confirma el plazo de suministros? (2.8).

**RESPUESTA:** Los suministros están clasificados de acuerdo con las necesidades; se maneja un stock de suministros mínimo para cumplir con cualquier eventualidad.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se controlan las actividades previas de diseño, procesos de trabajo? (2.9).

**RESPUESTA:** El operario debe entregar un reporte diario de las cantidades utilizadas y la cantidad de producto fabricado.

### **3. Planificación del programa de producción.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el cálculo de aprovisionamiento? (3.1).

**RESPUESTA:** Esta tarea la realiza el jefe de producción, el cual determina la cantidad de materia prima, la calidad de la materia prima para realizar la mezcla. Esto según el nicho de mercado que trabajar.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan las necesidades controladas por el consumo? (3.3).

**RESPUESTA:** A diario se establece lo consumido en cada una de los procesos.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la Selección de proveedores? (3.4).

**RESPUESTA:** Hay dos tipos de proveedores: el campesino, el cual entrega el café verde sin clasificar, sin trillar y de características mínimas; el segundo, son las trilladoras las cuales entregan un café seleccionado, trillado y de alta calidad. La selección se hace según el tipo de café requerido para la mezcla.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el control de existencias en el almacén? (3.5).

**RESPUESTA:** Se establecen límites mínimos y máximos de todas las presentaciones del producto, los cuales son establecidos por el jefe de producción.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza las reservas de materiales? (3.6).

**RESPUESTA:** Se establece un límite mínimo de materia prima, el cual es informado cuando está por debajo.



**PREGUNTA:** ¿Cómo se genera una propuesta de pedido de materiales y energía basado en requerimientos a corto plazo? (3.8).

**RESPUESTA:** Para generar pedidos de materia prima, la ciudad cuenta con una alta capacidad de abastecimiento al ser una región cafetera. Esto se tiene en cuenta en el precio del café, ya que fluctúa constantemente.

#### **4. Programación de materiales.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el desglose de lista de piezas, composiciones? (4.1).

**RESPUESTAS:** N.A

**PREGUNTAS:** ¿Cómo se determinan las necesidades brutas y netas? (4.2).

**RESPUESTA:** Se determina con los porcentajes de mezcla de la materia prima.

#### **5. Programación de la fabricación (Planificación de plazos y capacidades de producción, planificación aproximada)**

**PREGUNTA:** ¿Se puede determinar el tiempo de ciclo, para la programación de la fabricación? (5.1).

**RESPUESTA:** Podemos determinar el tiempo en el cual obtenemos el producto terminado, pero ocurren eventualidades las cuales pueden retrasar la fabricación.

**PREGUNTA:** ¿Cómo calculan la capacidad necesaria y el ajuste de la programación de la fabricación? (5.2).

**RESPUESTA:** La empresa ha establecido una capacidad constante de tostado, aproximadamente 90blts x 60kg, y con esta cantidad se ajusta la capacidad de producción semanalmente.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan las necesidades del exterior? (5.3).

**RESPUESTA:** La mezcla trae diferentes calidades de café; el café excelso es maquilado por trilladoras de la región; se mantiene un límite mínimo de esta materia prima; al estar por debajo se genera un informe para gestionar dicha maquila.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan la capacidad disponible? (5.4).

**RESPUESTA:** Se ha establecido una capacidad máxima de cada uno de los equipos, y por lo tanto podemos establecer rápidamente capacidad disponible.

**PREGUNTA:** ¿Cómo determinan el porcentaje de estado de la capacidad (involucrada, disponible e inalcanzable)? (5.5).

**RESPUESTA:** N.A

#### **6. Lanzamiento de la orden de trabajo**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza redacción de la orden? (6.1).

**RESPUESTA:** Se establece la orden de producción, en la cual están especificadas las características de cada uno de los lotes que producir, como mezcla, cantidad, calidad, tipo, etc.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realizan un pedido exterior? (a través de compras). (6.2).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la autorización de la orden de trabajo en el taller? (6.3).

**RESPUESTA:** El jefe de producción autoriza dicha orden.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es el establecimiento de los justificantes de trabajo? (6.4).

**RESPUESTA:** Lo establece el jefe producción de acuerdo con los cambios establecidos.

## **7. Lanzamiento de la orden de trabajo**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el control de avance de la orden de trabajo? (7.1).

**RESPUESTA:** Los operarios de producción actualizan diariamente la orden de fabricación, con su respectivo control de calidad y características del producto.

**PREGUNTA:** ¿Cómo es la revisión de cuellos de botella? (7.2).

**RESPUESTA:** El operario de producción revisa los cuellos de botella generados por fallas de los equipos y reporta las fallas, generando una orden de mantenimiento.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza seguimiento de cargas? (7.3).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la comunicación de recepción de mercancías y la supervisión de la capacidad de producción? (7.4).

**RESPUESTA:** La recepción y almacenamiento de materias primas está a cargo de un operario, el cual toma una muestra para control de calidad, donde establecen las distintas características del material y después de pasar este proceso es almacenado en las tolvas de café trillado listo para pasar al tostado.

**PREGUNTA:** ¿Cómo realizan supervisión de la orden de trabajo en el taller, conforme al pedido del cliente? (7.5).

**RESPUESTA:** El operario registra a diario lo entregado, con todas las características pertinentes del producto.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se relacionan los pedidos del cliente y la orden de trabajo neutra en el taller? (7.6).

**RESPUESTA:** N.A

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza la justificación de la utilización? (7.7).

**RESPUESTA:** N.A

## **8. Inventario.**

**PREGUNTA:** ¿Cómo se calcula y se reporta el balance de inventarios, pérdidas de materia prima y utilización de energía? (8.1).

**RESPUESTA:** Se entrega un informe a diaria de consumo de materia prima. El producto defectuoso por empaclado se dispone para consumo en eventos y para el consumo interno de la empresa.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza el Inventario de fecha fija? (8.2)

**RESPUESTA:** Se realiza semanalmente comparando la materia prima que entra menos la que sale a producción.

**PREGUNTA:** ¿Cómo se realiza Inventario permanente? (8.3)

**RESPUESTA:** Se realiza diariamente comparando la entrada de producto terminado menos el que sale hacia un destino.