

**DEFINICIÓN DE UN MÉTODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD EN LA EMPRESA
“Cervecería Ciudad Blanca”, BASADO EN EL MODELO SIEMENS FIET.**



**Ángela Marcela Gómez Castillo
Luisa María Tumbajoy Cardona**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2012**

**DEFINICIÓN DE UN MÉTODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD EN LA EMPRESA
“Cervecería Ciudad Blanca”, BASADO EN EL MODELO SIEMENS FIET.**



**Monografía presentada como requisito parcial para optar por el título de
Ingenieros en Automática Industrial**

**Ángela Marcela Gómez Castillo
Luisa María Tumbajoy Cardona**

**Directores.
Ing. Oscar Amaury Rojas
Ing. Juan Martin Velasco**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2012**

Agradecemos especialmente al Ingeniero Juan Martín Velasco por su gran apoyo, colaboración y disposición durante la ejecución del proyecto.

Al Ingeniero Oscar Amaury Rojas por acoger nuestro proyecto y por enriquecerlo con sus aportes.

A nuestros amigos y compañeros por su compañía, por los buenos y malos momentos y por hacer inolvidable cada instante compartido.

Infinitas Gracias

A Dios por darme la vida, el tiempo y la disposición para lograr cada una de mis metas y por bendecirme cada día con el regalo de la vida, los amigos y mi Madre.

*A mi madre por su apoyo, cariño, confianza y su amor incondicional que no conoce fronteras, por ser mi motor, mi guía y la fuerza que me empuja a seguir adelante, por ser esa luchadora incansable y mi fiel compañera.
Gracias a Ti hoy soy la mujer que soy.*

A mi gran amiga Ingrid, porque aun estas entre nosotros, vives en mi corazón y en el de todos los que te conocimos, este triunfo también es tuyo y de tu familia.

Ángela.

CONTENIDO.

INTRODUCCION.....	8
1. CONCEPTOS TEÓRICOS DEL PROYECTO.....	12
1.1 TRAZABILIDAD.....	12
1.1.1 Los beneficios de la trazabilidad.....	14
1.1.2 Legislación sobre trazabilidad.....	154
1.1.3 Actualidad de la trazabilidad.....	17
Trazabilidad a Nivel Internacional.....	17
Trazabilidad a Nivel Nacional.....	18
Trazabilidad a Nivel Local.....	19
1.2 MODELO CIM DE SIEMENS.....	20
1.3 MODELO SIEMENS FIET.....	22
1.3.1 Metodología para la obtención del modelo Siemens FIET.....	23
1.4 ESTÁNDARES ISA-88 E ISA-95.....	24
1.4.1 Descripción de los estándares ISA-88 e ISA-95. El estándar ISA-88.....	24
1.4.2 Descripción de los modelos de los estándares ISA-88 e ISA-95.....	24
Modelos del Estándar ISA-88.....	24
Modelos del estándar ISA-95.....	26
1.5 INFORMACIÓN DE WORKFLOW Y DE WORKFLOW-NET.....	27
1.5.1 Definición de WorkFlow.....	27
1.5.2 Definición de WorkFlow-Net.....	29
2. PROCESO DE DESARROLLO DEL METODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.....	33
2.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE TRAZABILIDAD.....	33
2.1.1 Definición de información a registrar para cada componente de trazabilidad.....	34
2.1.2 Pasos para la implantación de un sistema de trazabilidad.....	35
2.2 INTERPRETACIÓN DEL MODELO SIEMENS FIET.....	35
2.2.1 Análisis de los ámbitos del modelo Siemens FIET.....	35
2.2.2 Selección de funciones y subfunciones de los ámbitos del modelo siemens fiet para cada componente de trazabilidad.....	39
1. Trazabilidad Hacia Atrás:.....	39
2. Trazabilidad de Proceso o Interna:.....	40
3. Trazabilidad Hacia Delante.....	41

2.2.3 Definición del intercambio de Información entre los Ámbitos del Modelo Siemens FIET.....	46
2.2.4 Bloques funcionales del método.....	50
2.3 ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES ISA-88 E ISA-95.....	53
2.3.1 Selección de los modelos del estándar ISA-88.....	53
2.3.2 Selección de los modelos del estándar ISA 95.....	53
3. DEFINICIÓN DEL MÉTODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.....	54
3.1 JUSTIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE UN MÉTODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.....	54
3.1.1 Por qué se desarrolló un método:.....	54
3.1.2 Justificación de la Formulación del Método.....	55
3.2 MÓDULOS PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.....	56
3.3 MODELADO DINÁMICO DE LAS FUNCIONES DE TRAZABILIDAD.....	60
3.3.1 Flujogramas de los procesos de la empresa.....	60
Flujograma General de Trazabilidad Hacia Atrás.....	61
Flujograma General de Trazabilidad Interna o de Proceso.....	64
Flujograma General de Trazabilidad Hacia Delante.....	66
Flujogramas Anidados Definidos en los Flujogramas Generales.....	69
Flujogramas de Control y Supervisión.....	74
3.4 DEFINICIÓN DE REGISTROS PARA LA DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL PROCESO.....	77
3.5 DEFINICIÓN DEL WORKFLOW DE TRAZABILIDAD.....	79
3.5.1 PROCESO A: Trazabilidad Hacia Atrás.....	79
3.5.2 PROCESO B: Trazabilidad Interna o de Proceso.....	81
3.5.3 PROCESO C: Trazabilidad Hacia Delante.....	84
3.6 MODELO DE TRAZABILIDAD MEDIANTE WORKFLOW-NET.....	86
3.6.1 PROCESO A: Trazabilidad Hacia Atrás.....	86
3.6.2 PROCESO B: Trazabilidad Internao de Proceso.....	87
3.6.3 PROCESO C: Trazabilidad Hacia Delante.....	88
4. EJEMPLARIZACIÓN DEL MÉTODO EN LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO MICROCERVECERA “CIUDAD BLANCA”.....	89
4.1 TRAZABILIDAD HACIA ATRÁS.....	89
4.2 TRAZABILIDAD INTERNA.....	93
4.3 TRAZABILIDAD HACIA DELANTE.....	104
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105

BIBLIOGRAFIA.....	107
-------------------	-----

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Niveles Jerárquicos de una Empresa de Producción.	21
Ilustración 2. Interfaz Modelo CIM de Siemens.....	22
Ilustración 3. Modelo Físico.....	25
Ilustración 4. Modelo de Control Procedimental.....	25
Ilustración 5. Modelo de Proceso.	26
Ilustración 6. Bloques de Construcción para WorkFlow.....	30
Ilustración 7. Enrutamiento Secuencial.....	31
Ilustración 8. Enrutamiento Paralelo.....	31
Ilustración 9. Enrutamiento Condicional.....	31
Ilustración 10. Enrutamiento Iterativo.....	32
Ilustración 11. Tipos de Triggering.....	32
Ilustración 12. Ámbitos del Modelo Siemens FIET.....	36
Ilustración 13. Correspondencia Entre Cada Componente de Trazabilidad y los Ámbitos del Modelo SF.....	39
Ilustración 14. Interfaz de CAM: Compras.....	47
Ilustración 15. Interfaz Gráfica de CAM: Control de Fabricación.....	49
Ilustración 16. Interfaz Gráfica de Expedición.....	50
Ilustración 17. Flujos de Información Trazabilidad Hacia Atrás y Ámbitos del Modelo Siemens FIET.....	51
Ilustración 18. Flujos de Información Trazabilidad Interna y Ámbitos del Modelo Siemens FIET.....	52
Ilustración 19. Flujos de Información Trazabilidad Hacia Delante y Ámbitos del Modelo Siemens FIET.....	52
Ilustración 20. Módulos de la Empresa.....	56
Ilustración 21. Flujograma de Seguimiento del Proceso de los módulos de Recepción y Almacén a Partir de los Ámbitos Modelo Siemens FIET.....	61
Ilustración 22. Flujograma de Seguimiento del Proceso de los Módulos de Producción y Embalaje a Partir de los Ámbitos Modelo Siemens FIET.....	64
Ilustración 23. Flujograma de Seguimiento del Proceso del Módulo de Comercialización a Partir de los Ámbitos Modelo Siemens FIET.....	67
Ilustración 24. A1, A2 y A3 Flujogramas Anidados Definidos en el Flujograma General de Trazabilidad Interna o de Proceso.....	69
Ilustración 25. A4 y A5 Flujogramas Anidados Definidos en el Flujograma General de Trazabilidad Interna o de Proceso.....	69
Ilustración 26. A6 Flujograma de Actividades para Determinar las Especificaciones de Calidad	70

Ilustración 27. A7 y A8 Flujogramas Anidados Definidos en el Flujograma General de Trazabilidad Interna o de Proceso.....	71
Ilustración 28. A9 Flujograma Anidado Definido en el Flujograma General de Trazabilidad Hacia Delante.....	72
Ilustración 29. A10 Flujograma Anidado Definido en el Flujograma General de Trazabilidad Hacia Delante.....	73
Ilustración 30. Flujogramas de Control y Supervisión.....	74
Ilustración 31. Flujogramas de Control y Supervisión.....	75
Ilustración 32. Flujogramas de Control y Supervisión.....	76
Ilustración 33. Interfaz WorkFlow Trazabilidad Hacia Atrás.....	81
Ilustración 34. Interfaz WorkFlow Trazabilidad Interna o de Proceso.....	83
Ilustración 35. Interfaz WorkFlow Trazabilidad Hacia Delante.....	85
Ilustración 36. WorkFlow-Net de Trazabilidad Hacia Atrás.....	86
Ilustración 37. WorkFlow-Net de Trazabilidad Interna o de Proceso.....	87
Ilustración 38. WorkFlow-Net de Trazabilidad Hacia Delante.....	88

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Información a Registrar en Cada Componente de Trazabilidad.....	34
Tabla 2. Intercambio de Información entre los Ámbitos del Modelo Siemens FIET y Cada Componente de Trazabilidad.....	42
Tabla 3. Identificación y Descripción de los Registros Para Cada Componente de Trazabilidad.....	77
Tabla 4. RCAQ-01 Microcervecera "Ciudad Blanca".....	89
Tabla 5. Extracto del Modelo Objeto de Materiales.....	90
Tabla 6. Informe de Trazabilidad 1.....	90
Tabla 7. REM-02 microcervecera "Ciudad Blanca".....	92
Tabla 8. REM-01 microcervecera "Ciudad Blanca".....	92
Tabla 9. RCF-01 microcervecera "Ciudad Blanca".....	93
Tabla 10. Extracto Modelo Segmento de Producto.....	94
Tabla 11. RPPC-02 microcervecera "Ciudad Blanca".....	94
Tabla 12. Extracto del Modelo objetos de equipo.....	95
Tabla 13. RCAQ-01 microcervecera "Ciudad Blanca".....	96
Tabla 14. Extracto del Modelo de Definición del Producto.....	97
Tabla 15. RPPC- 03 microcervecera "Ciudad Blanca".....	97
Tabla 16. RPPC-04 microcervecera "Ciudad Blanca".....	99
Tabla 17. Extracto del Modelo Segmento de Producto.....	100
Tabla 18. Extracto del Modelo Segmento de Producto.....	100
Tabla 19. RCF-05 microcervecera "Ciudad Blanca".....	100
Tabla 20. Extracto Modelo Definición del Producto.....	102
Tabla 21. RCF-07 microcervecera "Ciudad Blanca".....	102

Tabla 22. Extracto del Modelo Objeto de Materiales..... 103

INTRODUCCION.

Para las empresas productoras de alimentos, es de especial importancia garantizar la calidad tanto de sus productos como de los procesos que realizan para la obtención de sus productos finales, debido a que los consumidores son cada vez más exigentes a la hora de realizar sus compras, asegurándose de que los productos por adquirir cumplan con ciertas normas y certificaciones que les garantice la calidad e inocuidad de los alimentos a consumir. Para ello, se desarrolló el concepto de trazabilidad, que es una herramienta de gestión del riesgo que permite encontrar y seguir el rastro a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de las materias primas destinadas a la producción de alimentos o una sustancia destinada a ser incorporados en alimentos o piensos¹ o con probabilidad de serlo [1]. Se garantiza de esta forma, la disponibilidad de la información de modo rápido y seguro, la continuidad en el flujo de información, reducción de controles manuales, reducción de costos logísticos y de administración de la información, mejor control del rendimiento de materia prima y material de empaque, obtención de la información relacionada con número de lote, fecha de vencimiento y elaboración, información exacta de la ubicación, procedencia, fabricación y envasado de productos.

En la actualidad, existen ciertas normas internacionales, como el Reglamento (CE) 178/2002 del Parlamento Europeo; éstas hacen referencia a la importancia de la aplicación de trazabilidad en las empresas alimentarias; sin embargo, no definen un método específico que seguir para la implementación de ésta. Fácilmente, se pueden encontrar diferentes manuales que definen una serie de pasos a seguir, para empresas de ciertos sectores productivos y algunas aplicaciones de éstos, mas no se encuentra un método específico que garantice la rastreabilidad del producto durante todo su ciclo de vida basado en la normatividad existente para realizar trazabilidad, además que permita la integración de la información, por lo que la mayoría de las empresas definen este proceso a su parecer. En el caso de las empresas cerveceras no se encuentran guías, ni manuales para realizar trazabilidad y lo que se encuentra de este tema es muy poco, debido a que no se considera como un alimento, pero es un producto de consumo masivo, por lo cual, se considera de suma importancia establecer un método para realizar trazabilidad en empresas productoras de esta tipo de bebidas.

En la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, se realizó el trabajo de grado **“Sistema de Trazabilidad para el aseguramiento de la Calidad en la Industria Licorera del Cauca (I.L.C.)”**[2], donde se proponía un aporte en la estandarización de los sistemas de trazabilidad para la fabricación de bebidas alcohólicas, mas no se diseñaba un método para realizar trazabilidad en las empresas, debido a que generaba una solución software para el caso de estudio señalado; en el departamento de Telecomunicaciones se realizó un proyecto basado en RFID (Identificación Por Radio Frecuencia) denominado **“Especificaciones Para el Diseño de un Sistema Basado en la Tecnología RFID Para la Administración de los Servicios de Identificación, Registro y Préstamo de Libros en la Biblioteca José María Serrano de la Universidad del Cauca”** [3], también se encontró una tesis de la maestría en Telemática, denominado: **“Marco de Referencia Para la Integración de Sistemas**

Físicos y Aplicaciones Software Desde la Alternativa RFID” [4], en la que se desarrolla un marco de referencia para la integración de sistemas físicos y aplicaciones software mediante el uso de RFID. En estas tesis, se trabaja a partir de la tecnología RFID, para realizar un determinado proceso, mas no plantean un método para realizar trazabilidad, por lo tanto, se vio la necesidad de plantear un trabajo de grado, en el cual, se proponga la creación de un método donde se definan las instrucciones a llevar a cabo, que permitan la integración de la información logrando realizar los tres componentes de trazabilidad (Trazabilidad Hacia Atrás, de Proceso o Interna, Hacia Delante), facilitando, la realización de trazabilidad en la empresa caso de estudio, resolviendo el problema de seguimiento de los productos y materias primas antes, durante y después de todas las etapas de producción, generando un avance importante en la revisión y gestión de los procesos productivos.

El método que se desarrolló; plantea una serie de instrucciones, bloques funcionales, las interfaces de un sistema básico de trazabilidad y los flujos de información necesarios entre los ámbitos del Modelo SF. El conjunto de estas instrucciones permite realizar trazabilidad de forma metódica y organizada. Este método fue definido de forma teórica y su ejemplificación se realizó en la empresa Cervecería “Ciudad Blanca”, aunque eventualmente puede extenderse, bajo ciertas consideraciones, a empresas fabricantes de otros productos.

El documento contiene cinco capítulos, en los cuales, se ilustra el desarrollo y el resultado obtenido del proyecto.

En el primer capítulo, se hizo una definición de los Conceptos Teóricos; en esta parte se realizó una búsqueda y consulta de material biográfico referente a trazabilidad, modelo CIM (Manufactura Integrada por Computador) de Siemens, modelo SIEMENS FIET (Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones), los estándares ISA-95 e ISA-88, y Workflow-Nets.

En el segundo capítulo, se presenta el Proceso de Desarrollo del Método Para Realizar Trazabilidad, donde se hace una recopilación de la información recogida en la fase anterior, se analiza a fin de obtener solamente aquella que sea relevante para el proyecto y se organiza toda la referente al modelo Siemens FIET, la definición de los ámbitos, de los flujos de información entre estos y las relaciones entre los ámbitos y cada uno de los componentes de trazabilidad. Además, se definen los modelos de los estándares ISA-88 e ISA-95 a utilizar.

Como tercer capítulo, se tiene la Definición del Método para Realizar Trazabilidad; de los resultados obtenidos de las fases anteriores, se plantea en esta fase la creación del método que permita realizar trazabilidad teniendo en cuenta todas las consideraciones y conclusiones del modelo Siemens FIET, los estándares ISA-95 e ISA-88, la información de las guías, manuales para realizar trazabilidad existentes y la aplicación de estos dentro de las empresas, teniendo como resultado un modelo de Workflow-Net, donde se especifica el proceso de revisión y gestión de registros e informes de trazabilidad.

En el cuarto capítulo, se hace una ejemplificación teórica del método en la empresa caso de estudio.

Y por último, en el quinto capítulo, se formulan una serie de conclusiones y se proponen trabajos futuros que se pueden realizar a partir de este proyecto.

1. CONCEPTOS TEÓRICOS DEL PROYECTO.

En este primer capítulo, se hace una búsqueda y selección de información básica para el entendimiento y desarrollo del proyecto, de esta primera parte se busca:

- Comprender el concepto de trazabilidad, los beneficios y ventajas de la implementación de trazabilidad en la empresas, determinando sus implicaciones, alcances y consecuencias, la normatividad que rige la aplicación de trazabilidad, todo lo anterior enfocado a nivel local, nacional e internacional que permita una mejor comprensión acerca del tema.
- Estudiar y comprender el modelo CIM de Siemens sus funciones principales, comprender la interacción entre CIM y CAO (Organización Asistida por Computador), la definición de integración horizontal y vertical.
- Estudiar y analizar el Modelo Siemens FIET, para comprender los ámbitos funcionales que lo componen, que funciones y subfunciones se encuentran implícitas a cada ámbito, entender los flujos de información que permiten la integración entre los ámbitos y por ende la integración entre las diferentes áreas de la empresa.
- Revisar el estándar ISA-95, en cada una de sus partes y estudiar los modelos que se definen en la parte 1 de esta, como los modelos Jerárquicos, el modelo físico y el modelo de objetos. Además estudiar el estándar ISA-88 para definir qué modelos expresados en ésta, pueden ser usados dentro del método.
- Recopilar información que permita conocer y comprender cómo desarrollar una WorkFlow Net, para modelar y gestionar los diversos procesos que permitan la ejecución de trazabilidad dentro de la empresa.

1.1 TRAZABILIDAD.

El concepto de trazabilidad, nace en la Unión Europea debido a las sucesivas crisis alimentarias ocurridas en el seno de la Unión como: la crisis de las Dioxinas, las encefalopatías de vacuno y de ovino y la fiebre porcina. Se entiende trazabilidad como el conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través, de unas herramientas determinadas [5].

En la actualidad, la respuesta frente al incremento planteado en cuanto a exigencias en la Trazabilidad, es la tendencia a la automatización e implementación de software, como por ejemplo los Sistemas de Gestión de Almacenes (WMS), Sistemas de Planeación de Recursos Empresariales (ERPs) + Software complementario, Sistemas de Gestión de Transporte (TMS), Optimización de rutas, etc [6].

El saber de forma precisa dónde están los lotes de productos a lo largo de la cadena de suministros, se refiere a una trazabilidad descendente o seguimiento (tracking), mientras que, el poder seguir exactamente el origen de la mercancía y los procesos por los que ha pasado antes de llegar al punto final, se conoce como trazabilidad ascendente o rastreo (Tracing) [7].

En pocas palabras podemos decir, que la trazabilidad es la capacidad de seguir un producto a lo largo de la cadena de suministros, desde su origen hasta su estado final como artículo de consumo. Dicha trazabilidad consiste en asociar sistemáticamente un flujo de información a un flujo físico de mercancías, de manera que pueda relacionar en un momento dado la información requerida relativa a los lotes o grupos de productos determinados.

La norma ISO 8402 (Organización Internacional para la Estandarización) determina que trazabilidad es: **“la habilidad de separar un material o producto por lotes individuales o unidades”**.

Trazabilidad: es la conexión entre el productor y el consumidor de forma que el productor pueda conocer, mediante la información que se detalla en el producto, qué es lo que quiere su cliente, ya que éste tendrá la capacidad de decidir si lo compra o no, según la información que reciba. A su vez, en caso de que el cliente quiera reclamar algo a su proveedor o simplemente adquirir un producto con unas características determinadas, solo tendría que leer la información detallada en el mismo [1].

La Trazabilidad puede realizarse de las siguientes maneras: (hacia atrás, de proceso y hacia delante).

Trazabilidad hacia atrás (THA) permite, a partir de un producto intermedio o final, obtener de forma ágil la información relevante asociada a dicho producto, hasta llegar al origen de las materias primas. Puntos a considerar en cada empresa, serán el nombre y dirección de los proveedores, la mercancía recibida con su identificación, número de unidades y fecha de duración mínima o la fecha de recepción [8].

Trazabilidad Interna o del proceso (TI) permite, vincular los productos que entran en una empresa con los que salen. Es necesario tener en cuenta las divisiones, cambios o mezclas de lotes o agrupaciones, así como el número de puntos en los que es necesario establecer registros o nexos con el sistema de autocontrol ya establecido. Aspectos relevantes en este punto, serán la identificación de los productos obtenidos como resultado de las operaciones desarrolladas en la empresa, a partir de qué productos, número de unidades de venta producida o qué procesos se han llevado a cabo y cuándo [8].

Trazabilidad hacia delante (THD) permite, conocer dónde se ha distribuido un determinado producto. Con ella, a partir de una materia prima se puede conocer el producto final del que ha formado parte. Se deberán tener en cuenta en cada empresa el nombre y dirección de los clientes, las mercancías distribuidas y la fecha de salida del establecimiento [8].

Para la implantación de un sistema de trazabilidad, se podrán utilizar desde procedimientos manuales sobre papel, tecnologías por códigos de barras y sistemas avanzados de Identificación por Radiofrecuencia (RFID).

1.1.1 Los beneficios de la trazabilidad. Este sistema permite conocer todos los pasos que sigue un producto desde su producción hasta que llega al consumidor (el ciclo de vida del producto). La trazabilidad es una herramienta que permite gestionar y organizar la empresa de manera más eficiente.

- Mayor eficiencia en procesos productivos (analizar lotes individuales, se puede determinar la productividad por lote, y detectar fallos en estos).
- Control absoluto de los productos (almacenamiento, rotación adecuada de productos, y mejora la gestión del almacén).
- También permite mejorar la gestión de costes, de operaciones, y tener seguridad sobre la calidad ofrecida.
- Permite obtener información de todos los controles pasados por cada partida del producto.
- Da información al cliente (el consumidor tiene información sobre el producto que consume, su origen y en caso de alerta alimentaria sabe que las autoridades sanitarias intervendrán).
- En caso de errores permite localizar el punto exacto donde se ha producido y los lotes defectuosos. Se localiza al productor y al fabricante y esto permite retirar rápidamente el resto del lote [9]

En definitiva, la trazabilidad mejora la imagen de los productos, así como la comunicación y seguridad a los consumidores.

Además de las consideraciones genéricas expuestas, podemos preguntarnos por qué, qué y cómo hacer la trazabilidad.

En por **qué** se destaca varias motivaciones: normativa (asegurando la calidad mediante la legislación oportuna), evitar fraudes (controlando el producto a lo largo del circuito productivo-comercial), garantizar la sanidad alimentaria (evitando contaminaciones) y aspectos comerciales (diferenciándose frente a la competencia) [9].

En el **qué** se debe analizar y rastrear y se puede agrupar en diversas áreas: residuos alimentarios y contaminantes (agentes carcinógenos, residuos veterinarios, contaminantes medioambientales, microtoxinas, entre otros), patógenos (bacterias, virus, priones), Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y cualquier producto de origen animal o vegetal deseado [9].

En cuanto al **cómo** podemos identificar diversos sistemas de trazabilidad:

- Códigos de barras.
- Tarjetas electrónicas.
- Etiquetas de Radiofrecuencia (*Radio Frequency Tag and Transparency* RFTT).
- Sistema de reconocimiento de voz (*Voice Recognition System* VRS).
- Marcadores químicos (incluyen sellos o tatuajes con ciertos compuestos químicos).
- Marcadores moleculares (*Biocoding*) [9].

1.1.2 Legislación sobre trazabilidad. En cuanto a la legislación sobre la implantación de trazabilidad en las empresas en el país, no existe una reglamentación específica, se encuentran algunas normas como la norma técnica NTC 5522, la cual establece las Buenas Prácticas Agrícolas. Trazabilidad en la Cadena Alimentaria para Frutas, Hierbas Aromáticas Culinarias y Hortalizas Frescas y la norma internacional ISO 22005, que establece los principios generales y requisitos fundamentales, para el diseño y la implementación del sistema de trazabilidad, mientras que en la unión europea existe una legislación muy amplia, debido a que el sector alimenticio requiere la regulación de todos sus aspectos, siendo fundamental aquellos que garantizan la salud y la vida de las personas. La legislación generada por la unión Europea podría dividirse en dos tipos.

Legislación Horizontal: Este tipo de legislación establece una serie de normas que se aplican de manera general a todos los productos alimenticios y piensos, y animales. La legislación horizontal más relevante en materia de trazabilidad es la siguiente.

- **Reglamento Comisión Europea (CE) 178/2002**, del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de Enero de 2002.
- **Real Decreto 1801/2003**, de 26 de Diciembre, sobre Seguridad General de los productos (B.O.E. 10.1.2004).
- **Real Decreto 2207/1995**, de 28 de diciembre, sobre higiene de productos alimenticios (B.O.E. 27.2.1996).
- Paquete de higiene.
- Reglamento (CE) n°183/2005.
- Real decreto 1808/1991 [10].

Legislación Vertical: se trata de legislación específica para un grupo específico de productos o actividades.

En lo referente a la trazabilidad se destaca el reglamento (CE) n°178/2002, normativa de tipo horizontal que, a través del artículo 18, sienta las bases para la implantación de trazabilidad de una manera generalizada en todas las empresas del sector alimenticio. Según el reglamento 178/2002 de la Comisión Europea, *“la trazabilidad es la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución de un alimento o piensos o con probabilidad de serlo”*[11].

Reglamento (CE) 178/2002 del parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002: está implícito en el sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) que debe tener toda empresa alimentaria. La gestión del sistema APPCC, cuya finalidad es la reducción de los peligros asociados a la producción y comercialización de alimentos, requiere, sin duda, la identificación de los productos bajo la responsabilidad del operador económico. El reglamento 178/2002 establece requisitos pero no define como debe ser el sistema o procedimiento que deban seguir las empresas para garantizar la trazabilidad de los productos [10].

Real Decreto 1801/2003 de 26 de Diciembre, sobre Seguridad General de los productos (B.O.E. 0.01.2004), Establece una serie de obligaciones adicionales para los productores y distribuidores de alimentos, entre los que se encuentran.

- La producción y distribución de productos seguros.
- El deber de recopilar información sobre los riesgos que puedan presentar los alimentos puedan presentar los alimentos que produzcan o distribuyan.

- La obligación de administrar a los consumidores la información necesaria para que estos puedan evaluar y prevenir riesgos.
- La responsabilidad de alertar a los consumidores a los que se les haya suministrado un producto que pueda ocasionar un riesgo.

Se establece además una serie de medidas con el fin de facilitar el flujo de información del producto [10].

Real Decreto 2207/95 de 28 de diciembre de 1995, sobre higiene de productos alimenticios (B.O.E 27.2.1996), a través de su artículo 3, donde se establece la exigencia para las empresas del sector alimentario de implantar sistemas de autocontrol basados en los principios en los que se basa el sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC).

Así mismo se establece la necesidad de elaborar y mantener documentación y registros con la información referente y generada por el sistema de autocontrol. Estos documentos y registros variaran en función de la naturaleza y tamaño de la empresa [10].

Paquete de Higiene: En el Libro Blanco sobre la Seguridad alimentaria, la Comisión Europea perfiló una revisión radical de las normas de higiene y seguridad alimentaria de la Comunidad, conforme a las cuales, los operadores de empresa alimentaria son los principales responsables de la seguridad alimentaria. La innovación principal de este conjunto de Reglamentos y Directivas, es la realización de una política de higiene única, transparente y aplicable a todos los alimentos y todos los operadores de alimentos que intervienen de la granja a la mesa, junto con la introducción de instrumentos eficaces para gestionar la seguridad alimentaria y cualquier crisis alimentaria en todas las etapas de la cadena de alimentos [10].

Reglamento (CE) n°183/2005 del parlamento Europeo y del consejo, de 12 de enero de 2005 por el que se fijan requisitos en materia de higiene de los piensos, a partir del 2 de enero de 2006, los operadores económicos que se dedican a las actividades de producción primaria de piensos y/o a su posterior comercialización deberán incorporar todas las medidas y condiciones necesarias para controlar los peligros y garantizar la aptitud para el consumo animal de un pienso, teniendo en cuenta su utilización prevista. El objetivo principal de este reglamento es asegurar un elevado nivel de protección de los consumidores por lo que respecta a la seguridad de los alimentos y de los piensos, garantizando la plena trazabilidad [10].

Real Decreto 1808/1991: de 13 de Diciembre de 1991, que regula las menciones o marcas que permiten identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio. (B.O.E. 25.12.1991), de este reglamento se destacan los siguientes aspectos.

Artículo 1: Define el lote como “un conjunto de unidades de venta de un producto alimenticio, producido, fabricado o envasado en circunstancias prácticamente idénticas”.

Artículo 4: se establece que cuando el alimento este envasado, la indicación de lote podrá figurar en el envase o en una etiqueta unida a este. Si el producto no está envasado, la indicación de lote se encontrara en el envase o recipiente que lo contenga, existiendo también la posibilidad de que dicha indicación figure en los documentos comerciales que acompañan al producto.

Artículo 5: determina que cuando la fecha de caducidad o duración mínima figure en el etiquetado, y siempre que por lo menos el día y el mes se indiquen claramente y en orden, se podrá prescindir de la indicación de lote [10].

Sello Trazabilidad GS1 Colombia: Calidad en la red de valor. GS1 Colombia ha venido liderando iniciativas de trabajo conjunto con industrias del sector alimenticio con el fin de involucrar a todos los actores en el proceso eficiente de trazabilidad. Desde el 2008, se vienen adelantando procesos de auditoría en algunas compañías en Colombia y a nivel mundial, validando el estado de uso e implementación de los estándares de identificación y comunicación (Global Traceability Standard) y su relación con los estándares de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para garantizar un sistema eficiente de trazabilidad [12].

1.1.3 Actualidad de la trazabilidad.

- **Trazabilidad a Nivel Internacional.**

Manual de Trazabilidad Industria Avícola (Chile). El documento tiene como objetivo fundamental el estandarizar el proceso de trazabilidad de la industria avícola nacional Chilena, conforme los requerimientos de los países/bloques comerciales y generar un elemento de diferenciación en los mismos, considerando los siguientes elementos claves:

1. Establecer una terminología común relativa a la trazabilidad.
2. Establecer un estándar de identificación de las materias primas o productos a lo largo de la cadena de producción.
3. Establecer la cantidad mínima de información a ser registrada a lo largo de la cadena de abastecimiento [13].

Gestión de la Trazabilidad en la Industria Cervecera (Barcelona - España). Las nuevas normativas del sector de la alimentación y los sistemas de gestión de la calidad, están impulsando a los procesos de la industria cervecera hacia mecanismos que permitan su seguimiento trazable. Este documento analiza las dificultades, tanto de entorno como de aplicación, que aparecen a la hora de desarrollar sistemas de información rastreable.

La exposición también presenta un modelo organizativo y tres técnicas, que se han demostrado altamente efectivas, para la implantación de estas soluciones en cerveceras, asegurando la trazabilidad tanto de producto como de proceso [14].

RFID Smart Tag for Traceability and Cold Chain Monitoring of Foods: Demonstration in an Intercontinental Fresh Fish Logistic Chain. El principal objetivo de este trabajo fue la validación de una etiqueta inteligente RFID desarrollado para realizar trazabilidad en tiempo real y el control de la cadena de frío para aplicaciones alimentarias. Este sistema basado en RFID se compone de una etiqueta inteligente y un dispositivo lector/escritor. La etiqueta inteligente, que se adjunta en el producto integra la información de la temperatura de la luz, sensores de humedad, un micro controlador, un chip de memoria y una antena para comunicaciones RFID. Los datos registrados por los sensores se pueden almacenar en la memoria junto con los datos del sistema de trazabilidad. Un dispositivo lector/escritor se utiliza para leer y escribir datos de la etiqueta inteligente, con una red inalámbrica a una distancia de lectura de 10 cm, en tiempo real en cualquier momento de la cadena alimentaria [15].

Towards Reference Models For Requirements Traceability (Atlanta). Este artículo menciona el objetivo de Trazabilidad de los requisitos que pretende garantizar la alineación continua entre las necesidades del usuario y la evolución del sistema. La información debe estar organizada de acuerdo con algún marco de modelado, muchos de estos siguen un enfoque empírico. El propósito de los modelos de referencia, es reducir significativamente la tarea de crear modelos específicos de aplicación y sistemas: el usuario selecciona las partes del modelo de referencia que se adaptan al problema en cuestión y configura una solución global [16].

Traceability of Food Products: General Framework and Experimental Evidence (Italia). El objetivo de este trabajo es analizar los aspectos legales y reglamentarios de trazabilidad de los alimentos, y proporcionar un marco general para la identificación de los pilares fundamentales y funcionalidades de un sistema de trazabilidad eficaz. Finalmente, el documento presenta el sistema de trazabilidad utilizado por Parmigiano Reggiano (queso italiano famoso) que fue desarrollado con el marco general propuesto, la base de una integración de códigos alfanuméricos y la tecnología RFID. El sistema está funcionando y con muy buenos resultados para los productores de queso y de los consumidores [17].

Designing Traceability Systems (Netherlands). La Trazabilidad de los productos es una herramienta que mejora la seguridad y la optimización de la logística. es un marco metodológico para el diseño de sistemas de trazabilidad, de forma sistemática que define los objetivos del sistema de trazabilidad, y el diseño se deriva de objetivos y también de las metas colectivas de todos los actores en una cadena. Durante el análisis del sistema, el diseño, las áreas de atención son: las áreas de Procesos, de Información, de Organización y de Tecnología. En una el análisis de estos aspectos se integran en el diseño del sistema de trazabilidad completo. Cuando el diseño se ha completado, los siguientes pasos a seguir, es decir, el desarrollo del sistema y puesta en práctica, puede llevarse a cabo [18].

The Role of Automatic Identification (Auto ID) in The Computer Integrated Manufacturing (CIM) Architecture. El presente trabajo examina cómo las tecnologías de identificación automática (Auto ID), como: la tecnología de código de barras, tecnologías de radio frecuencia y otros dentro de la estructura de la arquitectura CIM, proporcionan las relaciones de la información en una organización y los enlaces entre los campos de la arquitectura CIM, además, proporciona los conocimientos necesarios para que la organización sea competitiva y productiva [19].

- **Trazabilidad a Nivel Nacional.**

La Trazabilidad Como Herramienta Para la Normalización y Evaluación del Contenido Neto de los Productos de la Línea de Extruido de Helados Colombiana. La trazabilidad en este proyecto tiene como objeto, identificar aquellos puntos a lo largo del proceso productivo, en los que se presentan dificultades o alteraciones en el producto, desde la recepción de materias primas hasta el despacho de los productos terminados, obteniendo así, un diagnóstico real de las falencias del proceso. Es allí, donde se debe trabajar para realizar las correcciones adecuadas que generen variaciones de la normalización del contenido neto de los productos que se producen en la línea de extruido [20].

Familia Sancela: Visibilidad completa con RFID. Familia Sancela implementa RFID para mantenerse en la vanguardia del desarrollo tecnológico, y, de esta manera, hacer sus procesos más eficientes. Todo ello con el apoyo de GS1 Colombia. Los principales motivos que les impulsaron a implantar tecnología RFID fueron poder garantizar el 100% del traslado del producto terminado desde la planta de producción hasta el centro de distribución, mejorar el indicador de pedidos suministrados al cliente, tener un inventario completo en tiempo real de la producción, y conocer cada paso de sus productos durante el traslado al centro de distribución [21].

Fábrica de Galletas Colombiana Noel Despliega un Proyecto Piloto RFID Con Soluciones de Oracle. Con el objetivo de mejorar sus operaciones logísticas para cumplir con sus pedidos e incrementar la satisfacción de los clientes. Noel definió tres claves para el piloto RFID: probar que la tecnología funcionaba en las instalaciones de la compañía; comprender cómo los administradores de sistemas captarían los datos RFID y los integrarían en procesos de logística; y limitar las pérdidas de inventario reduciendo la cantidad de mercancía extraviada y las pérdidas. Utilizó Oracle Warehouse Management habilitado para RFID, cada estiba recibió una etiqueta RFID pasiva, que incluía información importante del pedido, como, el número de lote y fecha de vencimiento del producto, y que fue leída en toda la cadena de abastecimiento [22].

Estructura Gremial e Institucional Café de Colombia (Trazabilidad de Cafés Especiales). Como parte de la estrategia de ascender en la cadena de valor agregado, a finales del 2004, se inició el desarrollo de un modelo de Trazabilidad para el café de Colombia enfocado en tres conceptos básicos: proceso comercial, sistemas de información y herramientas tecnológicas. En una primera fase, se implementó el certificado de origen y trazabilidad con información comercial, logística y de calidad obtenidas del sistema de información SAP R/3 (Sistemas, Aplicaciones y Productos). En 2005, se llevaron a cabo proyectos satélites en la serranía del Perijá y en el departamento del Cauca, donde se empleó tecnología de códigos de barras. La tecnología fue evolucionando y de esta manera en el 2006 se introdujo un componente denominado RFID que automatizó el seguimiento del saco de café por las distintas etapas del proceso [23].

- **Trazabilidad a Nivel Local.**

Sistema de Trazabilidad Para el Aseguramiento de la Calidad en la Industria Licorera del Cauca (I.L.C.). Este trabajo tuvo como fin documentar los procesos requeridos, donde se propuso una metodología que aporta el avance en la estandarización de los sistemas de trazabilidad para la fabricación de bebidas alcohólicas. A lo largo de él, se explicaron los procedimientos a seguir para la representación sistematizada de la trazabilidad, tales como, el análisis y diseño del sistema que se encarga de modelar de una manera lógica y detallada todos los elementos de la aplicación. Se desarrolló la aplicación tipo Cliente/Servidor, la cual, podía ser utilizada por medio del internet en la computadora del cliente a través de un navegador Web [2].

Especificaciones Para el Diseño de un Sistema Basado en la Tecnología RFID, Para la Administración de los Servicios de Identificación, Registro y Préstamo de Libros en la Biblioteca “José María Serrano” de la Universidad del Cauca, El presente documento describe los aspectos técnicos y funcionales de los sistemas de Identificación por ondas de Radiofrecuencia (RFID, Radio Frequency Identification); el documento aborda temas como la estructura básica, componentes, funcionamiento y estándares de la misma. El análisis se complementa utilizando una herramientas de simulación (WinIQSIM) con el fin de evaluar el canal inalámbrico de comunicaciones; con base en el estudio, se realiza una comparación técnica del sistema de código de barras utilizado en la actualidad por la biblioteca José María Serrano y la tecnología RFID para la administración de ejemplares. En este contexto, se propone un diseño básico basado en la tecnología RFID inductiva para dar solución a las falencias que presenta el código de barras respecto a eficiencia y seguridad en el área de reserva y circulación de libros en la biblioteca Serrano [3].

Marco de Referencia Para la Integración de Sistemas Físicos y Aplicaciones Software Desde la Alternativa RFID. Su propósito fundamental es enriquecer la base de conocimientos existente correspondiente a la integración de sistemas físicos y aplicaciones software utilizando la técnica RFID. Este proyecto tiene como objetivos:

- Establecer la base de conocimiento inicial sobre la temática de RFID como sustento para el desarrollo de experiencias, proyectos y alternativas de I+D.
- Establecer un conjunto articulado de lineamientos para el desarrollo de procesos cuyo propósito sea la integración de sistemas y aplicaciones bajo la perspectiva RFID.
- Desarrollo de una experiencia piloto, que permita la ejercitación y validación del conjunto de lineamientos establecidos [4].

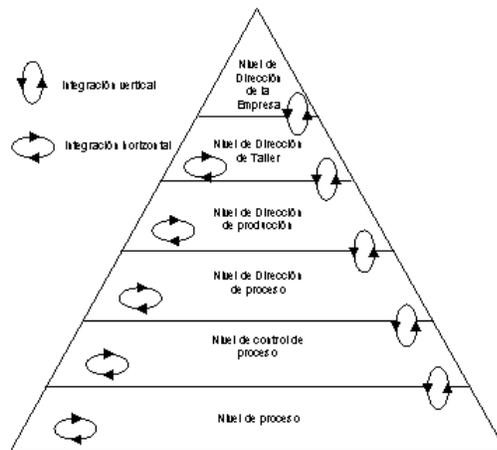
1.2 MODELO CIM DE SIEMENS.

El modelo CIM de Siemens es amplio en cuanto a la concepción de todas las posibles estructuras funcionales que pueda tener una organización, independiente de su tamaño, capacidad o tipo de producto. Incluye las relaciones de la organización con su entorno [24]. De este modelo se tienen como características principales las siguientes.

- Identifica un conjunto que consta de nueve funciones principales de un ambiente CIM, tales como: CAD (Diseño asistido por computador), CAM (Manufactura asistida por computador), CAP (Planificación asistida por computador), PPC (Planificación y control de la producción) y CAQ (Calidad asistida por computador), a las que es preciso integrar.
- Distingue el ambiente CIM del ambiente CAO, donde se tratan aspectos meramente administrativos. Modela la interacción entre CIM y CAO.
- Introduce los conceptos de integración vertical y horizontal de información
- Plantea el concepto de logística de la información: “Es necesario contar con la información correcta, en cantidad y calidad adecuada a las necesidades, en el momento preciso y en el lugar adecuado” [25].

El modelo CIM de Siemens considera el concepto de automatización jerárquica por niveles que puede ser presentada mediante una pirámide, como se muestra en la **Ilustración 1** [26].

Ilustración 1. Niveles Jerárquicos de una Empresa de Producción.



Fuente [26]. H. Kbaumgartner, K. Knischewski, H. Wieding. "CIM Consideraciones básicas".

En esta jerarquía, los datos de los niveles inferiores son transmitidos al nivel inmediatamente superior hasta alcanzar el nivel de dirección de empresa y a la inversa; además del flujo de información vertical se puede dar también un flujo de información horizontal entre secciones que pudieran estar interconectadas entre sí; con ello, es posible descargar considerablemente una red de comunicaciones. Los niveles de esta pirámide se describen a continuación [26].

Nivel de dirección de la empresa: Éste transmite información relativa a la economía y política de la empresa entre las distintas ramas de la misma (unidades de negocios) y entre éstas y las áreas centralizadas de la organización.

Nivel de dirección de taller: El propósito de este nivel es la distribución de datos organizativos, técnicos y comerciales, a fin de establecer una vinculación entre los distintos departamentos de la empresa.

Nivel de dirección de producción: Se coordinan las diferentes secciones de producción (Por ejemplo, fabricación de piezas, montaje y banco de pruebas). Incluye la planificación detallada, preparación y establecimiento de carga, con las órdenes de producción, entre las diferentes celdas de manufactura.

Nivel de dirección de proceso: Éste se encarga de formar celdas de manufactura y de la comunicación entre celdas, y entre éstas y los sistemas de transporte, para sincronizar actividades.

Nivel de control del proceso: Uno de los principales cometidos de este nivel es el monitoreo y la captación de datos, así como de sincronización de máquinas.

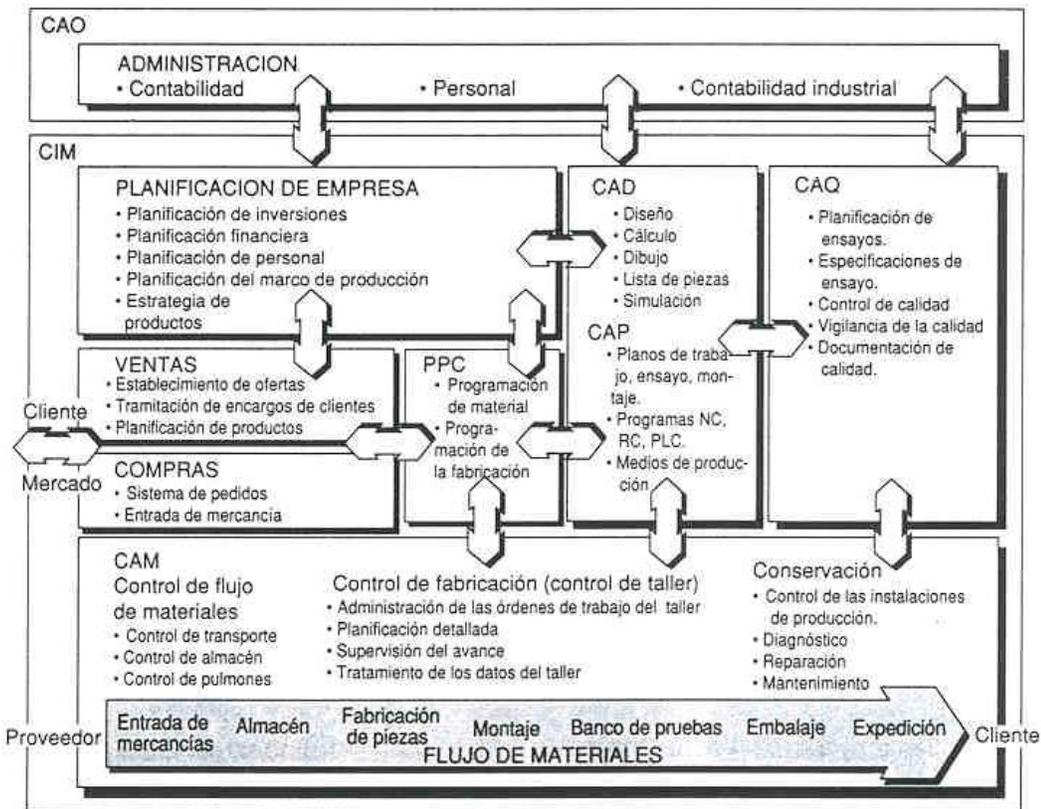
Nivel de proceso: Forma la interfaz entre la electrónica y la mecánica. Las instrucciones de control se convierten aquí en acciones por medio de actuadores. A la inversa, por

medio de sensores se captan señales físicas que son convertidas a señales eléctricas para ser transmitidos al nivel superior.

Siemens basa su modelo en intercambios de información entre sus ámbitos, como se muestra en la **ilustración 2**; esta información no solo incluye datos económicos de taller sino que también incluye datos provenientes de procesos y de calidad; para poder diseñar las interfaces de comunicación, se hizo necesario definir de manera exacta los requisitos de comunicación que incluían [26].

- ¿Qué datos se producen y dónde?
- ¿Qué datos se necesitan, dónde y para qué?
- ¿Quién administra y cuida los datos y de qué tipo?
- ¿Quién es responsable de los datos y de qué tipo?
- ¿Qué tipos de datos se encuentran en una base de datos común?

Ilustración 2. Interfaz Modelo CIM de Siemens.



Fuente. UNICEN "Sistemas de Información Para Administración de Operaciones",

1.3 MODELO SIEMENS FIET.

El modelo Siemens FIET, es un trabajo de grado realizado por estudiantes de Ingeniería en Automática Industrial, de la Universidad del Cauca, denominado **"Adecuación del Modelo Siemens a las Normas ISA S88 e ISA S95 con Aplicación Ilustrativa a un**

caso de Estudio” [27], donde, se desarrolla una metodología alternativa, que adapta el modelo para Manufactura Integrada por Computador (CIM) de Siemens a los estándares ISA-88 e ISA-95 y de esta manera generaliza la integración de las diferentes áreas de la empresa.

1.3.1 Metodología para la obtención del modelo Siemens FIET. Para obtener el modelo resultante se partió de una metodología propuesta por los estudiantes, la cual, propone tres fases descritas a continuación:

Documentación: Esta etapa considera la consulta de material bibliográfico, documentación y recopilación de información que permitió:

- Conocer claramente el concepto de integración, determinando sus implicaciones, alcances y consecuencias.
- Conocer claramente el concepto de los ámbitos funcionales del Modelo CIM para identificar qué áreas de la empresa están incluidas en cada uno de ellos y como se comunican entre sí.
- Conocer las Normas ISA, teniendo claridad acerca de los estándares y niveles que proponen para llevar a cabo un proceso de integración [27].

Análisis: En esta parte se considera la metodología seguida para el análisis de cómo los modelos propuestos por la norma ISA-95 podrían mapearse en el modelo CIM de Siemens; para esto se tomó en cuenta el Modelo Jerárquico de Funciones y el Modelo Funcional descritos por la Norma, los cuales, se consideraron como los más relevantes para realizar el análisis. Por eso esta fase se dividió en dos:

- Análisis del Modelo Jerárquico Funcional.
- Análisis del modelo funcional [27].

Adecuación: Del análisis de actividades y funciones realizado en la sección anterior, se encontró que varias funciones de ISA no encuentran correspondencia en el modelo CIM de Siemens; así mismo, algunas de estas funciones se encuentran especificadas en el modelo a manera de flujos de información; esta etapa de adecuación establece qué ámbito funcional y específicamente qué funciones del modelo CIM de Siemens deben contener las funciones ISA, con las cuales, el modelo CIM no es correspondiente. En el caso de los flujos de información, a través de su análisis se obtuvo que el flujo de información del modelo y de la norma en algunos casos hacen referencia a la misma información pero diferían en su terminología, razón por la cual, se hizo necesario establecer una estandarización de la terminología utilizada [27].

De esta fase se obtiene el Modelo Siemens FIET el cual define los ámbitos, las funciones, las subfunciones, los flujos de información e interfaces entre los ámbitos, obtenidas del análisis y la integración del modelo CIM de Siemens con la norma ISA-95.

Se utilizará Modelo Siemens FIET o Modelo SF indistintamente dentro de este documento, para hacer referencia a este modelo.

1.4 ESTÁNDARES ISA-88 E ISA-95.

El presente trabajo incorpora los estándares ISA-88 e ISA-95 a los procedimientos de trazabilidad, buscando facilitar la identificación del proceso y la obtención de la información necesaria a registrar, para cumplir con las etapas de trazabilidad.

1.4.1 Descripción de los estándares ISA-88 e ISA-95. El estándar ISA-88: es un estándar internacional para el control en Procesos Batch, ofrece una serie de modelos estándar para cumplir con los requisitos de control en plantas de fabricación por lotes. ISA-88 provee una terminología estándar y un conjunto consistente de conceptos y modelos para plantas de manufactura Batch y para control por lotes, que permiten mejorar las comunicaciones entre todas las partes involucradas. Entre los modelos propuestos por la norma se encuentran el Modelo Físico, que agrupa en forma jerárquica los equipos necesitados y de soporte para realizar un Batch; también un Modelo de Control de Procedimiento, el cual, dirige en una secuencia ordenada las acciones orientadas al equipo que realizan tareas orientadas al proceso, tal como se definen en el Modelo de Proceso. Por último el Modelo de Proceso, que proporciona información acerca de cómo se obtiene el producto [28].

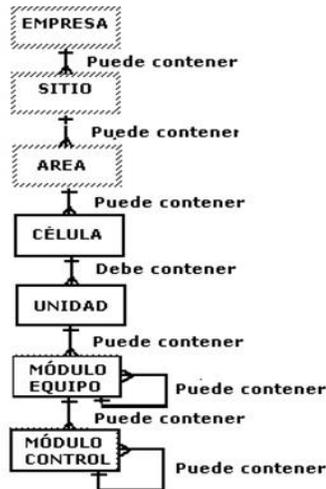
Estándar ISA-95: ISA-95 es el estándar internacional para la integración de la empresa y los sistemas de control. ISA-95 consta de modelos y terminologías que pueden ser usadas para determinar qué información ha de ser intercambiada entre los sistemas de ventas, Finanzas y logística, y los sistemas para la producción, mantenimiento y calidad. Esta información es estructurada en modelos UML, que son la base para el desarrollo de interfaces estándar entre los sistemas ERP (Planeación de Recursos Empresariales) y MES (Sistemas de Ejecución de Manufactura). El estándar ISA-95, puede ser usado para diversos propósitos, por ejemplo, como una guía para la definición de los requisitos del usuario, para la selección de proveedores MES y como una base para el desarrollo de sistemas MES y bases de datos.

- ISA-95 Sistemas de Control Empresariales.
- Terminologías
- ISA-95.02 Estructuras y Atributos de los datos
- ISA-95.03 Modelos de Actividad
- ISA-95.04 Modelos de Objetos y Atributos.
- ISA-95.05 B2M Transacciones
- ISA-95 y XML [29].

1.4.2 Descripción de los modelos de los estándares ISA-88 e ISA-95.

- **Modelos del Estándar ISA-88.** El análisis y selección de la información de la norma ISA 88, constituye una aproximación de cada uno de los modelos de la norma ISA 95, se toman como referencia para el proyecto los siguientes modelos.
 - **Modelo Físico.** Este modelo puede usarse para describir los activos físicos de una empresa en términos de empresa, sitios, áreas, células de procesos, unidades, módulos equipos y módulos control, en la **Ilustración 3**, se define la estructura del modelo. [27]

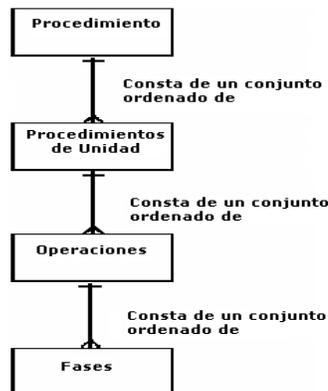
Ilustración 3. Modelo Físico.



Fuente ISA S88.01. "Batch Control. Part 1: Models and Terminology" [27].

- **Modelo de Control Procedimental.** Este modelo dirige acciones orientadas al equipo, de tal forma, que tengan lugar en una secuencia ordenada para llevar a cabo una tarea orientada a proceso. El control procedimental está construido con elementos procedimentales que se combinan de una manera jerárquica para cumplir la meta de un proceso completo como lo define el modelo de proceso. La jerarquía de elementos procedimentales identificados y nominados se muestra en la **Ilustración 4** y consta de procedimientos, procedimientos de unidad, operaciones y fases [27].

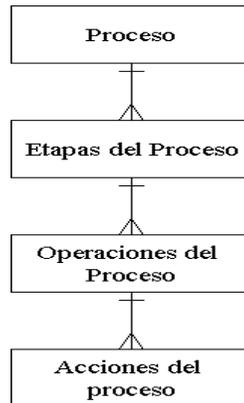
Ilustración 4. Modelo de Control Procedimental.



Fuente ISA S88.01. "Batch Control. Part 1: Models and Terminology" [27].

- **Modelo de Proceso.** Un proceso Batch puede organizarse jerárquicamente en etapas, operaciones y acciones, dentro de lo que se conoce como Modelo de Proceso, mostrado en la **Ilustración 5** [27].

Ilustración 5. Modelo de Proceso.



Fuente ISA S88.01. "Batch Control. Part 1: Models and Terminology" [27].

- **Modelos del estándar ISA-95.** A continuación se hace una breve descripción de los modelos de la ISA-95, que se utilizaron en el desarrollo del proyecto, para la aplicación del estándar ISA-95 en el método para realizar trazabilidad se tomó como referencia las tablas definidas en la tesis "*Implementación ISA S95 a un caso de estudio*"[30].
 - **Modelo Objetos de Equipos.** Este modelo permite determinar los equipos pertenecientes a cada unidad, además se dan las características de estos. Inicialmente, para un mejor entendimiento se da un identificador al área, célula de procesos y cada una de las unidades del proceso. Luego los equipos de cada unidad son detallados [31].
 - **Modelo de Objetos de Materiales.** Este modelo brinda más información respecto a las materias primas usadas en el proceso de producción de un lote, además, identifica los productos intermedios y él o los productos finales. Inicialmente se identifican cada uno de los materiales:
 - Materia Prima: materiales sin ningún tipo de transformación.
 - Productos Intermedios: se les ha realizado ciertos procesos.
 - Producto final: terminado, listo para la comercialización [31].
 - **Modelo de Definición del Producto.** Este modelo brinda la regla de producción y la lista de recursos dependiendo del proceso. Inicialmente, se genera una lista de recursos donde se incluyen la lista de personal, de material, de energía y consumibles, y lista de equipos [31].
 - **Modelo de Segmento de Proceso.** Permite definir apropiadamente los pasos de producción identificados dentro del proceso. Inicialmente, se identifican los Segmentos de Proceso dentro de la célula de proceso, estos se encuentran enmarcados dentro de un Segmento Global que también debe ser identificado [31].

- **Modelo de Segmento de Producto.** Inicialmente, se debe identificar cada uno de los segmentos de producto, teniendo en cuenta el segmento global, en cada uno de ellos se dará información detallada de la elaboración del producto [31].
- **Modelo de Programa de la Producción.** El programa de producción tiene como objetivo facilitar el intercambio de información referente a las necesidades que tiene la empresa en cuanto a la producción que debe realizar, todo esto teniendo en cuenta los materiales a utilizar así como los equipos y el personal [31].

1.5 INFORMACIÓN DE WORKFLOW Y DE WORKFLOW-NET.

1.5.1 Definición de WorkFlow. El modelado de WorkFlow es un área de investigación que ha sido explorada por más de una década. Actualmente, existen diferentes técnicas de modelado como son: UML, IDEF0, redes de Petri, álgebras de procesos, entre otras más; sin embargo, actualmente no existe una metodología o técnica estándar. Es así como la correcta especificación del proceso asegurará en mayor medida la ejecución correcta del mismo. Las redes de Petri son una herramienta gráfica y matemática para modelado de sistemas [32].

Un WorkFlow o Flujo de trabajo, es el estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información que soporta las tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas. Generalmente, los problemas de flujo de trabajo se modelan con redes de Petri [33].

La tecnología WorkFlow se encarga de guiar y controlar de forma automática a todos los componentes de un proceso: personas, tareas, documentos, normas y ordenadores, gracias a la ejecución de un software instalado en una red y cuyo orden de ejecución lo controla una representación automatizada del proceso.

Podemos ver al WorkFlow como un conjunto de métodos y tecnologías que nos ofrece las facilidades para **modelar y gestionar**, los diversos procesos que ocurren dentro de una empresa [34].

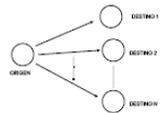
Cuando se modela un sistema de WorkFlow, generalmente, se identifican y utilizan definiciones de los distintos elementos que se pueden encontrar dentro de dicho sistema. A continuación listamos estos elementos, para luego dar una descripción o definición de cada uno de ellos:

- Tareas.
- Personas (Usuarios).
- Roles.
- Rutas.
- Reglas de Transición.
- Datos.
- Eventos.
- Plazos (Deadlines).
- Procesos. Políticas.

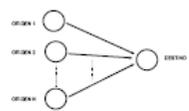
- **Tareas.** Cada tarea es un conjunto de acciones o actividades manejadas como una sola unidad. Generalmente, son desempeñadas por una única persona dentro de los roles que pueden realizar dicha tarea. Las tareas surgen del análisis del flujo del trabajo, donde se define por quienes deben ser ejecutadas.
- **Personas (Usuarios).** Las tareas son realizadas en un orden definido por determinadas personas (o agentes automatizados tomando el rol de las personas) basados sobre las condiciones o reglas del negocio.
- **Roles.** Cada rol define las distintas competencias potenciales que existen en el sistema. Se definen independientemente de las personas físicas, a las cuales, se les van a asignar dichos roles. Una persona puede tener más de un rol.
- **Rutas.** Una ruta define la secuencia de pasos a seguir por los documentos (o información) dentro de un sistema de WorkFlow. Se distinguen varios tipos de rutas:
 - **Rutas Fijas:** En este caso los documentos siguen siempre el mismo camino. Se define de antemano cual es la próxima etapa a seguir.
 - **Rutas Condicionales:** El camino a seguir depende de la evaluación de condiciones. Estas decisiones se toman en el mismo momento que se pasa por el punto donde hay que evaluar las condiciones.
 - **Rutas Ad Hoc:** En este caso, el usuario elige explícitamente cuál es la siguiente etapa a seguir.

- **Construcción de Rutas:**

- **AND-Split:** A partir de un lugar fuente, los documentos son distribuidos hacia varios destinos simultáneamente.



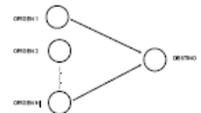
- **AND-Join:** A partir de varios lugares fuentes, los documentos convergen, sincrónicamente, hacia un único destino.



- **OR-Split:** A partir de un lugar origen, los documentos toman un destino entre varios posibles.



- **OR-Join:** A partir de uno o más lugares de origen, dentro de varios posibles, convergen hacia un único destino (no se requiere sincronización).



- **Loop:** En este caso se forma un circuito cerrado dentro del camino que recorren los documentos.



- **Reglas de Transición.** Son reglas lógicas que determinan la navegación del documento dentro del sistema. Expresan qué acción se va a tomar dependiendo del valor de expresiones lógicas. La definición de las reglas puede ser muy complicada, con múltiples opciones, variaciones y excepciones.
- **Datos:** Los datos son los documentos, archivos, imágenes, registros de la Base de Datos y otros utilizados como información para llevar a cabo el trabajo.
- **Eventos:** Un evento es una interrupción que contiene información, él mismo tiene un origen y uno o más destinatarios. La información contenida en el mensaje que se produjo por el evento puede ser implícita o dada por el usuario. Los eventos pueden ser disparados voluntariamente por el usuario o en forma implícita durante un proceso según, el estado de los datos o de decisiones tomadas por el usuario o en forma automática.
- **Plazos (Deadlines).** Podemos ver a los plazos como los tiempos que se le asignan a ciertos elementos. Ejemplos de plazos pueden ser: el tiempo máximo que se le asigna a una tarea para que sea terminada; el tiempo máximo para recorrer una ruta; terminar una tarea antes de cierta fecha; terminar el recorrido de una ruta antes de cierta fecha; y así podríamos seguir. A los plazos podemos asignarles eventos, de forma tal que cuando venza determinado plazo se disparen ciertos eventos asignados por el usuario, o programados para que se disparen automáticamente.
- **Procesos.** Anteriormente, definimos lo que son los procesos de empresas, pero cabe acotar que estos procesos son tan variados y personalizados, como la gente que toma parte en ellos. Comúnmente los procesos no son “diseñados”, sino que son identificados en la realidad, por el uso diario que se les da. Es común, que se piense en poner todos los procesos dentro de una aplicación, pero suele ocurrir que sólo algunos de ellos compongan la aplicación final.
- **Políticas.** Las políticas son una manera formal de expresar sentencias de cómo serán manejados ciertos procesos. Por ejemplo, todas las empresas tienen políticas de licencias vacacionales y beneficios para sus empleados, y podrían definir además cómo se manejarán los distintos procesos de empresa que la componen [35].

1.5.2 Definición de WorkFlow-Net. Una **Red de Petri** que modela una definición del proceso del WorkFlow (es decir, el ciclo de vida de un caso aislado) se llama una **Red de WorkFlow** (WF-Net). Una WF-Net satisface dos requisitos. Primero que todo, una WF-Net tiene un lugar de entrada (i) y un lugar de salida (o). Un símbolo en i corresponde a un caso que necesita ser manejado, un símbolo en o corresponde a un caso que ya ha sido manejado. En segundo lugar, en una WF-Net no hay tareas y/o condiciones pendientes. Cada tarea (transición) y la condición (lugar) deben contribuir al proceso de casos. Por lo tanto, cada transición t (lugar p) se debe situar en una trayectoria del lugar i al lugar o . El último requisito corresponde a una relación fuerte si o está relacionado con i por medio de una transición adicional t^*

Una red de Petri $PN = (P, T, F)$ es una WF-Net (red WorkFlow) si y solo si:

- PN tiene dos lugares especiales: i y o . El lugar i es un lugar fuente: $\bullet i = \emptyset$. El lugar o es un lugar sink: $o \bullet = \emptyset$.
- Si agregamos una transición t^* a PN que conecte el lugar o con i (es decir, $\bullet t^* = \{o\}$ and $t^* \bullet = \{i\}$), entonces la red de Petri resultante es fuertemente relacionada. [36]

Los lugares en el conjunto P corresponden a las condiciones, las transiciones en el conjunto T corresponden a las tareas. Se debe detallar que los requisitos indicados en la definición anterior son requisitos *mínimos*. Incluso, si estos requisitos están satisfechos sigue siendo posible definir una definición del proceso del WorkFlow con potenciales callejones sin salida y/o livelocks.

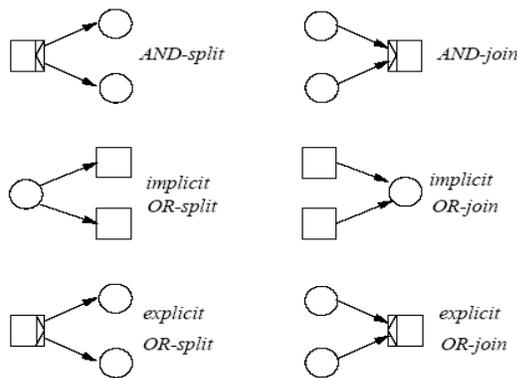
Los símbolos en una WF-Net representan el estado del WorkFlow de un caso simple. El estado del WorkFlow contiene la información parcial sobre el estado de un caso. Además el caso tiene cualidades del WorkFlow y datos de aplicación. El estado del WorkFlow corresponde a la distribución de símbolos sobre los lugares (marca).

Se puede pensar en un atributo del WorkFlow como una variable de control o un parámetro logístico. Un atributo del WorkFlow puede ser la edad de la persona que tiene la queja, el departamento responsable de la queja, o la fecha del registro. También se usa el término atributo del caso para referir al atributo del WorkFlow de un caso específico.

La red de Petri clásica $PN = (P, T, F)$ abstrae estos atributos del WorkFlow. Sin embargo, en una red de Petri de alto nivel, la extensión con color se puede utilizar para modelar atributos del WorkFlow. Los datos de aplicación no se utilizan para gestionar el WorkFlow, se utilizan para ejecutar la tarea. Los datos de aplicación están fuera del alcance de la definición de proceso del WorkFlow y el sistema de gestión del WorkFlow no tiene ningún conocimiento de esta información. (Sin embargo, a menudo hay atributos del WorkFlow que se pueden derivar de los datos de aplicación.) Ejemplos de los datos de aplicación son la dirección de la persona que se queja y el informe de evaluación [36].

- **Estructuras de Enrutamiento de WF-Net.** Para la construcción de un WorkFlow se han definido unos bloques específicos que se pueden apreciar en la **ilustración 6**.

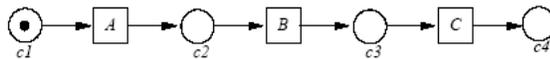
Ilustración 6. Bloques de Construcción para WorkFlow.



En la dimensión de proceso, los bloques de construcción tales como AND-split, AND-join, OR-split y OR-join se utilizan para modelar el enrutamiento secuencial, condicional, paralelo, e iterativo.

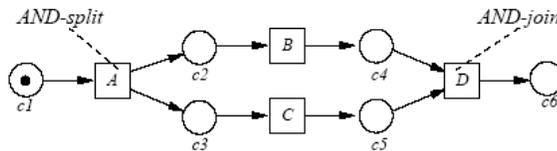
El enrutamiento secuencial: se utiliza para ocuparse de relaciones causales entre las tareas. Considere dos tareas A y B. Si la tarea B se ejecuta después de la terminación de la tarea A, entonces A y B se ejecutan secuencialmente.

Ilustración 7. Enrutamiento Secuencial.



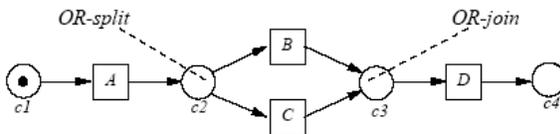
El enrutamiento paralelo: se utiliza en situaciones donde el orden de ejecución es menos estricto. Por ejemplo, dos tareas B y C necesitan ser ejecutadas pero la orden de la ejecución es arbitraria. Para modelar un enrutamiento paralelo, se utilizan dos bloques de construcción: (1) El AND-split y (2) el AND-join.

Ilustración 8. Enrutamiento Paralelo.



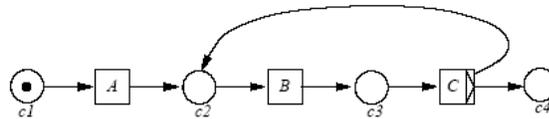
El enrutamiento condicional: se utiliza para permitir un enrutamiento que pueda variar entre los casos. De esta manera, el enrutamiento de un caso puede depender de los atributos del WorkFlow de un caso, del comportamiento del ambiente, o de la carga de trabajo de la organización. Para modelar una opción entre dos de más alternativas, dos bloques de construcción se utilizan: (1) OR-split y (2) el OR-join (en ambos casos una OR exclusiva). Una OR-split puede ser modelada por un lugar con los arcos de salida múltiples, un OR-join es modelado por un lugar con los arcos de entrada múltiples.

Ilustración 9. Enrutamiento Condicional.



Enrutamiento Iterativo. La iteración se puede modelar usando los bloques de construcción mostrados en la **Ilustración 6**. Por ejemplo, considerando el modelo del proceso del WorkFlow mostrada en la **Ilustración 10**, la tarea C es una tarea de control que comprueba el resultado de la tarea B. Basada en esta comprobación, la tarea B se puede ejecutar una vez más [36].

Ilustración 10. Enrutamiento Iterativo.

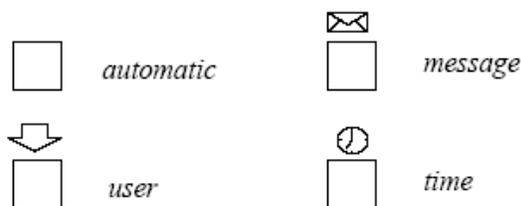


Trigger se define como una condición externa que conduce a la ejecución de una tarea habilitada. La ejecución de la instancia de una tarea para un caso específico comienza en el momento en que la instancia de la tarea es accionada. Una instancia de la tarea puede ser accionada, solamente, si el caso correspondiente está en un estado que habilite la ejecución de la tarea.

Se pueden distinguir cuatro tipos de tareas:

- **Automática:** Una tarea se acciona al momento que se habilita. Se utiliza para las tareas que son ejecutadas por una aplicación que no requiere la interacción humana. Solamente en este tipo de tareas coinciden la habilitación y el comienzo real del procesamiento.
- **Usuario:** Una tarea es accionada por un participante humano, es decir, un usuario selecciona una instancia de una tarea habilitada para ser ejecutada.
- **Mensaje:** Un acontecimiento externo (es decir un mensaje) acciona una instancia de una tarea habilitada. Los ejemplos de mensajes son llamadas telefónicas, mensajes de fax, los E-mail o los mensajes EDI.
- **Tiempo:** Una instancia de una tarea habilitada es accionado por un reloj, es decir, la tarea se ejecuta en un momento predefinido [36].

Ilustración 11. Tipos de Triggering.



2. PROCESO DE DESARROLLO DEL METODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.

En la fase 1 del proyecto se realizó una búsqueda, recopilación y selección de información referente a métodos, manuales, sistemas o guías desarrolladas en empresas productoras y que permitieran la realización de trazabilidad en este tipo de empresas, de toda esta información recogida se hizo un análisis y se escogió aquella que definiera aportes importantes para el método de trazabilidad.

A partir del análisis de la información, en este capítulo, se obtuvo una serie de resultados encaminados hacia la obtención de información de trazabilidad e integración de la misma.

1. **Análisis de la Información de Trazabilidad.** En esta parte se hace un análisis de la información referente a trazabilidad y se obtiene:
 - a. Un resumen de la información que debe ser registrada para poder hacer trazabilidad.
 - b. Los pasos a realizar para la implantación de un sistema de trazabilidad.
2. **Interpretación del Modelo Siemens FIET.** Del estudio y análisis del modelo Siemens FIET, se logró la definición de los ámbitos a utilizar para la obtención de información del proceso y la integración de la misma. Además se consiguió:
 - a. Seleccionar las funciones y subfunciones de los ámbitos del modelo Siemens FIET.
 - b. Definir las interfaces entre los Ámbitos del Modelo Siemens FIET.
 - c. Determinar los flujos de información entre los ámbitos del Modelo SF y el método para realizar trazabilidad.
3. **Análisis de los Estándares ISA-88 e ISA-95.** A partir del análisis de los estándares ISA-88 e ISA-95 se realizó la selección de algunos modelos que contienen información detallada del proceso, del producto, de los medios de producción, de los estándares de calidad del producto terminado e intermedios, de la mano de obra y de los encargados de cada área, entre otros datos.
 - a. Selección de Modelos del Estándar ISA-88.
 - b. Selección de Modelos del Estándar ISA-95.

2.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE TRAZABILIDAD.

De la información podemos destacar los aspectos relevantes que se tomaron en cuenta para la elaboración del método como: cuál es el tipo de información que conviene registrar para cada componente de trazabilidad, cómo debe ser el método a implantar para garantizar la trazabilidad en la empresa y cómo se debe implantar un sistema de trazabilidad.

2.1.1 Definición de información a registrar para cada componente de trazabilidad.

De la recopilación de manuales, guías y de la normatividad existente tanto a nivel nacional como; la norma técnica NTC 5522 y la ISO 22005 y la normatividad internacional como la definida por el Parlamento Europeo en cuanto a la implementación de sistemas de trazabilidad se logró compilar la información, que se debe tener en cuenta para la realización de la rastreabilidad del producto, en cada componente de trazabilidad. A continuación se definen los tres componentes de trazabilidad y la información que se tendrá en cuenta dentro de cada uno.

Tabla 1. Información a Registrar en Cada Componente de Trazabilidad.

Hacia Atrás	Interna o de Proceso.	Hacia adelante.
Materias primas empleadas. Cantidad, origen.	Generar registros cuando los productos se dividan, cambien o mezclen.	Información del producto.
Nombre y dirección de los proveedores de las mismas.	Qué es lo que se crea: ID de los productos intermedios y del producto final que se entrega al cliente.	Nombre y dirección de los clientes (internos o externos).
Lotes recibidos.	A partir de qué se crea.	Lotes despachados.
Fecha de recepción.	Cómo se crea.	Fecha de despacho.
Datos de almacenamiento.	Cuándo se realizó el producto.	Guías de despacho respectivas.
De quién se reciben los productos: origen.	Mano de obra.	A quién se entrega el pedido o lote.
Qué se ha recibido exactamente.	Documentación de la supervisión, y los controles de que ha sido objeto, en su caso, y sus resultados.	Datos sobre el transporte utilizado para hacer la entrega.
Cuándo: fecha recepción.	Pruebas de calidad del producto terminado.	Qué se ha vendido exactamente.
Qué se hizo con los productos cuando se recibieron.	Cantidad total producida y lista para su distribución o almacenamiento (ID).	Cuándo se entregó el pedido.
Prácticas de cultivo, manejo o transporte.	Manejo de producto no conforme.	Número de referencia del contrato de compra-venta o del pedido si lo hubiera.

2.1.2 Pasos para la implantación de un sistema de trazabilidad. De forma general en la bibliografía encontrada se definen unas fases o pasos para la implantación de sistemas de trazabilidad un ejemplo de ellos son los siguientes:

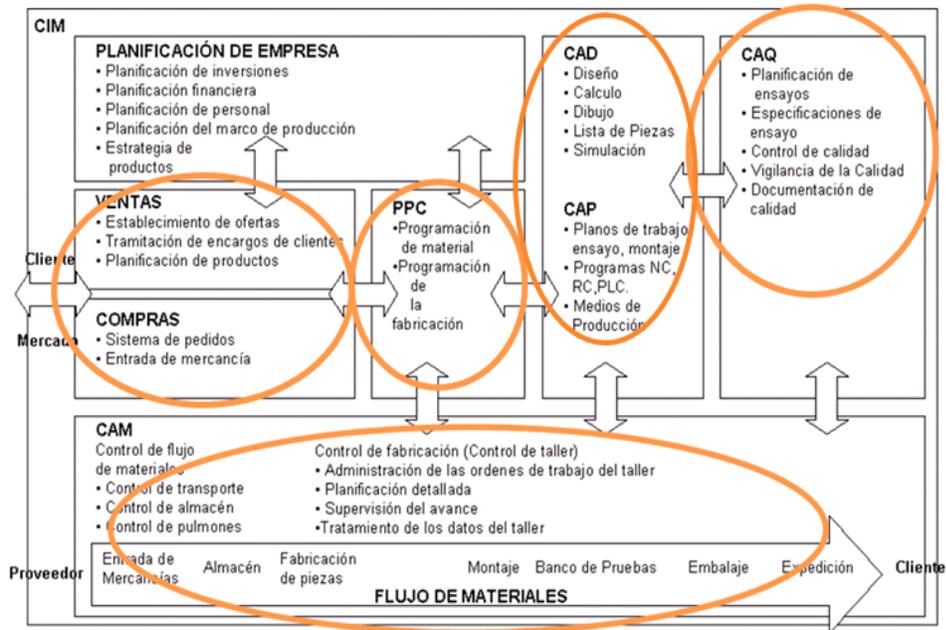
- Estudiar los sistemas de archivos previos.
- Consultar con proveedores y clientes.
- Definir ámbito de aplicación:
 - Trazabilidad Hacia Atrás (THA).
 - Trazabilidad Interna o de Proceso (TI).
 - Trazabilidad hacia delante (THD).
- Definir criterios para la agrupación de productos en relación con la trazabilidad.
- Establecer registros y documentación necesaria.
- Establecer mecanismos de validación/verificación por parte de la empresa.
- Establecer mecanismos de comunicación inter-empresas.
- Establecer procedimiento para localización, inmovilización y en algunos casos, retirada de productos [8].

2.2 INTERPRETACIÓN DEL MODELO SIEMENS FIET.

2.2.1 Análisis de los ámbitos del modelo Siemens FIET. A partir de estas operaciones base, se realizó el análisis del modelo Siemens FIET, para determinar qué ámbitos, funciones y subfunciones de éste, podían ser utilizadas en el método. A continuación, se mencionan de forma general los ámbitos que se seleccionaron y se explica el por qué se tomaron como referencia. En la **Ilustración 12**, se señala de color naranja los ámbitos que se analizarán para el desarrollo del método.

Inicialmente, se había propuesto el uso de los ámbitos Manufactura Asistida por Computador (CAM), Programación y Control de la Producción (PPC), Garantía de Calidad Asistida por Computador (CAQ), Diseño Asistido por Computadora (CAD), Ventas y Compras. Después de realizar el estudio y análisis del Modelo Siemens FIET se decidió utilizar un ámbito más, el ámbito Planificación Asistida por Computador (CAP).

Ilustración 12. Ámbitos del Modelo Siemens FIET.



Fuente D. Gómez, C. Manquillo. "Adecuación del Modelo Siemens a las Normas ISA S88 e ISA S95 Con Aplicación Ilustrativa A Caso De Estudio".

A continuación, se hace una justificación del porqué de la selección de cada uno de los ámbitos del Modelo SF y su aporte al método de trazabilidad a obtener.

Programación y Control de la Producción (PPC): este ámbito del modelo Siemens FIET define las funciones y subfunciones para realizar el programa de producción, así mismo establece los flujos de información para la definición del programa de producción, teniendo en cuenta que la empresa ya tiene establecido una planificación aproximada del programa de producción se busca optimizar este proceso, realizando un procedimiento donde se tengan en cuenta: productos de encargo y productos estándar, la disponibilidad de las materias primas, la capacidad del almacenamiento, disponibilidad de personal y equipo, control de existencias de almacén, la reserva de materiales y la definición del tiempo de ejecución de las actividades del proceso de producción. Otras funciones de este ámbito que pueden ser de gran importancia para el método son: la programación de la fabricación, el lanzamiento de la orden de trabajo, el seguimiento de la orden de trabajo e Inventario, la documentación que se logra realizar a partir de este tipo de información facilita la trazabilidad de proceso o interna y la trazabilidad hacia atrás. La comunicación interna de PPC permite programar la producción, definir la capacidad de producción, da la orden de producción y calcular la disponibilidad.

COMPRAS (Co): este ámbito, será incluido debido a que define las siguientes funciones: la función de selección de proveedores, sistema de pedidos y seguimiento de pedidos, a partir de estas funciones se logra obtener la información referente a los proveedores y a las compras de materias primas e insumos, además define flujos de información entre

materias primas, proveedores, facturación y pedidos, esta información es necesaria para la realización de Trazabilidad hacia atrás.

CAM: Entrada de mercancías (EM): este ámbito define algunas funciones que son de gran utilidad para la obtención de información referente a la trazabilidad hacia atrás, por lo que facilita la generación de procedimientos para la recepción de materias primas y recurso, y su posterior documentación las funciones son: Recepción (1.1; 1.2; 1.3); Revisión (2.1; 2.2; 2.3); Formar unidades adecuadas para almacenamiento o fabricación (3.1; 3.2; 3.3). Se hace la selección de estas funciones y subfunciones debido a que permiten el control, la identificación, la inspección, y comunicación de la entrada de mercancías, igualmente permite establecer un procedimiento para la recepción de materias primas, para lograr la comunicación y documentación de este proceso con algunos ámbitos, permitiendo el control y seguimiento de las materias primas y recursos que ingresan a la empresa (Trazabilidad Hacia Atrás).

CAM Almacén (AI): El ámbito almacén define un conjunto de funciones que permiten realizar el control de la entrada y salida de mercancía y producto terminado, de su correcto almacenamiento depende el buen estado de estos al momento de ser entregados para ser distribuidos, y la correcta gestión de inventarios que se realice dentro del almacén permite la disminución de tiempos, costos y facilita la entrega del producto a transporte. De este ámbito, cabe resaltar las funciones y algunas de las subfunciones de cada una, de acuerdo al análisis realizado se tomaron como referencia las siguientes funciones: administración de las ordenes de almacén (1.1; 1.2); Administración del almacén (2.1; 2.2; 2.3; 2.5; 2.6); Especificación de trabajos (3.1; 3.2; 3.3); Control de procesos de almacén (4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 4.5); Supervisión del estado de almacén (5.1; 5.2). Estas se utilizaron dentro de la trazabilidad de proceso y en la trazabilidad hacia atrás.

Garantía de Calidad Asistida por Computador (CAQ): este ámbito, se tendrá en cuenta para la realización del método, porque para el proceso que realiza la empresa es de vital importancia contar con un proceso de planificación de la calidad, donde se establezcan las características de calidad a tener en cuenta, tanto en el producto terminado como en los productos intermedios, los requerimientos y las especificaciones de calidad de las materias primas, igualmente se debe contar con una función que permita la supervisión y el control de estas características. La generación de documentación de este tipo de información es relevante para realizar trazabilidad hacia atrás y de proceso.

Diseño Asistido por Computadora (CAD): De acuerdo al análisis realizado se consideró importante la función 3 donde se determinan las especificaciones del producto y proceso que permiten el establecimiento de los procesos de trabajo y establecimiento de procesos de verificación y la documentación técnica que de éste se desprende (3.1; 3.2; 3.3; 3.4).

Planificación Asistida por Computador (CAP): este ámbito, del modelo realiza la planificación del trabajo y diseño de los procesos, por lo tanto, se seleccionaron las siguientes funciones: Diseño de la Producción (1.1; 1.2; 1.3; 1.4); Planificación del trabajo (2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5); la Administración de los Procesos de trabajo (3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5); Planificación de la verificación (5.1; 5.2; 5.3) y Planificación de los medios de producción (7.1). Estas permiten la obtención de información importante para la realización de trazabilidad interna.

CAM Banco de Pruebas (BP): de este ámbito, las funciones y subfunciones que se consideraron importantes para la realización de trazabilidad en la empresa caso de estudio son: Administración y programación de las órdenes de prueba (1.1; 1.2; 1.3); y la función supervisión del estado de las Instalaciones (5.1; 5.2; 5.3; 5.4), que consideran ciertos flujos de información necesarios para la trazabilidad de proceso, porque entrega información acerca del estado de los medios de producción, materiales e instalaciones.

CAM Embalaje (Em): el ámbito embalaje, define funciones que permiten realizar el procedimiento de selección de productos y organización de estos de acuerdo a los pedidos o forma de distribución, definida por la empresa para su posterior traslado hacia los clientes, este ámbito propone funciones que facilitan el desarrollo de la trazabilidad interna. Se eligieron las funciones con algunas de sus subfunciones: Administración y programación de las órdenes de embalaje (1.1; 1.2; 1.5); Abastecimiento y retirada interna de materiales (3.1; 3.2; 3.3); Control de procesos (4.1; 4.2; 4.3) y supervisión del estado de las instalaciones. (5.1; 5.3; 5.4).

CAM Conservación (Con): la conservación constituye una parte importante dentro de cualquier tipo de empresa, debido a que permite definir procedimientos para el mantenimiento de los medios de producción e instalaciones físicas entre otros, para de esta forma planear diferentes tipos de mantenimiento (Predictivo, correctivo, etc.) de acuerdo a las circunstancias, por medio de las funciones de este ámbito es posible hacer un seguimiento de la supervisión y control de los medios de producción que son parte fundamental de la producción, y con el método se busca documentar este tipo de información dentro de la trazabilidad interna.

VENTAS: el ámbito de ventas dentro del modelo Siemens FIET es aquel que tiene contacto directo con el cliente, el que se encarga de la comercialización de los productos y definición de los pedidos, es en este ámbito donde se maneja la mayor parte de la información necesaria para la realización de la trazabilidad hacia adelante, por lo tanto se consideraron las siguientes funciones: Tramitación de consultas de clientes y de ofertas (1.3); Administración y vigilancia de pedidos (2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 2.6; 2.7); Planificación de las Ventas (3.1); Varios (4.3; 4.5; 4.6).

CAM Expedición: permite definir una serie de pasos a llevar a cabo en el método que permitan la administración y programación de las órdenes de expedición y realizar un control del despacho del producto, este ámbito es un eslabón importante entre la trazabilidad de proceso y la trazabilidad hacia adelante. Por lo cual, se seleccionaron las funciones: Administración y programación de las órdenes de expedición (1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.7; 1.8), para realizar la trazabilidad interna y la función Control de la expedición (2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7), este ámbito facilita la recolección de información para la realización de Trazabilidad hacia adelante.

CAM Transporte: El transporte hace parte de la trazabilidad hacia adelante, y este ámbito es de gran utilidad, porque define funciones que permiten hacer un seguimiento de las condiciones de transporte necesarias para el correcto desplazamiento del producto terminado, como: la administración de las órdenes y programación de los medios de transporte (1.1; 1.3; 1.4); el control y supervisión del proceso (3.2; 3.3; 3.4).

A partir de la definición de la información que debe manejar cada componente de trazabilidad y del análisis de los ámbitos del modelo Siemens FIET y del tipo de información que cada uno maneja, se logró identificar que ámbitos del modelo SF, suplían los requerimientos de información de cada uno de los componentes de trazabilidad, obteniendo de esta forma, la correspondencia entre los ámbitos y cada componente de trazabilidad, a partir de esta, se definirá qué información se debe intercambiar entre cada componente de trazabilidad y los ámbitos asociados a éstos en la **Ilustración 13**.

Ilustración 13. Correspondencia Entre Cada Componente de Trazabilidad y los Ámbitos del Modelo SF.



Para facilitar la identificación de los ámbitos del modelo Siemens FIET seleccionados dentro del documento se decidió llamarlos como **Ámbitos de Trazabilidad** y para identificarlos de acuerdo al componente de trazabilidad se nombraron de la siguiente forma: **Ámbitos de Trazabilidad Hacia Atrás**, **Ámbitos de Trazabilidad Interna** y **Ámbitos de Trazabilidad Hacia Delante**, de acuerdo a los tres componentes de trazabilidad.

2.2.2 Selección de funciones y subfunciones de los ámbitos del modelo siemens fiet para cada componente de trazabilidad. Para determinar qué funciones de cada ámbito se debían elegir, se definió que tipo de procedimientos se tenían que realizar dentro de cada tipo de trazabilidad para lograr reunir toda la información necesaria para realizar la rastreabilidad de todo el ciclo de vida del producto.

- 1. Trazabilidad Hacia Atrás:** Se planteó la realización de una serie de procedimientos que son realizados normalmente dentro de la empresa y de los cuales, se genera información que hace parte de la trazabilidad hacia atrás, como:

el control, la supervisión y el seguimiento de las materias primas, recursos e insumos recibidos:

- Definir orden de compra de materias primas, recursos e insumos a utilizar (Qué se va a usar, determinación de las características de calidad de las materias primas, recursos e insumos, cantidades, Revisión del stock e inventarios de producto terminado).
- Realizar pedidos y compras. (Información pedidos realizados e información de proveedores).
- Reportar el progreso de las compras, documentar facturas (seguimiento de pedidos).
- Recibir pedidos (Comprobación de cantidades, revisión de las características de calidad – pruebas de calidad de las materias primas y recursos que se reciben).
- Almacenar pedidos.
- Controlar bodegas y almacenes.

2. Trazabilidad de Proceso o Interna: De acuerdo a la información estudiada de trazabilidad, para realizar Trazabilidad Interna se recomienda generar registros y documentar la información referente a la manera en que fue producido, manejado, transformado, almacenado, transportado, y presentado el producto, en caso de existir tales procesos y siempre y cuando tales actividades puedan tener una influencia sobre la seguridad e higiene del mismo. Para la recolección de este tipo de información se determinó realizar los siguientes procedimientos.

- Planificar cantidades de materias primas, recursos e insumos que se necesitan para la producción (Cuánto, cuándo, cómo, disponibilidad).
- Planificar equipos (Disponibilidad y estado).
- Solicitar materias primas, recursos, mano de obra e insumos.
- Dar orden de producción (Qué se va a producir, cómo, cuándo, quién, con qué). En esta parte conviene documentar:
 - Materias Primas: (Qué se va a usar, cuánto, #lote, origen).
 - Equipo: (Qué se va a utilizar, estado, referencia, observaciones).
 - Mano de Obra: (Datos del encargado de producción, turno, observaciones).
 - Fecha y hora de arranque y posible fecha y hora de finalización.
- Realizar seguimiento a la orden de trabajo (Control y supervisión de la orden a lo largo del proceso productivo). Se pueden generar registros de información referente a:
 - Posibles problemas encontrados durante la producción, en los medios de producción, materiales, y/o productos, entre otros.
 - Información de productos intermedios y terminados.
- Realizar pruebas de calidad del producto (Control y supervisión de los productos intermedios, pruebas de calidad producto terminado), en esta parte es importante la documentación de información como:
 - Resultados obtenidos de las pruebas.
 - Cantidad producto no conforme.
 - Manejo de producto no conforme.
 - Embalar producto terminado (tipo de embalaje).
- Almacenar producto terminado. Se solicita la documentación de:
 - Quien recibe en bodega-almacén.

- Fecha y hora de ingreso.
- #lote.
- Tipo de producto.
- Ubicación.
- Observaciones del producto.
- Orden de despacho.
- Orden de salida del producto de la bodega o almacén.

3. Trazabilidad Hacia Delante: Cuando los productos se despachan, los registros deben servir como vínculo con el sistema de trazabilidad de los clientes. Sin un adecuado sistema de registros de los productos entregados, la trazabilidad de la cadena podría quebrarse completamente. Se debe dar la información de trazabilidad del producto de la forma más clara posible que facilite al cliente relacionar la identificación y otra información del producto que se entrega con su propio sistema de registros. Y para la empresa es de vital importancia tener toda la información referente a los clientes y el transporte usado para despachar el pedido. La finalidad de este tipo de trazabilidad es poder relacionar los productos elaborados con el siguiente eslabón de la cadena. Para obtener esta información se deben realizar las siguientes actividades.

- Despachar y distribuir (Entrega a transporte). Cuando el producto sale de la bodega o almacén es preciso generar cierta documentación de la siguiente información.
 - Datos de mercancía despachada.
 - Datos del despachador (encargado de la bodega-almacén).
 - Datos del transportista (Nombre o Identificación, empresa, ruta).
 - Datos del cliente.
 - Fecha y hora de salida.
 - Datos del producto que se despacha (#lote, cantidad).
 - Tiempo estimado de transporte.
 - Observaciones (Estado del producto, condiciones del transporte, ruta, etc.).

Para la generación de procedimientos que permitan realizar trazabilidad se tuvo en cuenta la bibliografía encontrada de dicha trazabilidad, los métodos, guías, manuales de implantación de sistemas de trazabilidad estudiados.

Para lograr la definición y realización de procedimientos que permitan la consecución y documentación de información relevante para la Trazabilidad Hacia Atrás, Interna y Hacia Delante, se realizó el análisis al Modelo Siemens FIET y se concluyó, que los ámbitos, funciones y subfunciones, que permiten organizar e integrar la información necesaria para realizar trazabilidad son los que se mencionan en el **ANEXO C en la parte 1**, estos ámbitos fueron obtenidos de la tesis de pregrado del programa de Ingeniería en Automática Industrial, de la Universidad del Cauca, denominada **“Adecuación del Modelo Siemens a las Normas ISA S88 e ISA S95 Con Aplicación Ilustrativa A Caso De Estudio”** [27]. En la **Tabla 2** se hace un resumen del intercambio de información de las funciones seleccionadas de cada ámbito de trazabilidad con cada componente de trazabilidad.

Tabla 2. Intercambio de Información entre los Ámbitos del Modelo Siemens FIET y Cada Componente de Trazabilidad.

Interfaz		Información	Función	
Trazabilidad Hacia Atrás.	←	PPC.	Cantidades de MP, recursos e insumos necesarias.	3. Planificación de cantidades.
			Resultados del balance de inventarios (Cantidades existentes).	8. Inventario.
	←	Comp ras.	Información sobre proveedores, condiciones.	1. Selección de proveedores.
			Pedidos realizados. Datos de Facturas. Informe del progreso de las compras. Compras aceptadas.	2. Sistema de Pedidos y seguimiento de pedidos.
			Información de pedidos devueltos.	3. Tramitación de devoluciones.
		CAM: Entrada De Mercancías.	MP, recursos e insumos recibidos. Registro de recepción.	1. Recepción.
			Resultados de la verificación de calidad y cantidad. Mercancía rechazada.	2. Revisión.
			Que acciones se realizaron con la mercancía entrante, almacenamiento en bodega o entrada a taller	3. Formar unidades adecuadas para almacenamiento o fabricación.
	←	CAM: Almacén	Disponibilidad y capacidad total del almacén.	1. Administración de las órdenes de almacén
			Ocupación del almacén; Asignación de lugares; Existencias; Control de inventarios.	2. Administración del almacén
			Entradas y salidas programadas.	3. Especificación de trabajos
			ID de entradas (lotes), información del manejo de las	4. Control de procesos en el almacén

			entradas.	
			Disponibilidad actual del almacén; Informe de resultados de la supervisión y control del almacén.	5. Supervisión del estado del almacén.
Trazabilidad Interna de Proceso	←	CAQ.	Estándares con especificaciones de calidad para la fabricación.	1. Planificación de la calidad.
			Resultados del control y la supervisión de calidad a PI y PT.	2. Control y supervisión de la calidad.
			Causas de los defectos encontrados en los PI y PT.	3. Documentación, estadística.
	←	CAD	Requerimientos de proceso y equipo.	3. Especificaciones del producto y proceso.
	←	CAP	Definición de la orden de producción.	1. Diseño de la Producción
			Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a largo plazo.	2. Planificación del trabajo.
			Plan de producción a largo plazo, Producto y proceso Know-How, recetas.	3. Administración de los Procesos de trabajo.
			Planificación de los procesos de verificación.	5. Planificación de la verificación.
			Mantenimiento de los medios de producción.	7. Planificación de los medios de producción.
	←	PPC.	Programa de producción; Programa de embalaje	1. Establecer los programas.
			Tamaño total de producción.	2. Planificación del programa de producción.
			Necesidades de MP, recursos e insumos.	4. Programación de materiales.
Tiempos, capacidad de producción, mano de obra.			5. Programación de la fabricación.	

			Orden de trabajo.	6. Lanzamiento de la orden de trabajo.
			Informes de la supervisión y control de la orden de trabajo.	7. Seguimiento de la orden de trabajo.
			Cantidades usadas de MP, energía consumida pérdidas de MP; inventario.	8. Inventarios.
	←	Control de fabricación	Datos de producción y de proceso; Modificaciones realizadas.	1. Administración de órdenes de trabajo.
			Designación de orden de trabajo (Responsables), capacidad de producción; Secuencias de trabajo; Perturbaciones; Supervisión de la orden de trabajo.	2. Lanzamiento de órdenes de fabricación.
			Material solicitado y total usado en la producción.	3. Lanzamiento de órdenes de flujo de materiales.
			Informe de supervisión del taller, capacidad de producción, disponibilidad, averías y problemas encontrados.	4. Supervisión de taller (Supervisión del ámbito de fabricación).
	←	Banco de Pruebas.	Resultados de la ejecución de las ordenes de trabajo; Plazos; Resultados del aseguramiento de la calidad.	1. Administración y programación de las órdenes de prueba.
			Informe del control y la supervisión de las instalaciones.	5. Supervisión del estado de las Instalaciones.
	←	Embalaje	Informe de las órdenes de embalaje, Planificación y fechas.	1. Administración y programación de las órdenes de embalaje.
			Materiales usados y cantidades.	3. Abastecimiento y retirada interna de materiales.
			Maquinaria usada; Mercancía embalada y cantidades; tipo de embalaje.	4. Control de procesos.

			Registro de datos de taller, datos de máquina y comunicaciones de averías; peticiones de mantenimiento.	5. Supervisión del estado de las instalaciones.
←	Conser vación.		Programas de mantenimiento, pautas para la programación del mantenimiento.	1. Planificación del mantenimiento preventivo.
			Determinación de materiales piezas y mano de obra y disponibilidad,	2. Programación de órdenes.
			Resultados obtenidos de la administración y supervisión de las ordenes; tipo de reparaciones, duración y causas; Instrucciones.	3. Administración y supervisión de órdenes.
			Informes de la ejecución de las órdenes de mantenimiento.	4. Ejecución de las órdenes de mantenimiento y reparación.
←	CAM: Almac én		Disponibilidad y capacidad total del almacén.	1. Administración de las órdenes de almacén.
			Ocupación del almacén; Asignación de lugares; Existencias; Control de inventarios.	2. Administración del almacén.
			Entradas y salidas programadas.	3. Especificación de trabajos.
			ID de entradas (lotes), información del manejo de las entradas.	4. Control de procesos en el almacén.
			Disponibilidad actual del almacén; Informe de resultados de la supervisión y control del almacén	5. Supervisión del estado del almacén.
			Precios y pedidos.	1. Tramitación de consultas de clientes y de ofertas.
			Información de pedidos y estado de estos.	2. Administración y vigilancia de pedidos

Trazabilidad Hacia Delante		Ventas	Pronostico de ventas.	3. Planificación de las Ventas.
			Requerimientos de usuarios y productos, desarrollo.	4. Varios
	←	Expedición	Mercancía a reservar; informe de las ordenes de expedición dadas; Rutas y transporte a usar.	1. Administración y programación de las órdenes de expedición
			Datos de clientes, datos de órdenes, lotes despachados, a quien se entrega.	2. Control de la expedición.
	←	Transporte	Transporte usado (Tipo, condiciones, datos del conductor encargado); horario; orden y programa de transporte.	1. Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte.
			Resultados del control y la supervisión del proceso de transporte (manejo del PT, condiciones de transporte, inconvenientes, etc.)	3. Control y supervisión del proceso.

2.2.3 Definición del intercambio de Información entre los Ámbitos del Modelo Siemens FIET. Para la obtención de la información de las diferentes áreas de la empresa de producción, el método de trazabilidad debe consultar los ámbitos del modelo Siemens FIET, dependiendo del tipo de información que requiera.

Los ámbitos del Modelo Siemens FIET según la tesis **“Adecuación del Modelo Siemens a las Normas ISA S88 e ISA S95 Con Aplicación Ilustrativa A Caso De Estudio”** [27], presentan una estructura interna que contiene las funciones y subfunciones a ejecutar por cada ámbito y los flujos de información que permiten la interrelación con los otros ámbitos del modelo, logrando de esta forma la integración de la información. Partiendo de estas estructuras e interfaces, se definieron una serie de interfaces específicas para el manejo de información relevante para la realización de trazabilidad, para los ámbitos CAQ, CAD, CAP, Compras, PPC, CAM Entrada de mercancías, CAM Almacén, CAM Transporte, CAM Expedición, CAM Banco de pruebas, CAM Embalaje, CAM Conservación. A continuación, se ilustra un ejemplo de tres interfaces una por cada grupo de **Ámbitos de Trazabilidad**, en el **ANEXO C en la parte 3**, se detalla cada uno de los ámbitos y su respectiva interfaz gráfica.

1. Compras (Co) → Trazabilidad Hacia Atrás.

- **Funciones:**
Co2: Sistema de Pedidos y seguimiento de pedidos.

- 2.1 Cálculo de las cantidades a pedir.
- 2.2 Redacción de pedidos.
- 2.6 Obtención confirmación de pedidos.
- 2.7 Contabilización de las entradas de mercancías.
- 2.8 Comprobación de facturas.
- 2.9 Notificar compras de material aceptado y fuentes de energía.
- 2.10 Reportar el progreso de las compras a quien lo solicite.

Co3: Tramitación de devoluciones.

- 3.1 Anulación.
- 3.2 Albarán de devolución.
- 3.3 Actualización de la información sobre Proveedores.

• **Flujos de Información:**

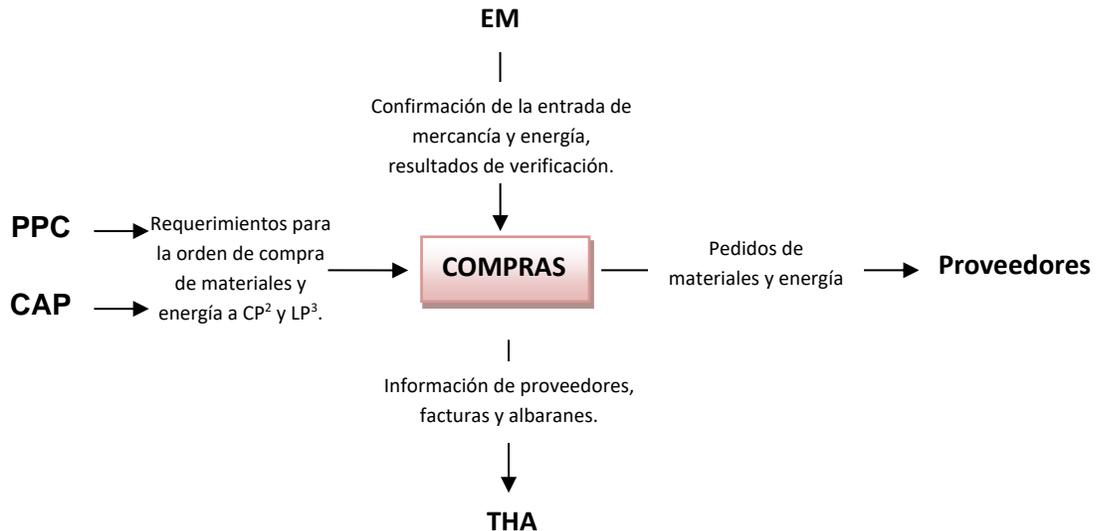
PPC→ Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a corto plazo (CP)→**Compras**.

CAP→Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a largo plazo (LP)→**Compras**.

EM→ Albarán de suministro, lista de falta de piezas, resultado de la verificación, Confirmación de orden entrante, Recibo y costos de Material entrante e ingreso de energía. Cantidad de mercancía recibida y estado de ésta→**Compras**.

Compras→Pedidos de materias primas, recursos e insumos necesarios; Información sobre Proveedores, Progreso de las compras, facturas y albaranes →**THA**.

Ilustración 14. Interfaz de CAM: Compras.



2. CAM: Control de Fabricación (CF) →Trazabilidad Interna.

- **Funciones.**

CF1: Administración de órdenes de trabajo.

- 1.1 Aceptación y administración de las órdenes de trabajo.
- 1.2 Modificación de la orden, anulación.
- 1.3 Reportar el inventario a PPC.
- 1.4 Reportar datos de la producción y del proceso.

CF2: Lanzamiento de órdenes de fabricación.

- 2.1 Oferta y ocupación de capacidad.
- 2.3 Asignación de órdenes a las diferentes células.
- 2.4 Planificación de las secuencias de trabajo.
- 2.5 Corrección de perturbaciones.
- 2.6 Supervisión de la orden de trabajo.
- 2.7 Supervisión de la calidad del producto. (Piezas buenas, repaso y rechazo).

CF3: Lanzamiento de órdenes de flujo de materiales.

- 3.1 Administración del material circulante.
- 3.2 Solicitud de material.

CF4: Supervisión de taller (Supervisión del ámbito de fabricación).

- 4.3 Control de la capacidad de taller.
- 4.4 Responsabilidad de la disponibilidad de la capacidad (órdenes de fabricación, material y transporte).
- 4.5 Tratamiento de avisos de perturbación.

• **Flujos de Información:**

PPC→ Orden de trabajo, reserva de medios de producción, modificación de la orden, anulación, activación de inventario→**CF**.

CAP→ Autorización/Bloqueo del programa→**CF**.

CAQ→Informe de calidad→**CF**.

EM→ Aviso de entrada de mercancías, Solicitud de transporte→**CF**.

Almacén→ Datos de situación, progreso de la orden→**CF**.

Transporte→ Datos de estado, progreso de la orden, costos de envío→**CF**.

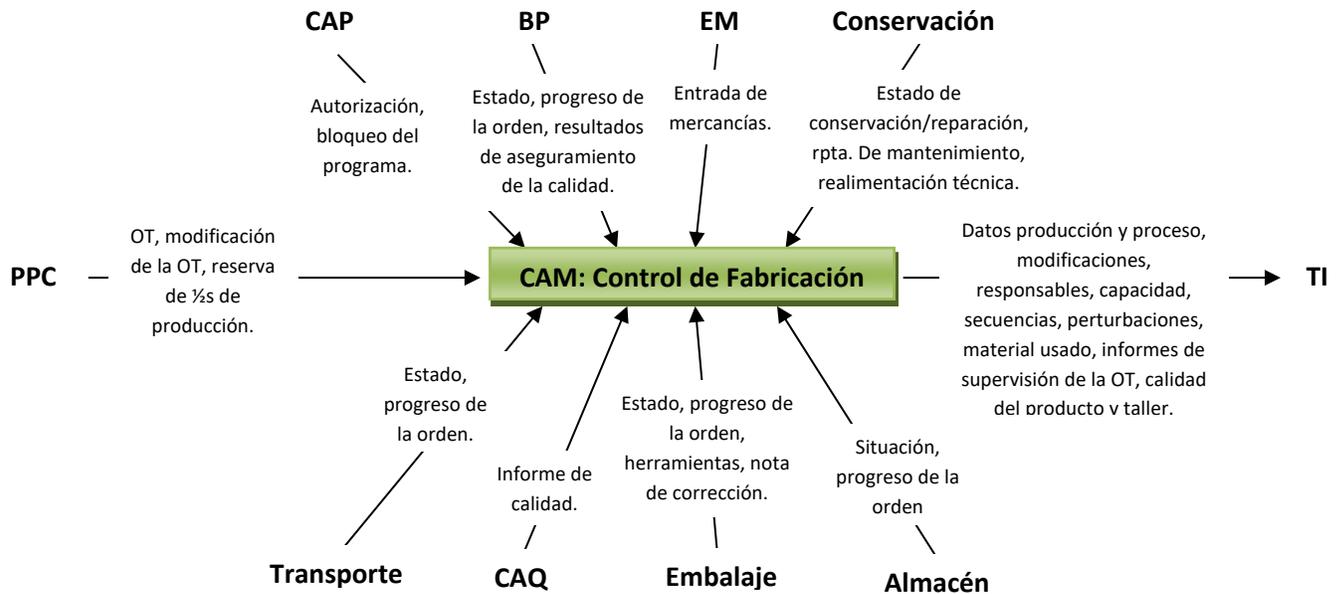
BP→ Datos de estado, progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales, herramientas, nota de corrección, Resultados del aseguramiento de la calidad→**CF**.

Embalaje→ Datos de estado, progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales, herramientas, nota de corrección→**CF**.

Conservación→Estado de conservación/Reparación, Pseudos-orden, Estado de conservación/repación como respuesta de mantenimiento, Realimentación técnica del mantenimiento→**CF**.

CF→ Datos de producción y de proceso, Modificaciones realizadas, Designación de orden de trabajo (Responsables), capacidad de producción; Secuencias de trabajo; Perturbaciones, resultados de la supervisión de la orden de trabajo y de la calidad del producto; Material solicitado y total usado en la producción; Informe de supervisión del taller, disponibilidad, averías y problemas encontrados→**TI**

Ilustración 15. Interfaz Gráfica de CAM: Control de Fabricación.



3. CAM: Expedición (Ex)→Trazabilidad Hacia Delante.

- **Funciones:**

- **EX1: Administración y programación de las órdenes de expedición.**

- 1.1 Reservar las mercancías.
- 1.2 Recibir y administrar las órdenes.
- 1.3 Activar la salida de almacén.
- 1.4 Planificar los medios de transporte, seleccionar los medios de transporte exteriores.
- 1.7 Determinar la carga y rutas óptimas.
- 1.8 Confirmar a ventas la comunicación de la terminación de la expedición.

- **EX2: Control de la expedición.**

- 2.1 Salida de almacén.
- 2.2 Lanzamiento.
- 2.3 Nuevo almacenamiento de piezas sobrantes.
- 2.4 Comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad para asegurar una calidad adecuada antes del envío.
- 2.5 Entrega al transportista o al almacén de expedición.
- 2.6 Establecimiento de la documentación de expedición.
- 2.7 Paletizado para formar unidades de transporte.

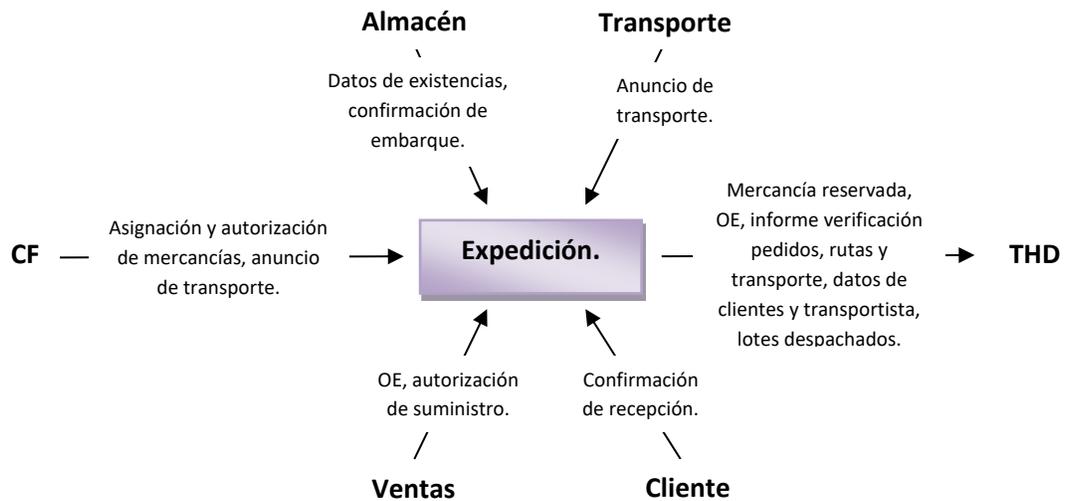
- **Flujos de Información:**

Ventas→ Orden de expedición (OE), autorización de suministro→**Expedición**.

CF→Asignación y autorización de mercancías, anuncio de transporte→**Expedición**.

Almacén→Datos locales de existencias, Confirmación de embarque→**Expedición.**
Transporte→ Anuncio de transporte→**Expedición.**
Cliente→ Confirmación de recepción→**Expedición.**
Expedición→ Mercancía a reservar o reservada; informe de las ordenes de expedición dadas; Informe de verificación del pedido a despachar; Rutas y transporte a usar; Datos de clientes; Lotes despachados; Datos del transportista→**THD.**

Ilustración 16. Interfaz Gráfica de Expedición.



2.2.4 Bloques funcionales del método.

Del análisis de los ámbitos del modelo Siemens FIET seleccionados y la definición de los flujos de información entre estos, para conseguir el registro y la documentación de la información requerida por cada tipo de trazabilidad, se obtuvieron tres bloques funcionales que ilustran el intercambio de información entre los ámbitos del modelo siemens FIET y el método para realizar trazabilidad. En la **Ilustración 17**, se define el bloque funcional para la trazabilidad hacia atrás, en la **Ilustración 18**, se presenta el bloque funcional correspondiente a la Trazabilidad Interna, y por último en la **Ilustración 19**, se ilustra bloque funcional de la Trazabilidad Hacia Delante. Por medio de estos, se busca relacionar cada componente de trazabilidad con sus ámbitos asociados y obtener la información que permita hacer el seguimiento de todo el proceso desde la recepción de materias primas e insumos hasta la expedición del producto terminado.

Ilustración 17. Flujos de Información Trazabilidad Hacia Atrás y Ámbitos del Modelo Siemens FIET.



Ilustración 18. Flujos de Información Trazabilidad Interna y Ámbitos del Modelo Siemens FIET.



Ilustración 19. Flujos de Información Trazabilidad Hacia Delante y Ámbitos del Modelo Siemens FIET.



2.3 ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES ISA-88 E ISA-95.

En busca de cumplir las exigencias en la recolección de información, se utilizó los estándares ISA-88 e ISA-95, debido a que los modelos planteados generan los datos necesarios para confrontar con la información recolectada durante el proceso. En el **Anexo A** se detallan como aplicar los modelos del estándar ISA-95, basados en el trabajo de grado llamado **“Implementación ISA-95 en un Caso de Estudio”**[30]. y en el **Anexo B** se presentan todos los modelos de los estándares ISA-88 e ISA-95 aplicados a la empresa caso de estudio.

En este documento, solo se mencionan los modelos seleccionados y se hace una breve descripción de estos.

2.3.1 Selección de los modelos del estándar ISA-88. Del estándar ISA-88, se seleccionaron dos modelos que reúnen información referente a la organización de la empresa y al proceso producción.

- **Modelo Físico:** Dentro del proceso de trazabilidad, este modelo ofrece un punto de inicio en la toma de datos porque permite identificar la ubicación de partida exacta de cualquier tanda que se desee rastrear. Se hace importante registrar cada uno de los términos a los cuales se refiere el modelo, dando mayor importancia a: EMPRESA, SITIO, AREA y CÉLULA DE PROCESO.
- **Modelo de Control Procedimental:** Este modelo, permite identificar en forma ordenada cada uno de los procedimientos a realizarse dentro del proceso de producción Batch. En el procedimiento de trazabilidad es de gran importancia registrar la mayor información posible dentro del proceso, por eso éste modelo brinda una guía de qué datos registrar. Esta información se utiliza en toda la fase de producción y en la fase de embalaje.

2.3.2 Selección de los modelos del estándar ISA 95. Después del estudio del estándar ISA-95 se concluyó, que los modelos a utilizar y a desarrollar para la realización del método serían los modelos que a continuación se exponen.

- **Modelo objetos de equipos:** Este modelo, permite registrar en detalle el equipo que se ha utilizado para la producción de un lote, en el proceso de trazabilidad es de gran utilidad registrar el equipo utilizado, las operaciones que éste ejecuta, su estado, capacidad y las características actuales. Esta información se utiliza dentro de la trazabilidad interna.
- **Modelo objetos de materiales:** Mediante este modelo, se logra identificar los materiales que intervienen en el proceso de producción, da a conocer las características de las materias primas, identifica los productos intermedios y sus especificaciones y da a conocer las características del producto final. Esta información es importante para la trazabilidad hacia atrás y la trazabilidad interna.
- **Modelo de definición del producto:** Dentro del procedimiento de trazabilidad este modelo permite conocer los recursos físicos y humanos, además la especificación

de la regla de producción, proyecta el proceso sobre el cual se está trabajando y la relación con los recursos. En la trazabilidad Interna es necesario registrar esta información.

- **Modelo de segmento de proceso:** Dentro el proceso de trazabilidad este modelo permitirá conocer las propiedades necesarias de los recursos dentro del proceso de producción en el que estén involucrados, las especificaciones tanto del equipo como del material y las dependencias entre ellos; esta información permite hacer el registro ordenado de los datos y facilitará el procedimiento de trazabilidad interna.

3. DEFINICIÓN DEL MÉTODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.

3.1 JUSTIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE UN MÉTODO PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.

3.1.1 Por qué se desarrolló un método: Se decidió plantear un método partiendo de la siguiente definición **“Método: manera de proceder estructurada y ordenada para obtener un resultado”** pues en las soluciones y aplicaciones encontradas sobre trazabilidad no se cuenta con un conjunto de instrucciones que posibilite la ejecución de este procedimiento de manera secuencial siguiendo una estructura.

La ejecución de las instrucciones de un método puede producir como resultado un objeto de cualquier tipo. A este objeto se le llama **valor de retorno** del método, en nuestro caso el resultado será la información de trazabilidad y los flujos con los ámbitos del modelo Siemens FIET. Dentro del valor de retorno se espera identificar las materias primas en la RECEPCIÓN, identificación del producto de la empresa PRODUCCION, identificación del producto final en la EXPEDICIÓN. También se pretende determinar las vías de comunicación de la empresa/proveedor/cliente.

Dentro de cada una de las etapas de trazabilidad, en forma general se debe garantizar el registro de la siguiente información:

- **En RECEPCIÓN:** se espera obtener datos de el origen de los insumos (detalles del contrato), detalles del proveedor (nombre, teléfono, dirección...), qué tipo de material fue adquirido (lote, número de identificación, fecha de caducidad...), fecha de recepción y el siguiente destino (almacén, deposito, proceso...)
- **Dentro del PROCESO:** en qué proceso se dividen, mezclan o cambian los productos (qué se crea, a partir de qué, cómo se crea), productos intermedios, operaciones a las que se someten, tipo de agrupación, lote, fecha etc.
- **En EXPEDICIÓN:** identificar al responsable de la recepción física (nombre, dirección, teléfono...), qué se ha enviado (lote, número de identificación, orden de compra), cuándo, y qué tipo de transporte (matricula, hora de salida).[13]

3.1.2 Justificación de la Formulación del Método. Para el desarrollo del método, se toma como punto de partida el análisis de la información referente a la trazabilidad, el Modelo SF y los estándares ISA-88 e ISA-95, además se evalúa la utilidad y las ventajas de la creación de un método para realizar trazabilidad, para ello, se analizaron y se resolvieron una serie de interrogantes, los cuales permiten justificar el desarrollo del método planteado en el proyecto. Esta serie de interrogantes fueron tomados de la tesis ***“Marco de Referencia Para la Integración de Sistemas Físicos y Aplicaciones Software Desde la Alternativa RFID” [4].***

- **¿Qué es un método para realizar trazabilidad?** Un conjunto de instrucciones que posibilitan la ejecución de los tres tipos trazabilidad de manera secuencial siguiendo una estructura predefinida, facilitando el manejo, la organización y la gestión de la información durante todo el ciclo de vida del producto.
- **¿Cuándo se va a usar el método para realizar trazabilidad?** El método para realizar trazabilidad se va a utilizar cuando la empresa necesite realizar un seguimiento o “rastreo de los objetos físicos que se manipulan dentro de sus procesos de negocio”, ya sea, de tipo rutinario o por problemas presentados con el producto final, materias primas o instalaciones.
- **¿Cómo se va a usar?** Se va a usar cuando sea necesaria cierta información de cualquier parte del ciclo de vida del producto, simplemente el encargado de acuerdo a la información que requiera, se dirige al tipo de trazabilidad correspondiente y consulta toda la secuencia que se ha llevado a cabo y procede a realizar el análisis de la información documentada en los registros correspondientes, para detectar dónde se presentó el problema.
- **¿Por qué se debe usar?** Se debe usar porque crea una estructura que permite la toma de datos y la administración de la información referente a todo el ciclo de vida del producto y de todos los agentes que participan en la recepción de Materias primas, elaboración, expedición, almacenamiento, distribución del producto de forma ordenada y eficiente, logrando un flujo de información que facilita el control y la gestión de los procesos. Además, permite actuar y reaccionar de forma rápida ante alertas y crisis alimentarias y contribuir al aseguramiento de la calidad y la certificación del producto.
- **¿Quién lo va a usar?** Lo deben usar todas aquellas empresas productoras que requieran un método que les facilite la realización de trazabilidad y el manejo eficiente de información, referente a todos los procesos realizados en la empresa, antes, durante y después de la producción.

Al abordar el proceso de trazabilidad, se deben abordar múltiples procesos internos. Por lo tanto, analizar el proceso de trazabilidad implica encarar una gran cantidad de procesos de negocio al interior de la empresa. Es ahí donde la labor de integración se convierte en integración centrada del proceso de trazabilidad y el resultado de esta integración es el conjunto constituido por el proceso de trazabilidad, la infraestructura relacionada y las aplicaciones desarrolladas, lo cual, se puede denominar como un sistema de trazabilidad.

3.2 MÓDULOS PARA REALIZAR TRAZABILIDAD.

Las actividades que se realizan dentro de una empresa para la producción son muy variadas, por lo tanto, se han seleccionado algunas de éstas que a partir del análisis de la información requerida por cada componente de trazabilidad, se identificaron como las actividades que al ejecutarlas permiten la obtención de toda la información que se necesita para la realización de la rastreabilidad del producto, centralizando de esta forma el proceso de obtención de la información en estos puntos críticos, para facilitar este proceso se agruparon en cinco módulos que se ilustran a continuación (Para identificarlas utilizaremos la siguiente convención),

Ilustración 20. Módulos de la Empresa.

-  **Recepción.**
-  **Almacén.**
-  **Producción.**
-  **Embalaje.**
-  **Comercialización.**

Los módulos definidos permiten plantear un orden detallado para realizar el seguimiento **“Tracking”** del proceso desde la recepción de materias primas, pasando por la producción, hasta la expedición del producto terminado.

Estas actividades se desarrollan normalmente dentro de la empresa y para poder realizar la trazabilidad, se debe garantizar que al ejecutarlas, se logre la obtención y documentación de la información que a continuación se expone.

SEGUIMIENTO (TRACKING).

Para dar inicio con el seguimiento se debe generar la siguiente información en el momento en que se son adquiridas las materias primas, insumos y recursos

1. Identificar el proveedor de materias primas, insumos y recursos, y revisar condiciones de calidad.

Proveedor de materias primas (Proveedores).

Datos proveedor. (Compras)

- Nombre o denominación de la empresa.
- Sede o sedes.
- Dirección (es).
- Personas de contacto.
- Teléfono, fax, correo electrónico.
- Producto que suministra y detalles del producto.
- Detalles de la venta.

2. Revisar las condiciones de entrada de mercancías. Se debe reunir la siguiente información, en el momento en que cada una de las materias primas, insumos y aditivos entren a la empresa específicamente al módulo de Entrada de Mercancías. El enlace

entre la información del módulo Almacén y del módulo de recepción se hará mediante la documentación del pedido recibido.

En este punto el **Modelo Objeto de Materiales** del estándar ISA-95, identifica los materiales dentro del proceso de producción, sus especificaciones y condiciones de entrega.

Documentación de Materia prima aportada por el proveedor. (EM)

- Modelo Objeto de Materiales (**Norma ISA 95**)
- Fecha de producido y de vencimiento.
- Lote.
- Parcela de origen.
- Cantidad.
- Variedad.
- Producto.
- Fecha de entrada.
- Observaciones.

Documentación de envases y embalaje aportada por el proveedor. (EM)

- Lote.
- Cantidad.
- Proveedor.
- Fecha de entrada.
- Tipo de envase o embalaje.
- Observaciones.

Datos del encargado de la recepción de los pedidos. (EM)

- Nombre.
- Identificación.
- Teléfono.
- Turno.
- Firma.

3. Revisar condiciones de la orden de producción. En esta parte, el **Modelo Segmento de Proceso** del estándar ISA-95 identifica cada uno de los segmentos de proceso, sus especificaciones tanto de equipo como de material y las dependencias entre ellos; esta información permitirá hacer el registro ordenado de los datos y confrontar los datos reales de producción con los datos establecidos inicialmente en la empresa en los modelos.

- El **Modelo de Definición del Producto** del estándar ISA-95, brinda el listado de personal, de materiales, de energía, de equipos y la receta maestra.
- El **Modelo de Equipos** del estándar ISA 95, especifica los detalles de los equipos que intervienen en el proceso de producción.
- El **Modelo Objeto de Materiales** del estándar ISA-95, define los materiales primarios, intermedios y terminados que son utilizados y generados en cada uno de los segmentos y sus condiciones.

Durante todo el proceso de producción se debe generar la siguiente información, que será documentada en los registros correspondientes a cada ámbito, permitiendo recrear las condiciones de producción. El enlace entre la información del módulo Embalaje y del módulo Producción, se hará mediante los datos de embalaje y los datos de Producto terminado respectivamente, donde se debe comparar la correspondencia de ellos, si no es así, se debe generar un informe de trazabilidad.

Taller (Proceso).

Datos de producción.

- Materias primas, recursos e insumos utilizados (incluidos auxiliares de proceso; aditivos, coadyuvantes, envases, etc.) se registra qué se utilizó, cuándo, #lote, cantidad y origen. **(CF)**
- Balance de pérdidas de materia prima y residuos reutilizables. **(CF)**
- Datos del proceso (maquinaria usada, herramienta, estado, secuencias de trabajo, parámetros del proceso y tiempos). **(CF)**
- Datos del personal que interviene en el proceso (nombre, área de trabajo, identificación y turno). **(CF)**
- Mezclas (Productos, cantidades, lotes que intervienen, fecha y hora). **(CF)**
- Divisiones, productos, cantidades y lotes que intervienen en las divisiones y mezclas que se produzcan durante el proceso. **(CF)**
- Productos intermedios (Cantidad, destino, producto obtenido, características). **(CF)**
- Producto terminado (lote, cantidad y destino). **(CF)**

4. Analizar las pruebas de calidad realizadas al producto terminado. En este punto, el **Modelo Objeto de materiales** del estándar ISA-95, brinda las condiciones óptimas del producto final, las cuales, deben ser comparadas con las condiciones reales del producto.

Informe de los resultados de las pruebas de calidad realizadas.

- Documentación del control y supervisión del proceso de embalaje. **(Embalaje)**
- Resultados de pruebas de calidad realizadas al Producto terminado. **(CAQ)**
- Producto no conforme (Cantidad, lote, tipo, problema encontrado, acciones tomadas). **(CAQ)**
- Resultados supervisión de la calidad durante el proceso (Materiales usados, mezclas divisiones, productos intermedios). **(CF)**

5. Control y Supervisión de la orden de embalaje y almacenamiento. En este punto se debe generar la siguiente información, justo en el proceso de embalaje.

Datos de Embalaje. (Embalaje)

- Documentación envase y embalaje (Lote, cantidad, proveedor, fecha de recepción y codificación interna)
- Producto y cantidad embalada.
- Tamaño y número de lote.
- Maquinaria usada.
- Tipo de embalaje.
- Datos del encargado (nombre, identificación, turno).

Datos de PT entregado a bodega.

- Producto entregado.
- #lote.
- Cantidad.
- Tipo.
- Fecha.
- Encargado de la recepción.

6. Revisar condiciones de la orden de expedición y su cumplimiento. La siguiente información debe ser generada en la bodega de almacenamiento. El enlace entre la información del módulo de Comercialización y del módulo Almacén se hará mediante los Datos de Expedición, en este punto, es muy importante verificar la información registrada en ambos módulos, si se presenta alguna diferencia se debe generar un informe de trazabilidad.

Bodega (Almacenamiento-Expedición).

Datos de mercancía almacenada. (Almacén)

- Producto, cantidad, fecha y lote.
- Ubicación de lotes de cada producto en el almacén.
- Fechas de consumo preferente.

Datos del encargado de bodega. (Almacén)

- Nombre.
- Identificación.
- Turno.

Datos de expedición. (Expedición)

- Mercancía despachada (producto, cantidad, fecha, origen, destino y lote o lotes despachados)
- Encargado de la expedición (Nombre, identificación y turno).
- Albarán.

7. Revisar las condiciones de transporte. La siguiente información se debe generar justo antes de iniciar el transporte del producto a comercializar.

Transporte (Distribución).

Datos del transportista. (Transporte)

- Nombre o denominación de la empresa.
- Encargado del transporte.
- Condiciones de transporte.
- Teléfono, fax, correo electrónico.

Datos de Envió.

- Tipo de transporte. **(Transporte)**
- Carga y rutas óptimas. **(Expedición)**
- Nombre, dirección y teléfono del cliente. **(Ventas)**
- Tiempo de envió. **(Transporte)**

Datos de expedición. (Expedición)

- Mercancía despachada (Producto, lote o lotes despachados, cantidad, origen, destino, fecha y hora)
- Encargado de la expedición (Nombre, identificación, turno.)

Datos del Cliente. (Ventas)

- Nombre o denominación de la empresa.
- Sede o sedes.
- Dirección (es).
- Personas de contacto.
- Teléfono, fax, correo electrónico.
- Producto que suministra y detalles del producto.
- Detalles de la venta.

3.3 MODELADO DINÁMICO DE LAS FUNCIONES DE TRAZABILIDAD.

Para la realización del modelado dinámico de las funciones de trazabilidad, se tomaron como referencia, conceptos básicos de Flujogramas de proceso, WorkFlow, Redes de Petri y WorkFlow-Nets. Del modelado dinámico se obtuvo:

- Tres flujogramas detallados de todos los procedimientos realizados dentro de una empresa productora.
- Definición de los registros de información de trazabilidad, que serán llenados por los encargados de los Ámbitos de Trazabilidad.
- Tres representaciones del proceso modelados por medio de WorkFlow, uno para cada componentes de trazabilidad, en estos se detalla cada paso a seguir, para realizar la revisión de los registros especificados en el **Anexo E**, los cuales, contienen toda la información que se debe gestionar y registrar para poder realizar trazabilidad en una empresa de producción.
- Tres WorkFlow-Nets que permiten formalizar los procedimientos a realizar para la revisión y gestión de la información referente a trazabilidad.

3.3.1 Flujogramas de los procesos de la empresa. Como primera medida, se realizó el modelado de todo el proceso realizado dentro de una empresa productora, partiendo de la definición de la orden de compra, hasta la entrega del pedido al cliente, tomando como referencia, las funciones realizadas por los ámbitos del modelo Siemens FIET y asignando cada actividad de los flujogramas a un ámbito.

De esta forma, se consiguió realizar el seguimiento de los procesos, clasificándolos dentro de los módulos definidos en la **Sección 3.2** de este documento, para posteriormente definir los registros a generar dentro de los procedimientos realizados que permitan documentar toda la información requerida para realizar los tres componentes de trazabilidad.

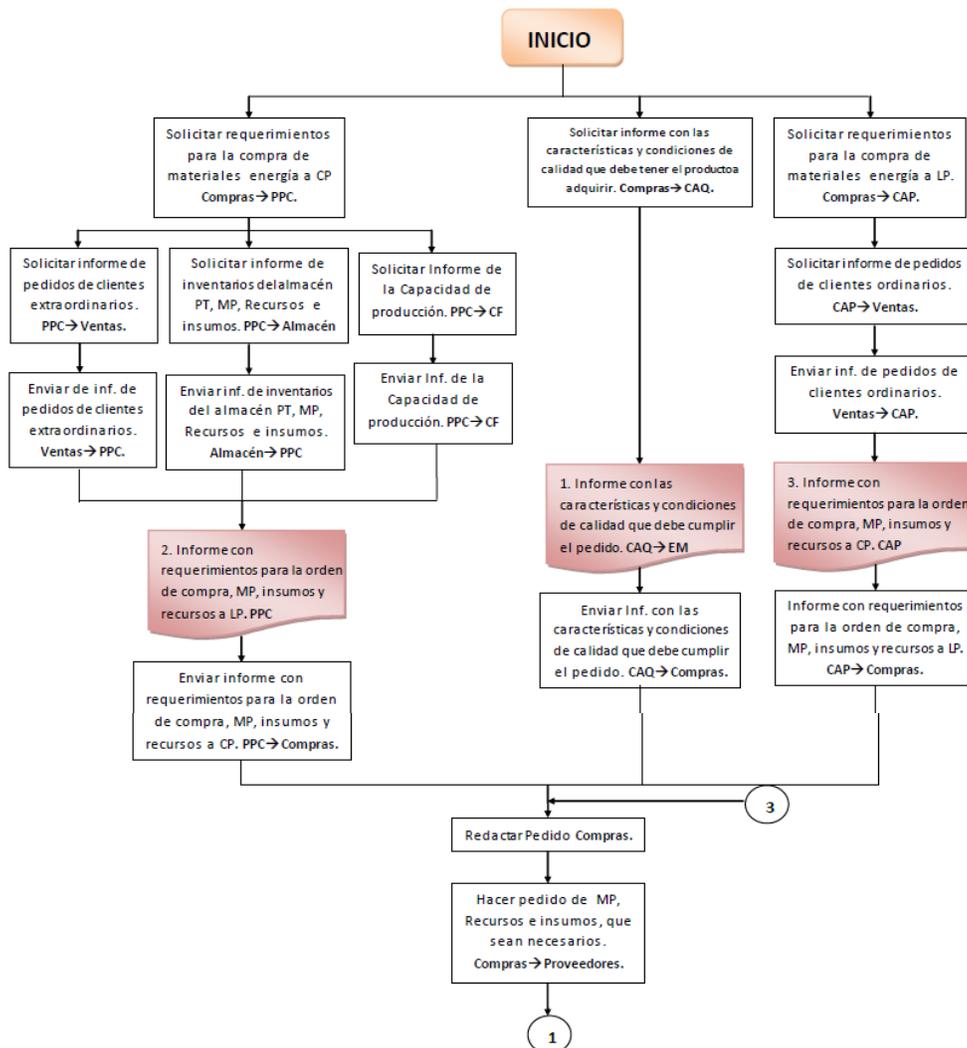
Los flujogramas presentan una descripción detallada de todas las actividades a realizar durante todo el ciclo de vida del producto y definen una estructura donde se generan flujogramas internos, que especifican otras tareas a realizar y que se encuentran implícitas en los flujogramas principales. También se crean flujogramas de procesos que se ejecutan en la empresa de forma paralela a todos los procesos de recepción, almacén,

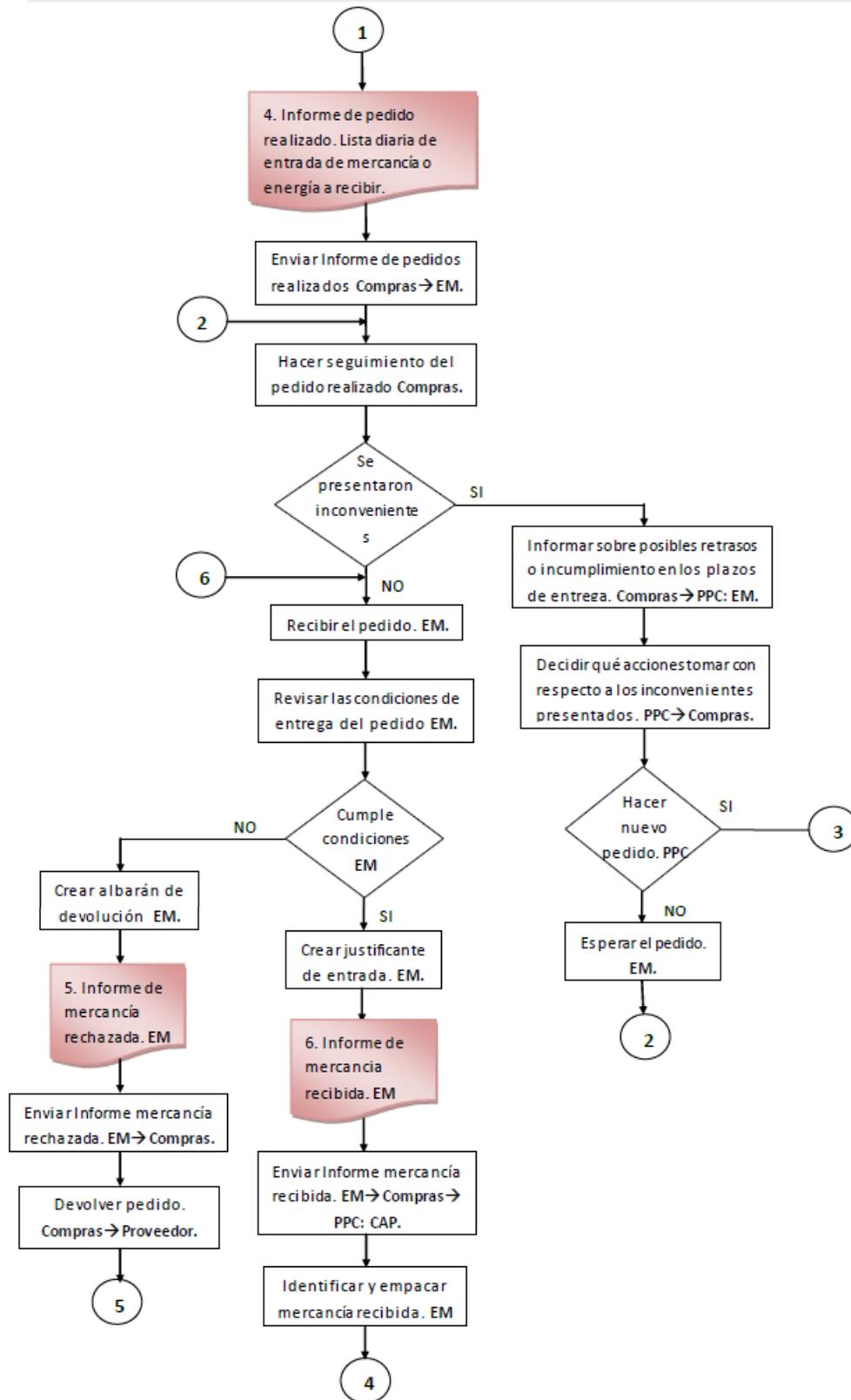
producción, embalaje y comercialización, como lo son, los procesos de control y supervisión de los medios de producción, los cuales, no se pueden secuenciar dentro de los flujogramas generales pero definen información importante acerca de los medios de producción.

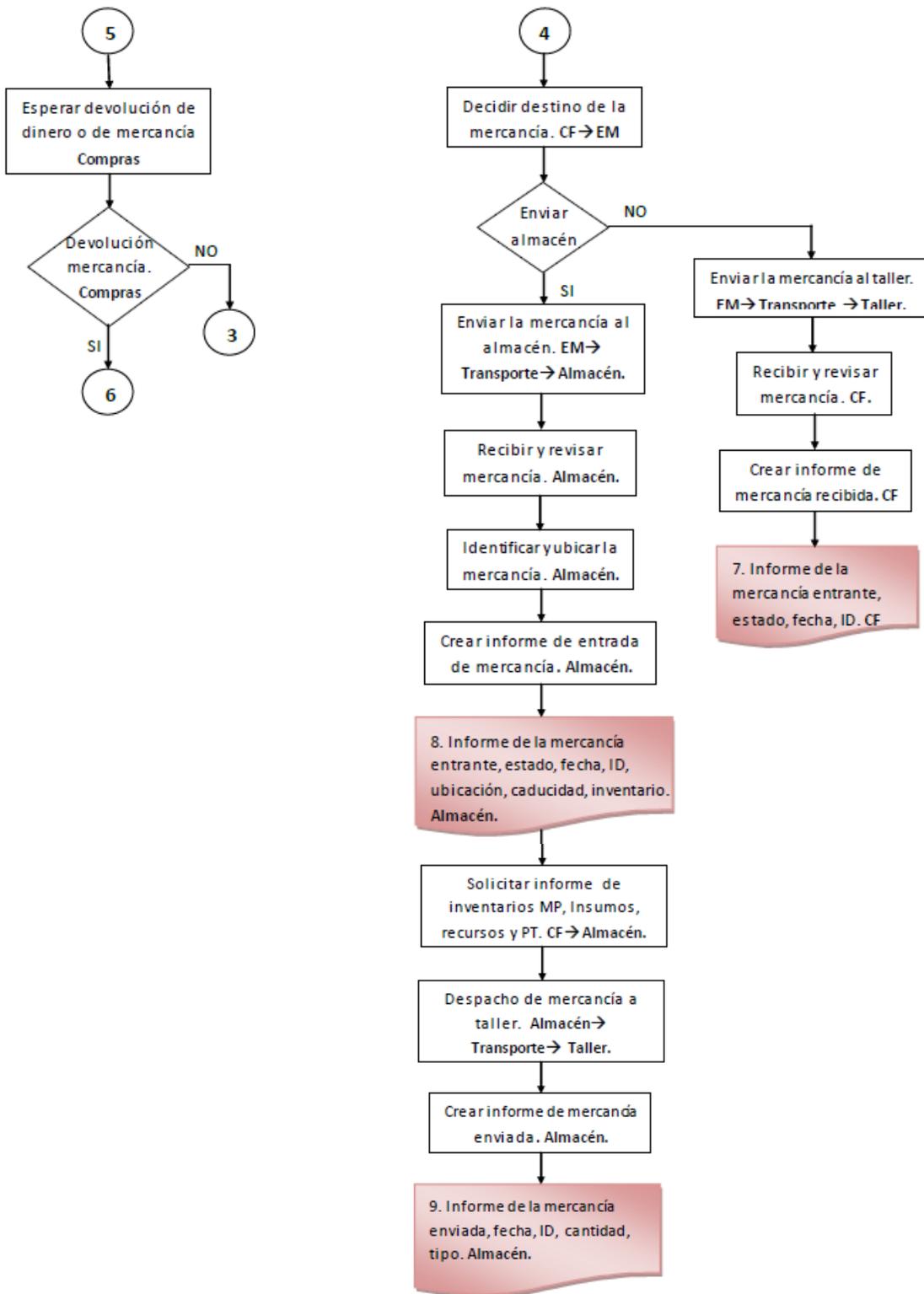
En esta sección, se presentan tres flujogramas generales para cada tipo de trazabilidad, diez flujogramas anidados dentro de los generales y seis flujogramas de procesos que se realizan de forma paralela a los procesos definidos en los flujogramas generales.

- Flujograma General de Trazabilidad Hacia Atrás.** En este Flujograma se detallan todas las actividades realizadas dentro de los módulos de recepción y almacén y se especifica el **Ámbito de Trazabilidad Hacia Atrás** responsable de cada una de estas y en algunos casos hacia quien va dirigida. Todas estas actividades se definieron a partir de las funciones de los ámbitos del modelo Siemens FIET y se organizaron para obtener un proceso secuencial.

Ilustración 21. Flujograma de Seguimiento del Proceso de los módulos de Recepción y Almacén a Partir de los Ámbitos Modelo Siemens FIET.

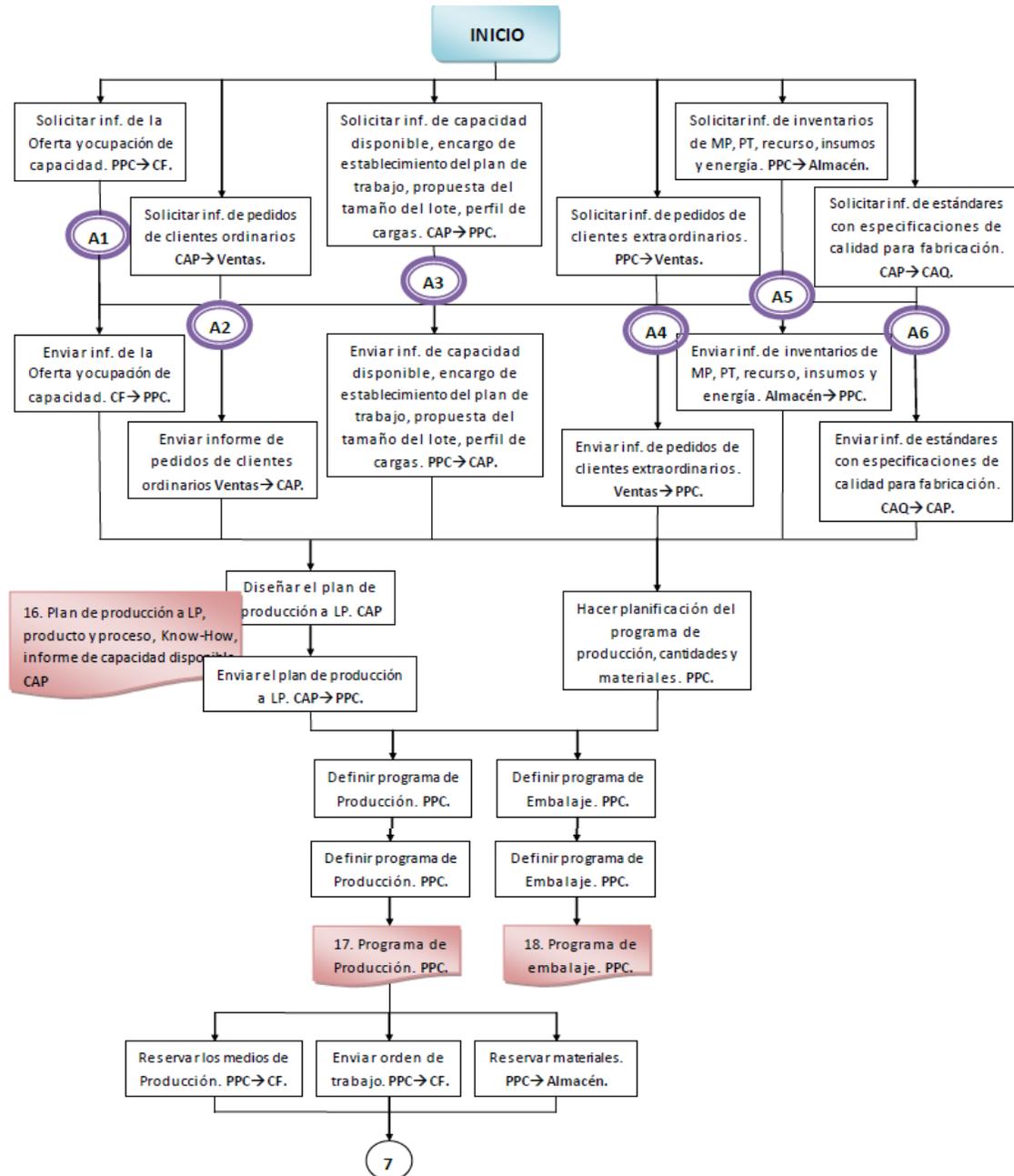


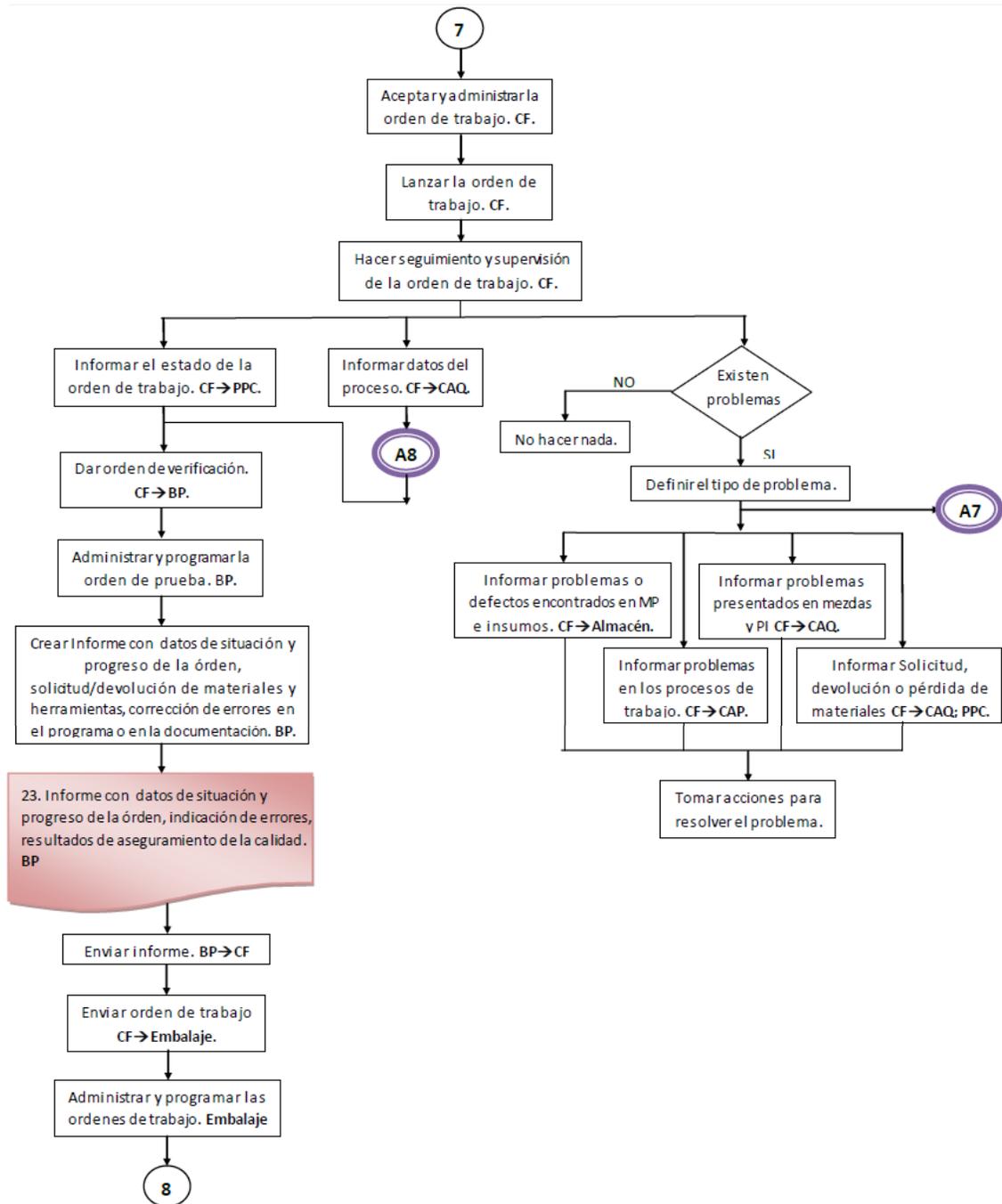


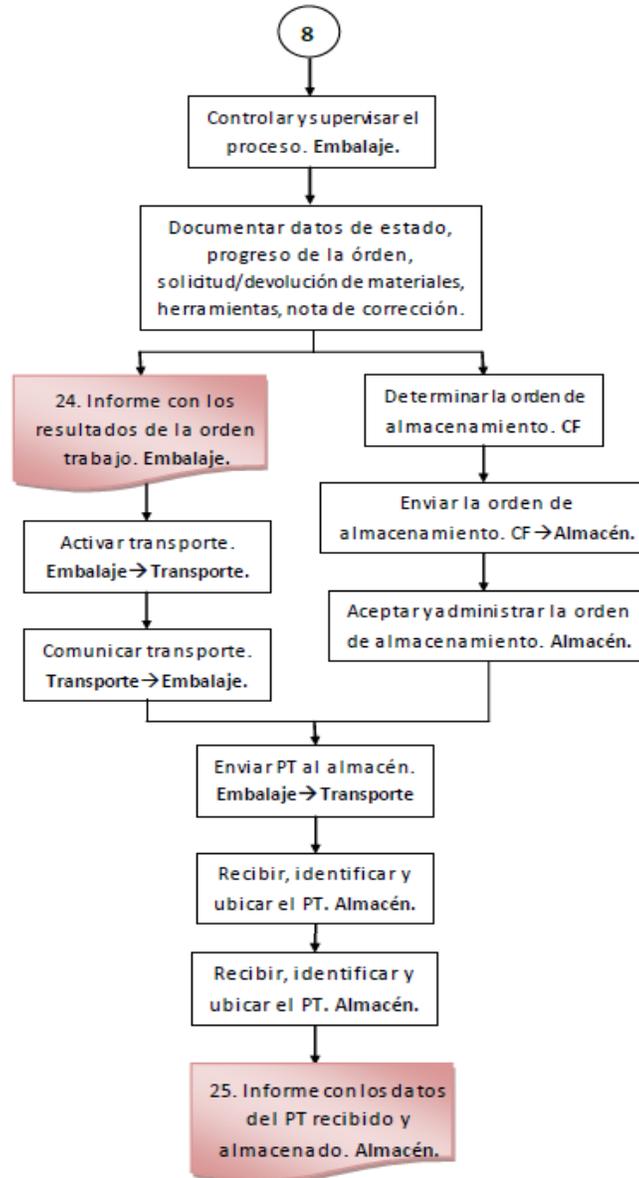


- Flujograma General de Trazabilidad Interna.** En este Flujograma, se reúnen y se organizan secuencialmente todas las actividades realizadas dentro de los módulos de producción y embalaje, se define el **Ámbito de Trazabilidad Interna** responsable de cada una de éstas y en algunas actividades se especifica hacia quién va dirigida.

Ilustración 22. Flujograma de Seguimiento del Proceso de los Módulos de Producción y Embalaje a Partir de los Ámbitos Modelo Siemens FIET.

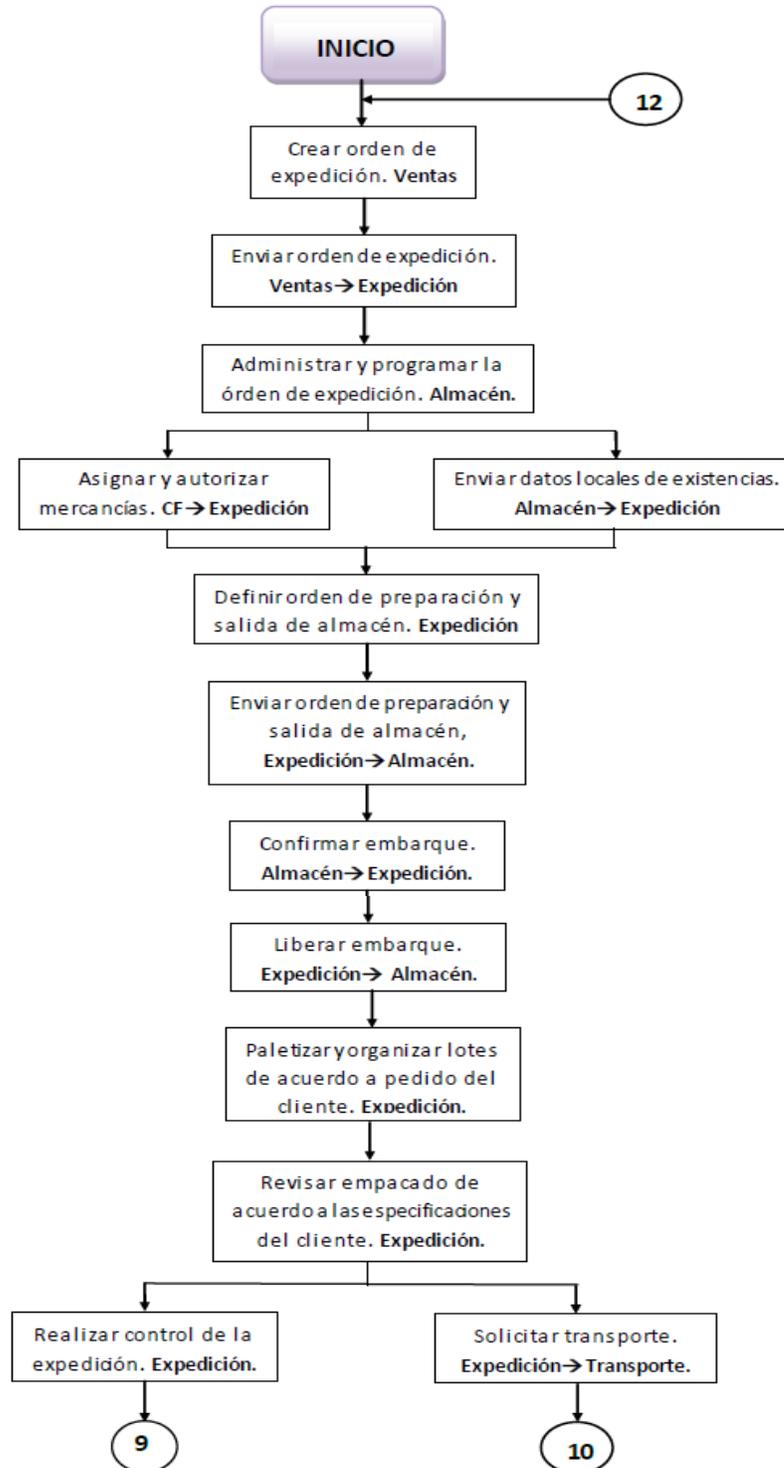


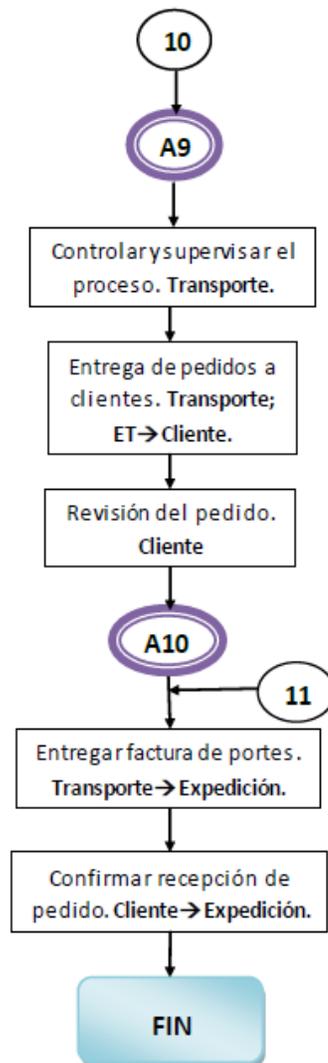
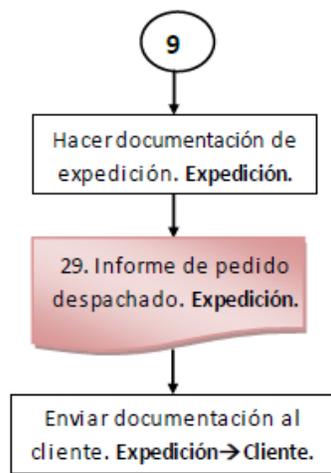




- Flujograma General de Trazabilidad Hacia Delante.** En la *Ilustración 23* se ilustran las actividades a realizar dentro del módulo de comercialización y se nombra el ámbito de Trazabilidad Hacia Delante encargado de cada una de éstas y en algunos casos hacia quién va dirigida.

Ilustración 23. Flujograma de Seguimiento del Proceso del Módulo de Comercialización a Partir de los Ámbitos Modelo Siemens FIET.





- **Flujogramas Anidados Definidos en los Flujogramas Generales.** En esta parte, se exponen los Flujogramas anidados que fueron definidos dentro de los Flujogramas generales.

Ilustración 24. A1, A2 y A3 Flujogramas Anidados Definidos en el Flujograma General de Trazabilidad Interna o de Proceso.

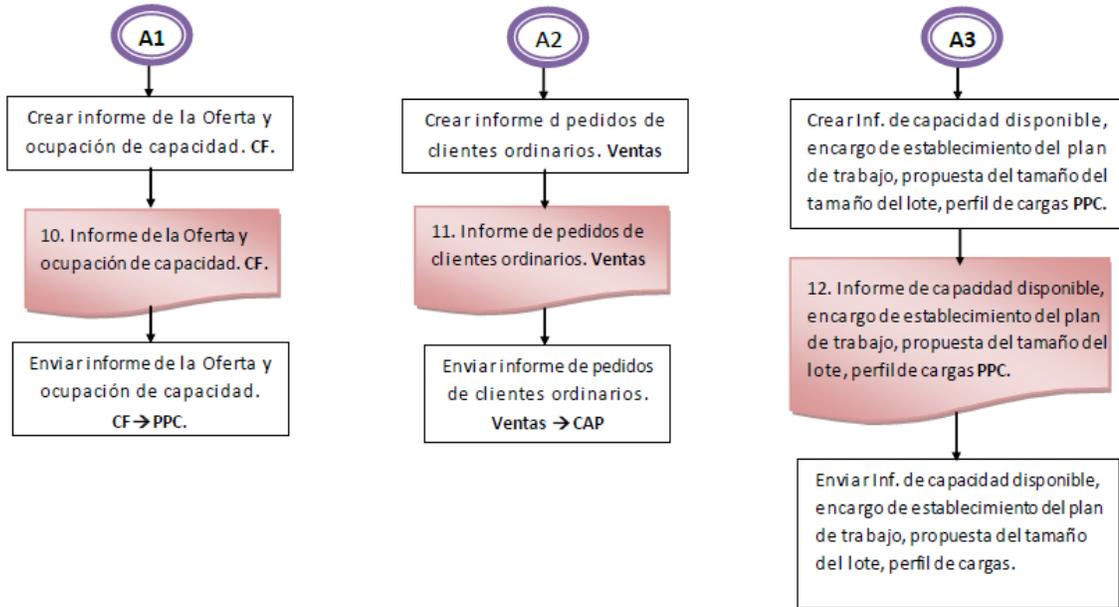


Ilustración 25. A4 y A5 Flujogramas Anidados Definidos en el Flujograma General de Trazabilidad Interna o de Proceso.

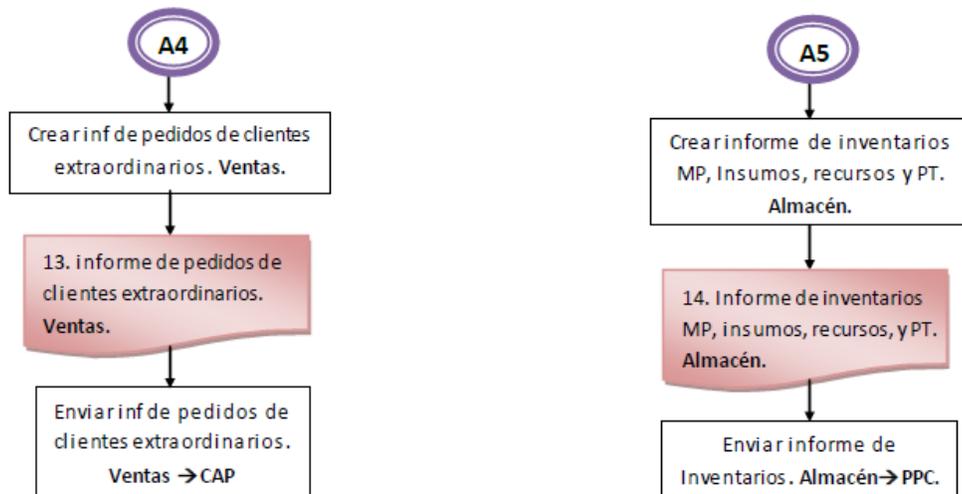


Ilustración 26. A6 Flujograma de Actividades para Determinar las Especificaciones de Calidad. (CAQ)

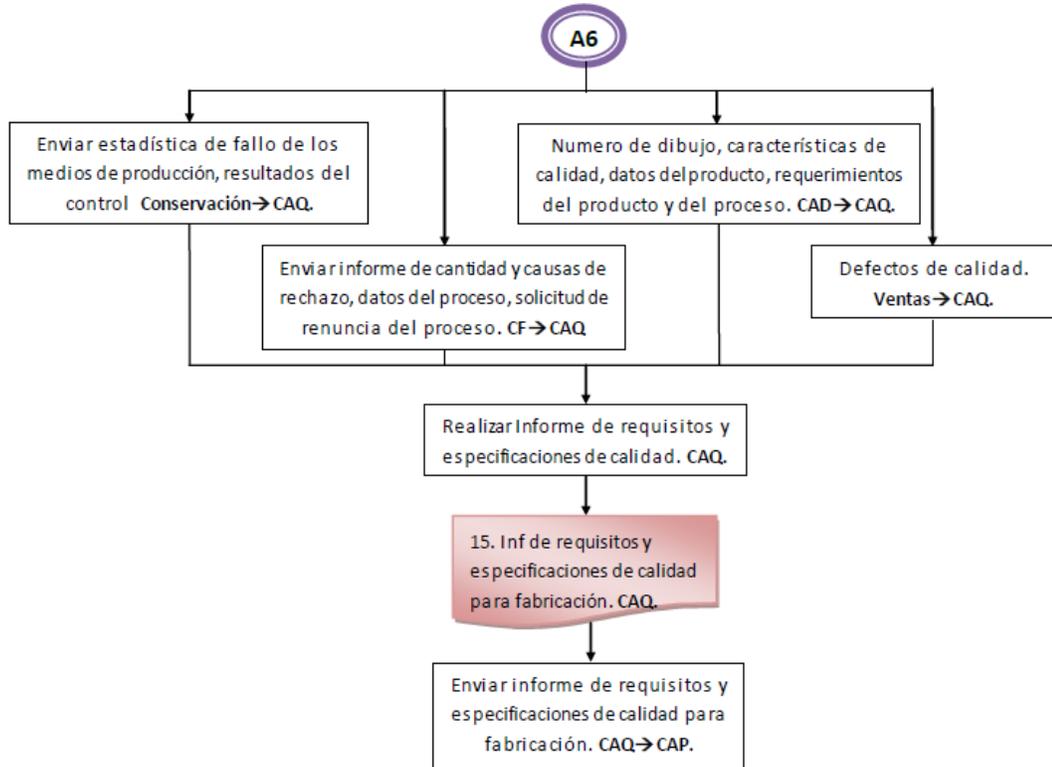


Ilustración 27. A7 y A8 Flujogramas Anidados Definidos en el Flujograma General de Trazabilidad Interna o de Proceso.

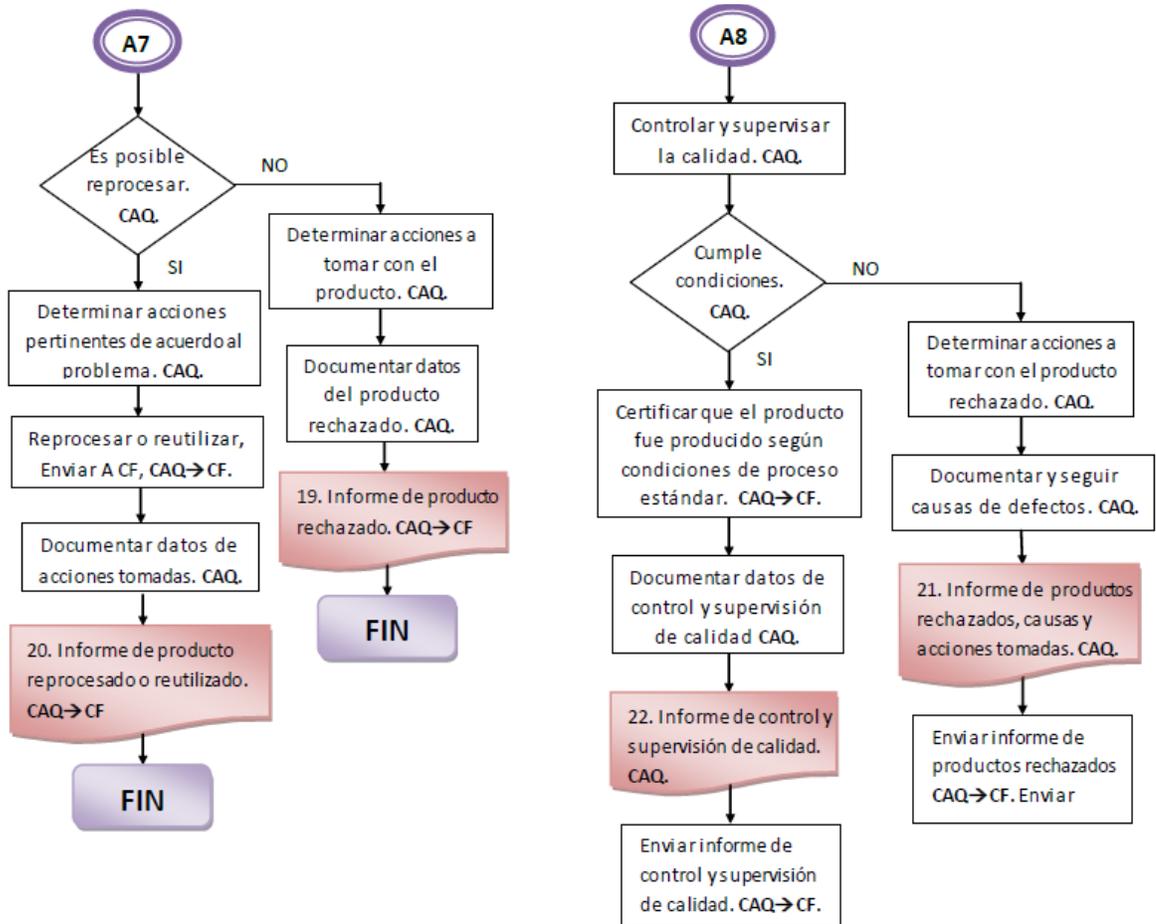


Ilustración 28. A9 Flujoograma Anidado Definido en el Flujoograma General de Trazabilidad Hacia Delante.

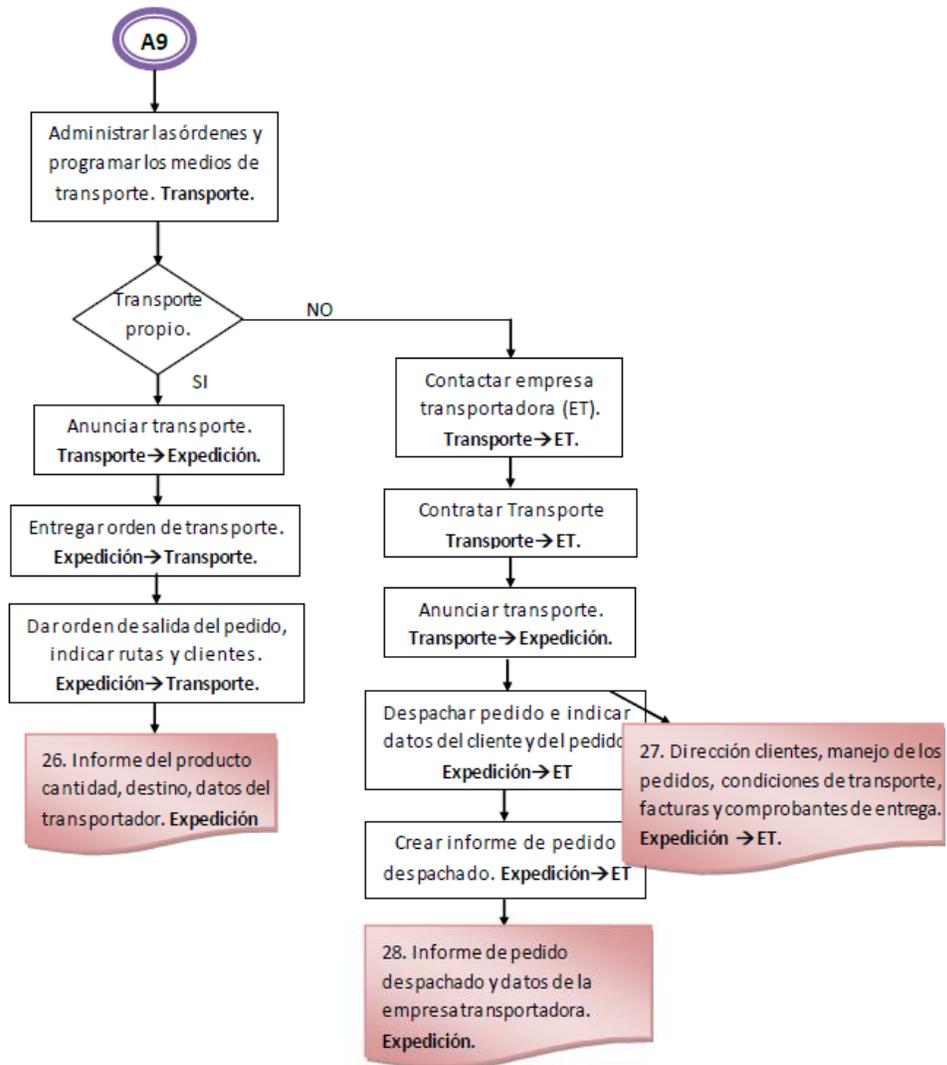
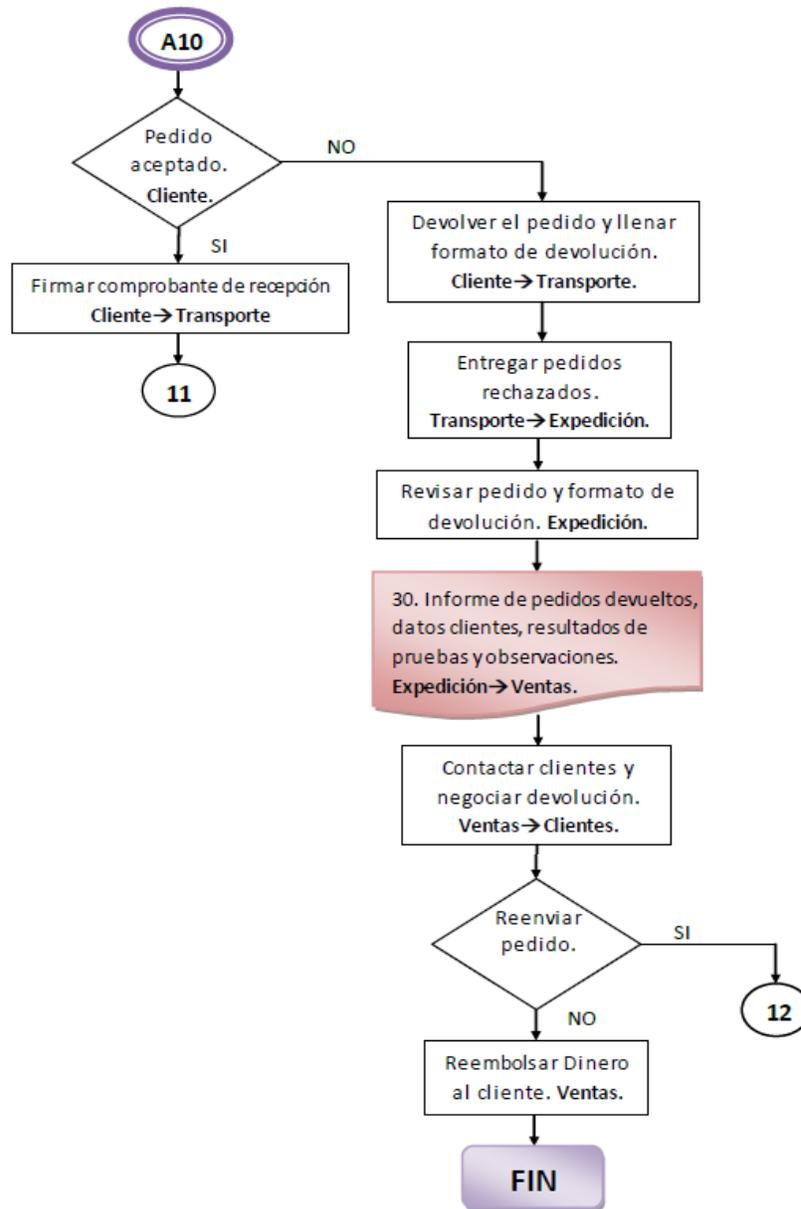


Ilustración 29. A10 Flujoograma Anidado Definido en el Flujoograma General de Trazabilidad Hacia Delante.



- Flujogramas de Control y Supervisión.** Los flujogramas presentados en esta sección secuencian las actividades de control y supervisión de las operaciones realizadas, las instalaciones, los medios de producción y los medios de transporte empleados por los ámbitos de Almacén, Control de Fabricación, Transporte, Banco de Pruebas, y Embalaje, además, se estructura el procedimiento a realizar por conservación para planear y administrar las ordenes de mantenimiento enviadas por los otros ámbitos del modelo SF y entrega registros acerca de problemas presentados y de las acciones de mantenimiento realizadas, que conllevan al registro y la documentación de este tipo de información, para ser analizada por la persona encargada de realizar la trazabilidad.

Ilustración 30. Flujogramas de Control y Supervisión.

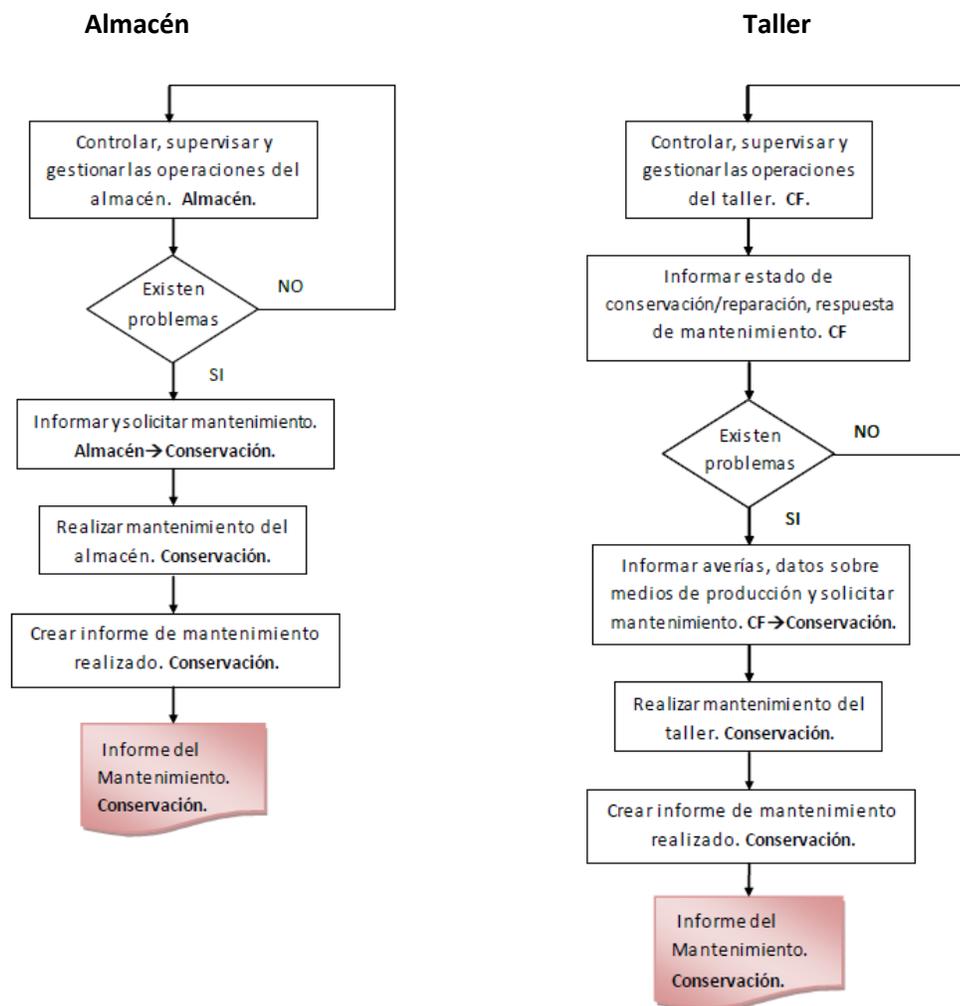


Ilustración 31. Flujogramas de Control y Supervisión.

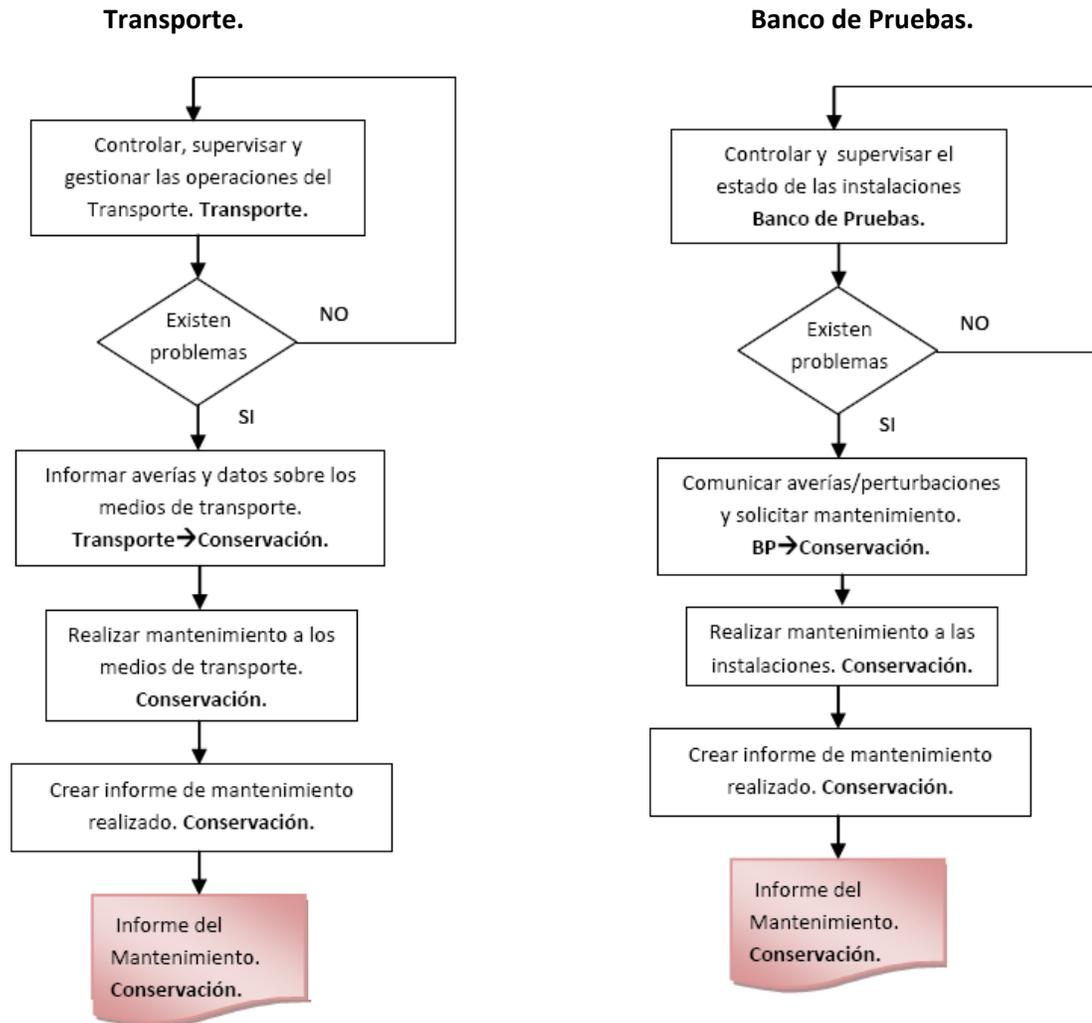
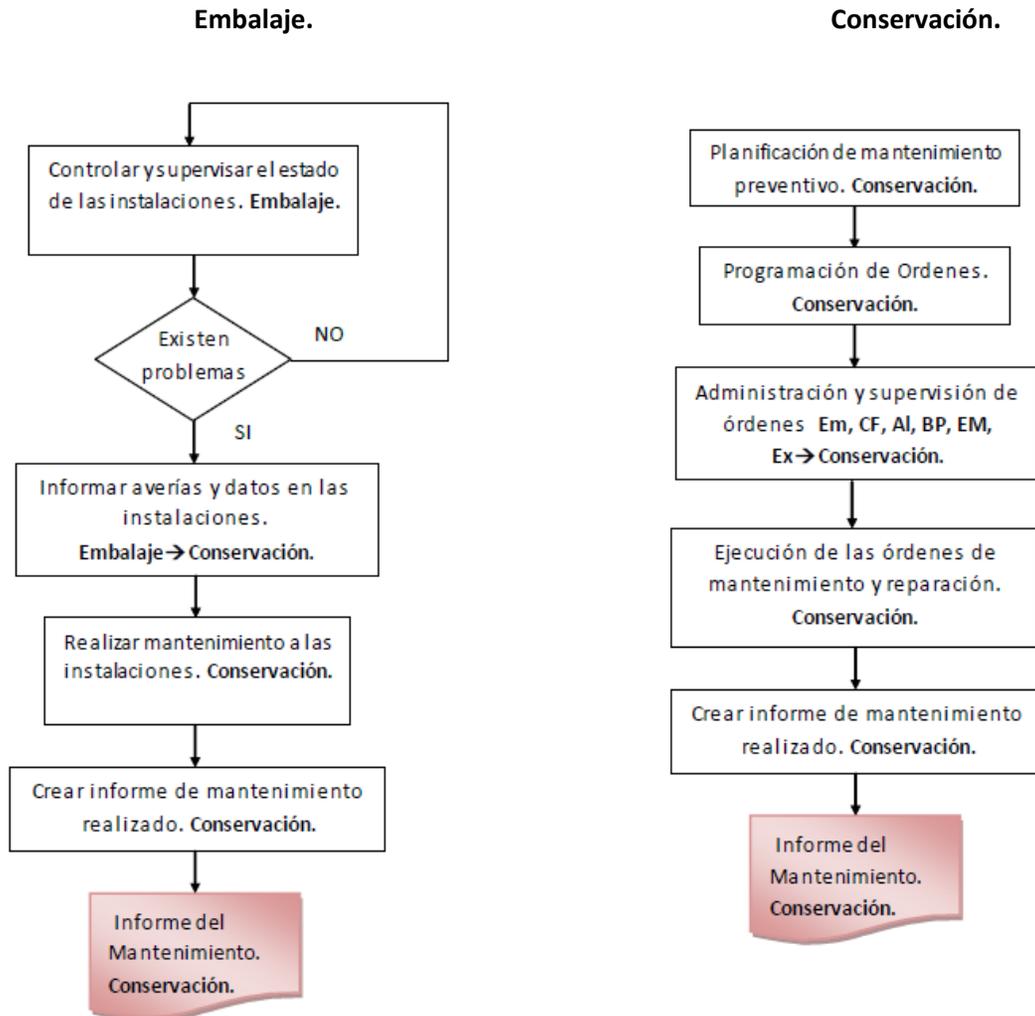


Ilustración 32. Flujogramas de Control y Supervisión.



La creación de flujogramas que definan la secuencia de tareas y procedimientos a realizar dentro de la empresa, permitió ordenar toda la información y secuenciar las actividades, integrando las funciones de los ámbitos del Modelo SF y la información referente a todos los tres tipos de trazabilidad, de esta forma se consiguió la formulación de registros a partir de aquellas partes representadas en el Flujograma, como informes que se consideraron como puntos de control de información de trazabilidad, dentro de los flujogramas se representan de acuerdo a la representación en UML de informes.



3.4 DEFINICIÓN DE REGISTROS PARA LA DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL PROCESO.

A partir de la definición de los módulos para realizar trazabilidad propuestos en la **Sección 3.2** de este documento, donde se especifica el tipo de información que debe ser registrada y del **Modelado Dinámico de las Funciones de Trazabilidad**, se plantea una serie de Registros que permiten formalizar el proceso de recolección de la información, en cada una de las fases del ciclo de vida del producto. Estos registros son manuales y cada ámbito del modelo SF tiene bajo su responsabilidad cierta cantidad de estos, dependiendo de las funciones que tenga asociadas. A continuación, se enuncian todos los registros, su ámbito responsable y a qué tipo de trazabilidad pertenecen, en el **Anexo E** se especifican todos los registros a continuación mencionados.

Tabla 3. Identificación y Descripción de los Registros Para Cada Componente de Trazabilidad.

Tipo de Trazabilidad.	Nombre del Registro.	Descripción del Registro.	Encargado.
Trazabilidad Hacia Atrás.	RCAQ-01	Informe con las características y condiciones de calidad que debe cumplir la mercancía.	CAQ
	RCAP-01	Informe con los requerimientos para la orden de compra de mercancía a LP.	CAP
	RVe-01	Informe de pedidos de clientes extraordinarios.	Ventas
	RAI-01	Informe de inventarios de MP, PT, recursos, insumos y energía.	Almacén
	RCF-01	Informe de la oferta y ocupación de capacidad.	Control de Fabricación.
	RPPC-01	Informe con los requerimientos para la orden de compra de mercancía a CP.	PPC
	RVe-02	Informe de pedidos de clientes ordinarios.	Ventas
	RCo-01	Informe del pedido de compra de mercancía realizado.	Compras
	RCo-02	Informe de seguimiento del pedido realizado.	Compras
	REM-01	Informe de recepción de mercancía.	EM
	REM-02	Justificante de entrada.	EM
	REM-03	Albarán de devolución.	EM
	RCF-02	Informe de mercancía entrante al taller.	CF
	RAI-02	Informe de mercancía recibida y almacenada.	Almacén
	RCF-01	Informe de la oferta y ocupación de capacidad.	CF
	RVe-02	Informe de pedidos de clientes ordinarios.	Ventas
	RPPC-02	Informe de capacidad disponible, encargo de establecimiento del plan de trabajo, propuesta del tamaño del lote, perfil de	PPC

Trazabilidad Interna o de Proceso		cargas.	
	RVe-01	Informe de pedidos de clientes extraordinarios.	Ventas
	RAI-01	Informe de inventarios de MP, PT, recursos, insumos y energía.	Almacén
	RCAQ-02	Informe de requisitos y especificaciones de calidad para fabricación.	CAQ
	RCon-01	Estadísticas de fallo de los medios de producción, resultados del control.	Conservación
	RCF-03	Informe de cantidad y causas de rechazo.	CF
	RCAD-01	Informe de características de calidad, requerimientos del producto y del proceso.	CAD
	RVe-03	Informe de defectos de calidad.	Ventas.
	RPPC-03	Programa de producción.	PPC
	RPPC-04	Programa de embalaje.	PPC
	RCF-04	Orden de producción.	CF
	RCF-05	Informe de datos del proceso y progreso de la orden.	CF
	RCF-06	Informe de seguimiento y supervisión del programa de producción.	CF
	RBP-01	Informe con la descripción de las acciones de corrección realizadas.	BP
	RCAQ-03	Informe con descripción de procedimiento de eliminación de producto no conforme.	CAQ
	RCF-06	Informe final de control de la orden de producción.	CF
	RCAQ-04	Informe con los resultados de aseguramiento de la calidad.	CAQ
	RCAQ-05	Informe de productos rechazados, causas y acciones tomadas.	CAQ
	REm-01	Informe con los resultados de la orden de embalaje.	Embalaje
RAI-03	Informe con los datos del PT recibido y almacenado.	Almacén	
Trazabilidad Hacia Delante.	RVe-04	Orden de Expedición.	Ventas
	REx-01	Informe del seguimiento a la orden de preparación y salida de almacén.	Expedición
	REx-02	Documentación de expedición.	Expedición
	REx-03	Orden de transporte.	Expedición
	REx-04a	Informe de pedido despachado y datos de la empresa transportadora.	Expedición
	REx-04b	Informe del producto despachado.	Expedición
	RTr-01	Informe pedido despachado, rutas seguidas, tiempos de entrega y datos del cliente.	Transporte
	RTr-02	Documentación de seguimiento a la entrega de pedidos a clientes.	Transporte

	REX-05	Comprobante de entrega.	Expedición
	REx-06	Revisar formato de devolución.	Expedición
	REx-07	Informe de recepción de pedidos rechazados.	Expedición
	RVe-05	Informe de reembolso del dinero al cliente.	Ventas
	RCF-07	Informe de reprocesamiento del pedido.	CF
	RCAQ-06	Informe de descarte de producto.	CAQ

3.5 DEFINICIÓN DEL WORKFLOW DE TRAZABILIDAD.

En este punto se presentan tres WorkFlow, cada uno presenta una serie de actividades para evaluar y comparar los resultados obtenidos de todas las actividades registradas en el **Modelado Dinámico de las Funciones de Trazabilidad**, encontrado en este documento en la **Sección 3.3**, consignados dentro de los registros de trazabilidad que se deben llenar. Este debe ser ejecutado por el encargado de realizar la trazabilidad o **Auditor de Trazabilidad**.

3.5.1 PROCESO A: Trazabilidad Hacia Atrás.

ACTIVIDAD 0: Inicio del Proceso

ACTIVIDAD 1: Revisar el informe con las características y condiciones de calidad que debe cumplir la mercancía. (RCAQ-01)

ACTIVIDAD 2: Revisar el informe con los requerimientos para la orden de compra de mercancía a LP. (RCAP-01)

ACTIVIDAD A: Revisar informe con los requerimientos para la orden de compra de mercancía a LP. (RCAP-01)

ACTIVIDAD B: Informe de pedidos de clientes extraordinarios. (RVe-01)

ACTIVIDAD C: Informe de inventarios de MP, PT, recursos, insumos y energía. (RAI-01)

ACTIVIDAD 3: Revisar informe con los requerimientos para la orden de compra de mercancía a CP. (RPPC-01)

ACTIVIDAD A: Informe de pedidos de clientes ordinarios. (RVe-02)

ACTIVIDAD 4: Revisar el informe con el pedido de compra de mercancía realizado. (RCo-01)

ACTIVIDAD 5: Revisar informe de seguimiento del pedido realizado. (RCo-02)

DECISIÓN 1: SE PRESENTARON INCONVENIENTES DURANTE EN LOS PLAZOS DE ENTREGA.

- **D1: NO SE PRESENTARON INCONVENIENTES EN LOS PLAZOS DE ENTREGA.**

ACTIVIDAD 6: Revisar informe de recepción de mercancía. (REM-01).

- **D1: SI SE PRESENTAN INCONVENIENTES EN LOS PLAZOS DE ENTREGA.**

DECISIÓN 2: QUÉ ACCIONES SE TOMARON.

- **D2: SI SE HIZO UN NUEVO PEDIDO:**

ACTIVIDAD 7: Se Realiza Las Actividades 4 Y 5

- **D2: SE ESPERO EL PEDIDO:**

ACTIVIDAD 8: Ir a la ACTIVIDAD 6. (REM-01)

DECISION 3: EL PEDIDO CUMPLIÓ LAS CONDICIONES DE ENTRADA.

- **D3: SI SE CUMPLIERON LAS CONDICIONES.**

ACTIVIDAD 9: Revisar justificante de entrada de mercancías (condiciones de recepción del pedido). (REM-02)

- **D3: SI NO SE CUMPLIERON LAS CONDICIONES DE ENTRADA.**

ACTIVIDAD 10: Revisar albarán de devolución. (REM-03)

ACTIVIDAD 11: Generar un Informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

DECISIÓN 4: ¿QUÉ SE HIZO CON LA MERCANCÍA RECIBIDA?

- **D4: NO SE ENVIÓ AL ALMACEN.** (Destino del pedido).

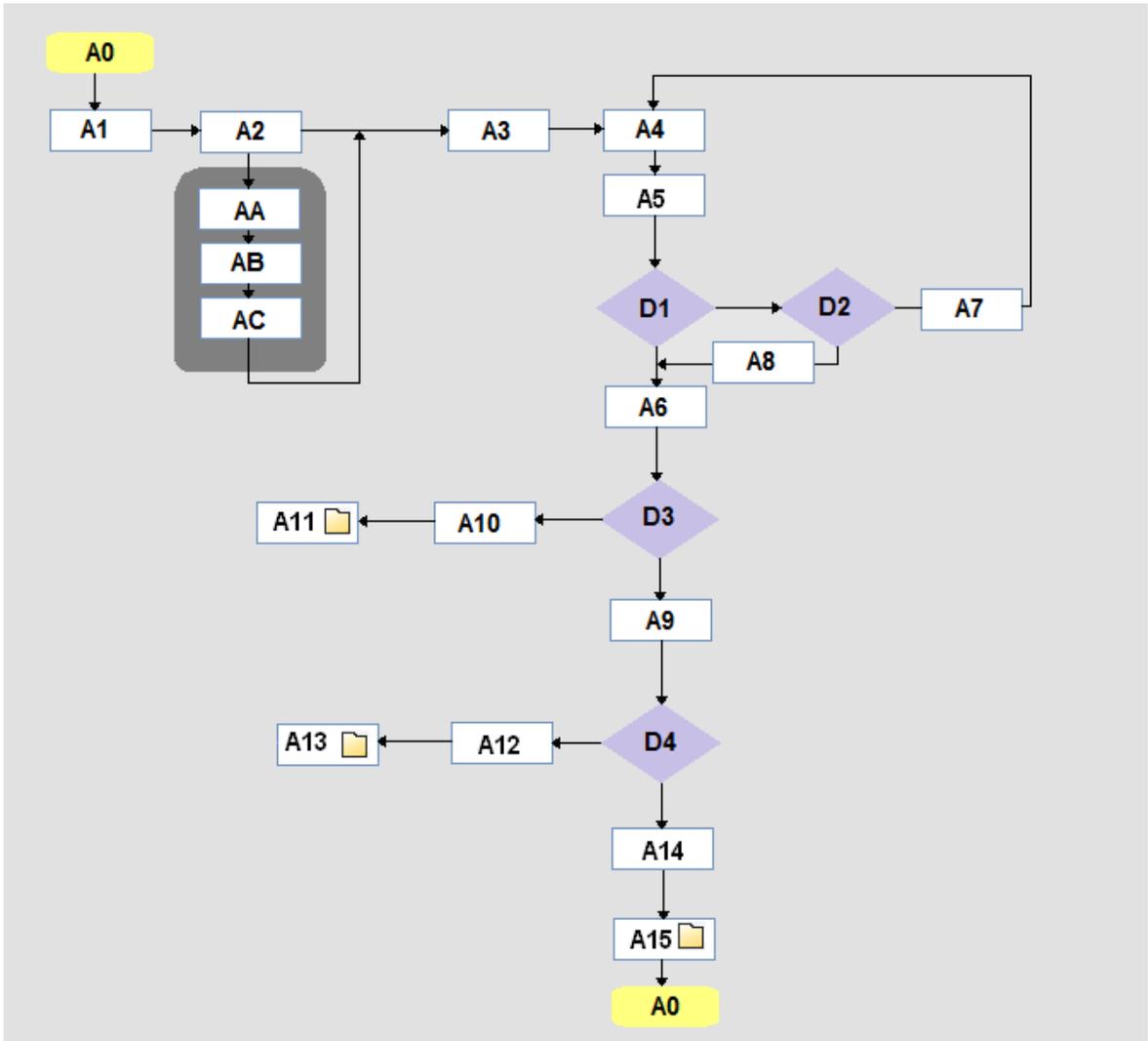
ACTIVIDAD 12: Revisar informe de mercancía entrante al taller. (RCF-02)

- **D4: SI SE ENVIÓ AL ALMACEN.**

ACTIVIDAD 13: Revisar informe de mercancía recibida y almacenada. (RAI-02)

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso.

Ilustración 33. Interfaz WorkFlow Trazabilidad Hacia Atrás.



3.5.2 PROCESO B: Trazabilidad Interna o de Proceso.

ACTIVIDAD 0: Inicio del Proceso.

ACTIVIDAD 1: Revisar el informe de la oferta y ocupación de capacidad. (RCF-01).

ACTIVIDAD 2: Revisar el informe de pedidos de clientes ordinarios. (RVE-02).

ACTIVIDAD 3: Revisar el informe de capacidad disponible, encaro de establecimiento del plan de trabajo, propuesta del tamaño del lote, perfil de cargas. (RPPC-02).

ACTIVIDAD 4: Revisar el informe de pedidos de clientes extraordinarios. (RVE-01).

ACTIVIDAD 5: Revisar el informe de inventarios de MP, PT, recursos, insumos y energía. (RAI-01).

ACTIVIDAD 6: Revisar el informe de estándares y especificaciones de calidad para fabricación. (RCAQ-02).

ACTIVIDAD A: Revisar las estadísticas de fallo de los medios de producción y los resultados de control. (RCon-01).

ACTIVIDAD B: Revisar informe de cantidad y causas de rechazo. (RCF-03).

ACTIVIDAD C: Revisar las características de calidad, requerimientos del producto y del proceso. (RCAD-01).

ACTIVIDAD D: Revisar informe de defectos de calidad. (RVe-03).

ACTIVIDAD 7: Revisar el programa de producción. (RPPC-03).

ACTIVIDAD 8: Revisar el programa de embalaje. (RPPC-04).

ACTIVIDAD 9: Revisar la orden de producción. (RCF-04).

ACTIVIDAD 10: Revisar el informe de datos del proceso y progreso de la orden. (RCF-05).

DECISIÓN 1: SE PRESENTARON PROBLEMAS DURANTE LA PRODUCCIÓN.

- **D1: SI SE PRESENTARON PROBLEMAS.**

ACTIVIDAD 11: Revisar el informe de seguimiento y supervisión del programa de producción. (RCF-06).

ACTIVIDAD 12: Crear un Informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

DECISIÓN 2: EL PRODUCTO PUDO SER REPROCESADO.

- **D2: SI FUE REPROCESADO.**

ACTIVIDAD A: Revisar informe con la descripción de las acciones de corrección realizadas. (RBP-01).

ACTIVIDAD B: Generar un Informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

- **D2: NO FUE REPROCESADO.**

ACTIVIDAD C: Revisar el informe con descripción de procedimiento de eliminación de producto no conforme. (RCAQ-03).

ACTIVIDAD D: Generar un informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

- **D1: SI NO SE PRESENTARON PROBLEMAS.**

ACTIVIDAD 13: Revisar el informe de control final de la orden de producción. (RCF-06).

ACTIVIDAD 14: Revisar informe con los resultados de aseguramiento de la calidad. (RCAQ-04)

DECISION 3: SE CUMPLIERON LAS CONDICIONES DE CALIDAD.

- **D3: SI SE CUMPLIERON LAS CONDICIONES.**

ACTIVIDAD A: Generar un informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

- **D3: SI NO CUMPLE CON LAS CONDICIONES. (CAQ).**

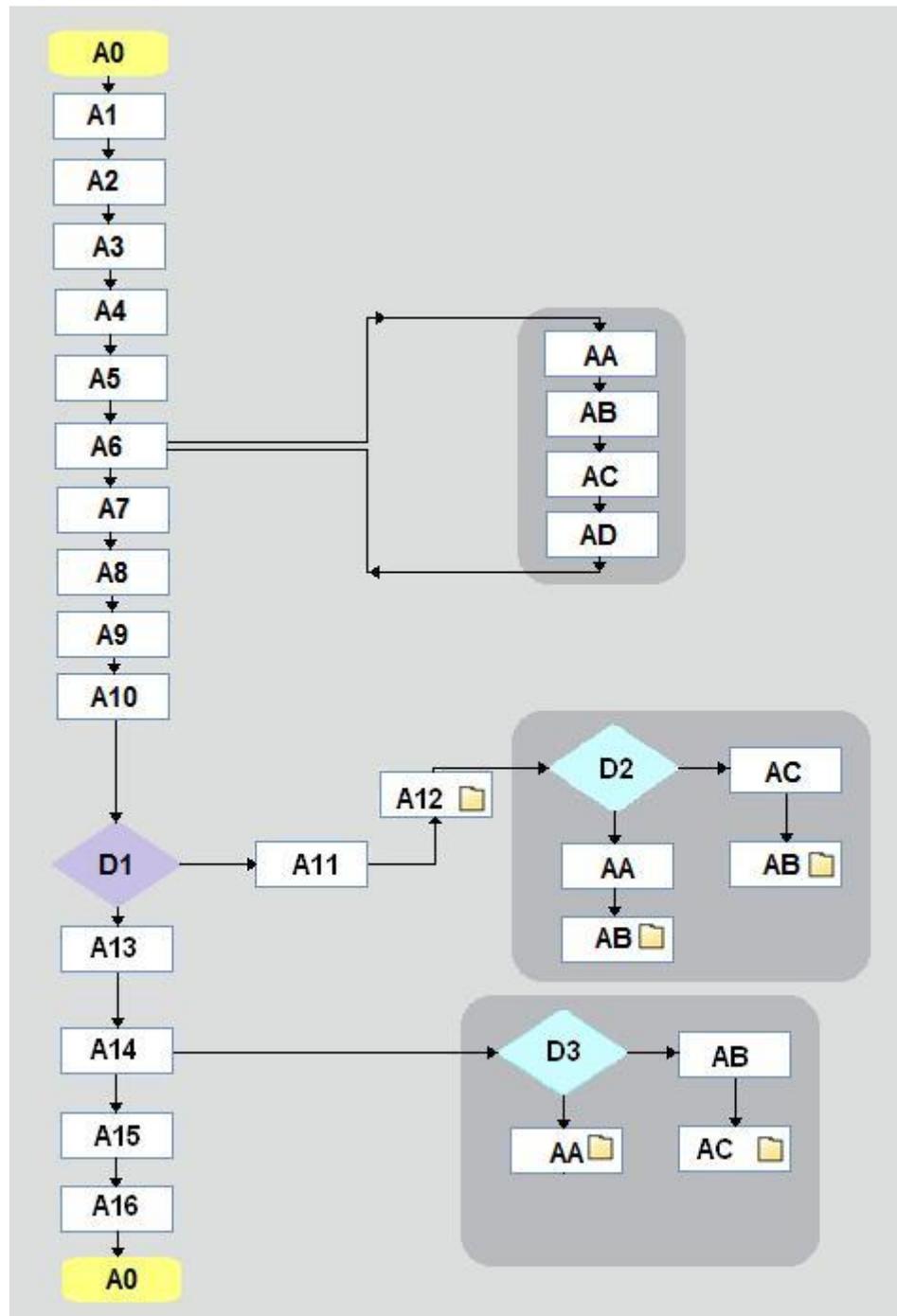
ACTIVIDAD B: Revisar el informe de productos rechazados, causas y acciones tomadas. (RCAQ-05).

ACTIVIDAD C: Generar un informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

ACTIVIDAD 15: Revisar el informe con los resultados de la orden de embalaje. (REm-01).

ACTIVIDAD 16: Revisar informe con los datos del PT recibido y almacenado. (RAI-03).
ACTIVIDAD 0: Fin del proceso.

Ilustración 34. Interfaz WorkFlow Trazabilidad Interna o de Proceso.



3.5.3 PROCESO C: Trazabilidad Hacia Delante.

ACTIVIDAD 0: Inicio del Proceso.

ACTIVIDAD 1: Revisar la orden de Expedición. (RVe-04).

ACTIVIDAD 2: Revisar informe del seguimiento a la orden de preparación y salida de almacén (REx-01).

ACTIVIDAD 3: Revisar la documentación de expedición. (REx-02).

ACTIVIDAD 4: Revisar la orden de transporte. (REx-03).

DECISION 1: TIPO DE TRANSPORTE USADO.

- **D1: TRANSPORTE FUE CONTRATADO.**

ACTIVIDAD A: Revisar informe de pedido despachado y datos de la empresa transportadora. (REx-04a).

ACTIVIDAD B: Generar un informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

- **D1: TRANSPORTE PROPIO.**

ACTIVIDAD C: Revisar informe del producto despachado. (REx-04b).

ACTIVIDAD D: Revisar el informe pedido despachado, rutas seguidas, tiempos de entrega y datos del cliente. (RTr-01).

ACTIVIDAD E: Generar un informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

ACTIVIDAD 5: Revisar documentación de seguimiento a la entrega de pedidos a clientes. (RTr-02).

DECISION 2: PEDIDO FUE ACEPTADO.

- **D2: NO FUE ACEPTADO.**

ACTIVIDAD A: Revisar formato de devolución. (REx-06).

ACTIVIDAD B: Revisar informe de recepción de pedidos rechazados. (REx-07)

DECISION 3: QUE ACCIÓN SE TOMO CON EL PEDIDO DEVUELTO.

- **D3: PEDIDO FUE REPROCESADO.**

ACTIVIDAD F: Revisar informe de reprocesamiento del pedido. (RCF-07).

ACTIVIDAD G: Generar un informe dentro del procedimiento de *trazabilidad*.

- **D3: PEDIDO FUE ELIMINADO.**

ACTIVIDAD H: Revisar informe de descarte de producto. (RCAQ-06).

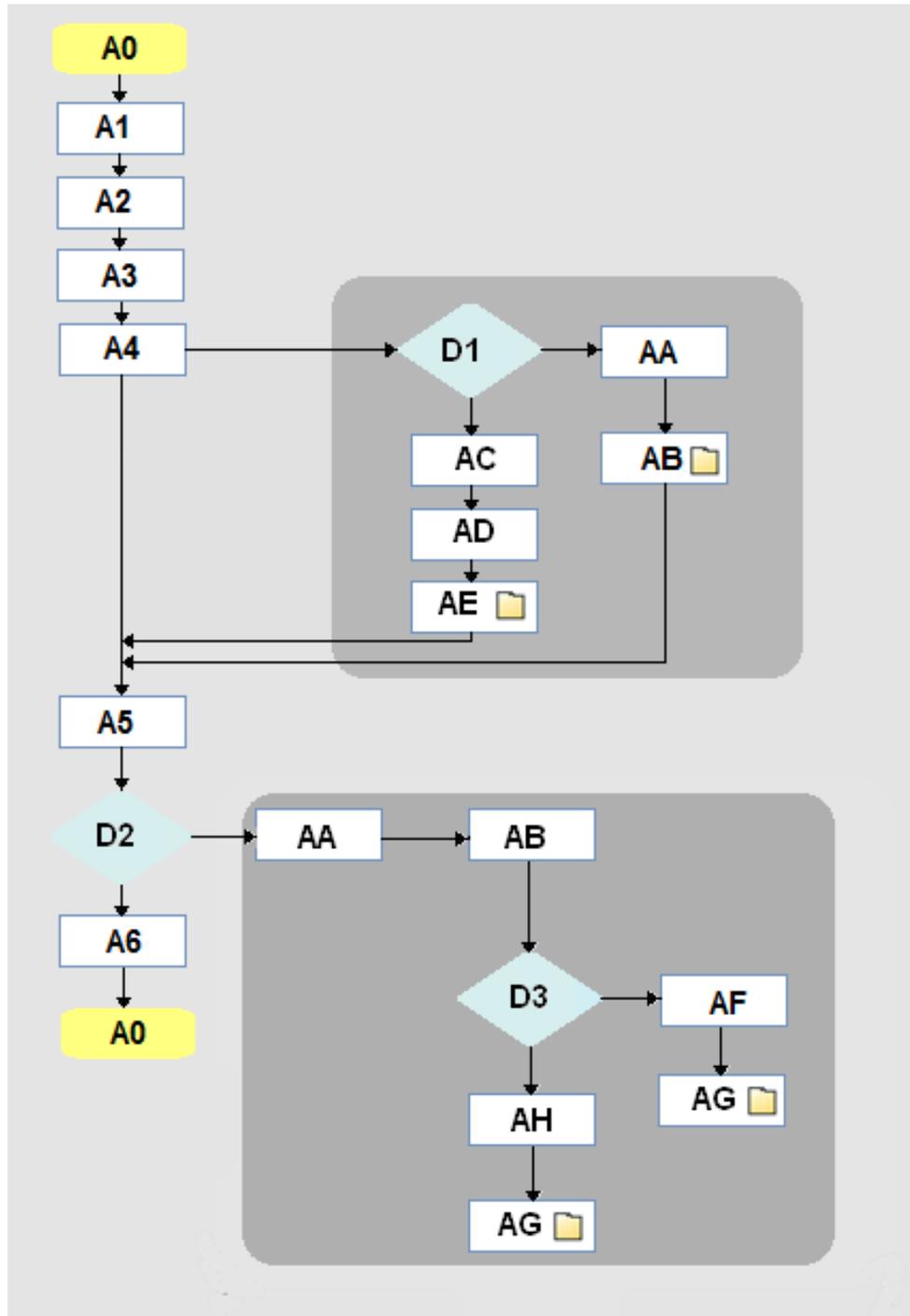
ACTIVIDAD G: Generar un informe dentro del procedimiento de *Trazabilidad*.

- **D2: SI FUE ACEPTADO.**

ACTIVIDAD 6: Revisar el comprobante de entrega. (REx-05).

ACTIVIDAD 0: Fin del Proceso.

Ilustración 35. Interfaz WorkFlow Trazabilidad Hacia Delante.

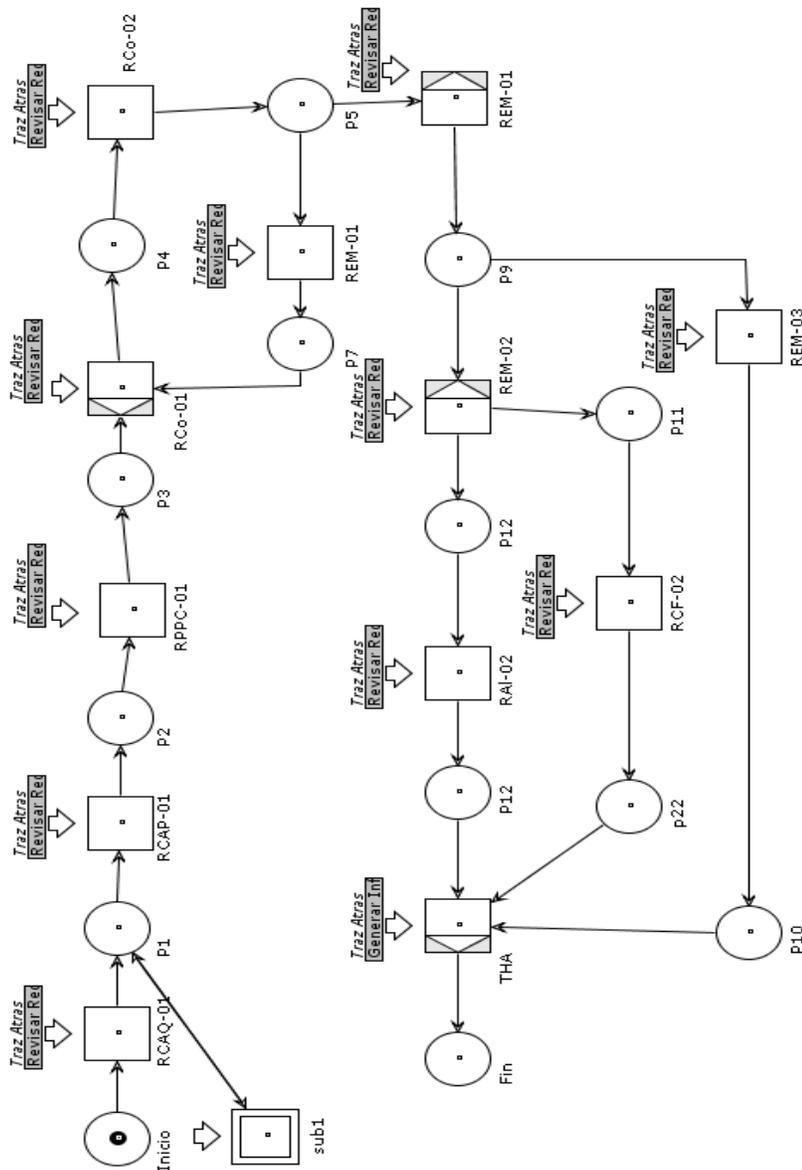


3.6 MODELO DE TRAZABILIDAD MEDIANTE WORKFLOW-NET.

Finalmente se desarrollaron tres WorkFlow-Nets en los cuales se modelan y gestionan las tareas de revisión de registros y generación de informes de trazabilidad para cada tipo de trazabilidad. Por medio de los WorkFlows-Nets se genera una representación formal de todo el proceso definido para la realización de trazabilidad, facilitando la comprensión de este.

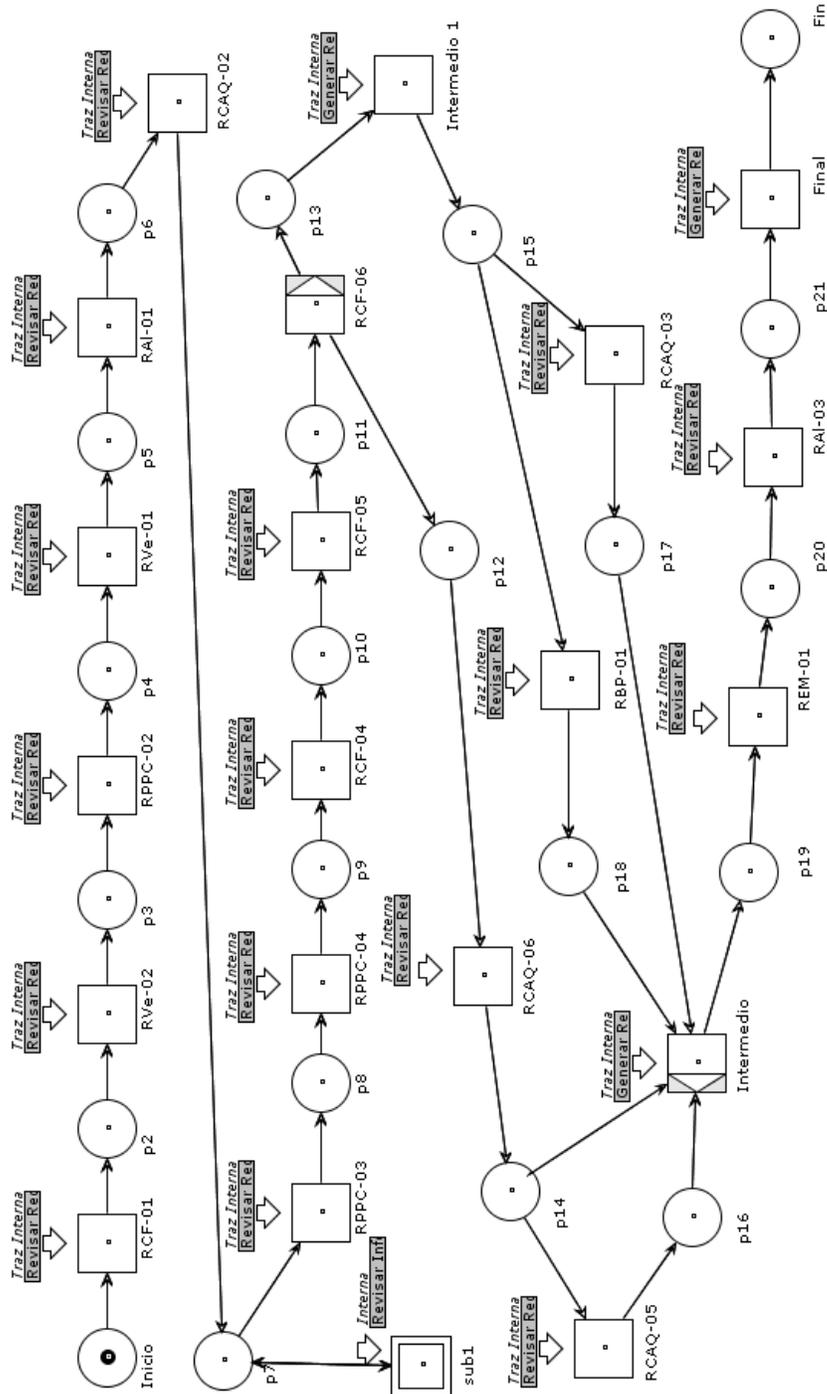
3.6.1 PROCESO A: Trazabilidad Hacia Atrás.

Ilustración 36. WorkFlow-Net de Trazabilidad Hacia Atrás.



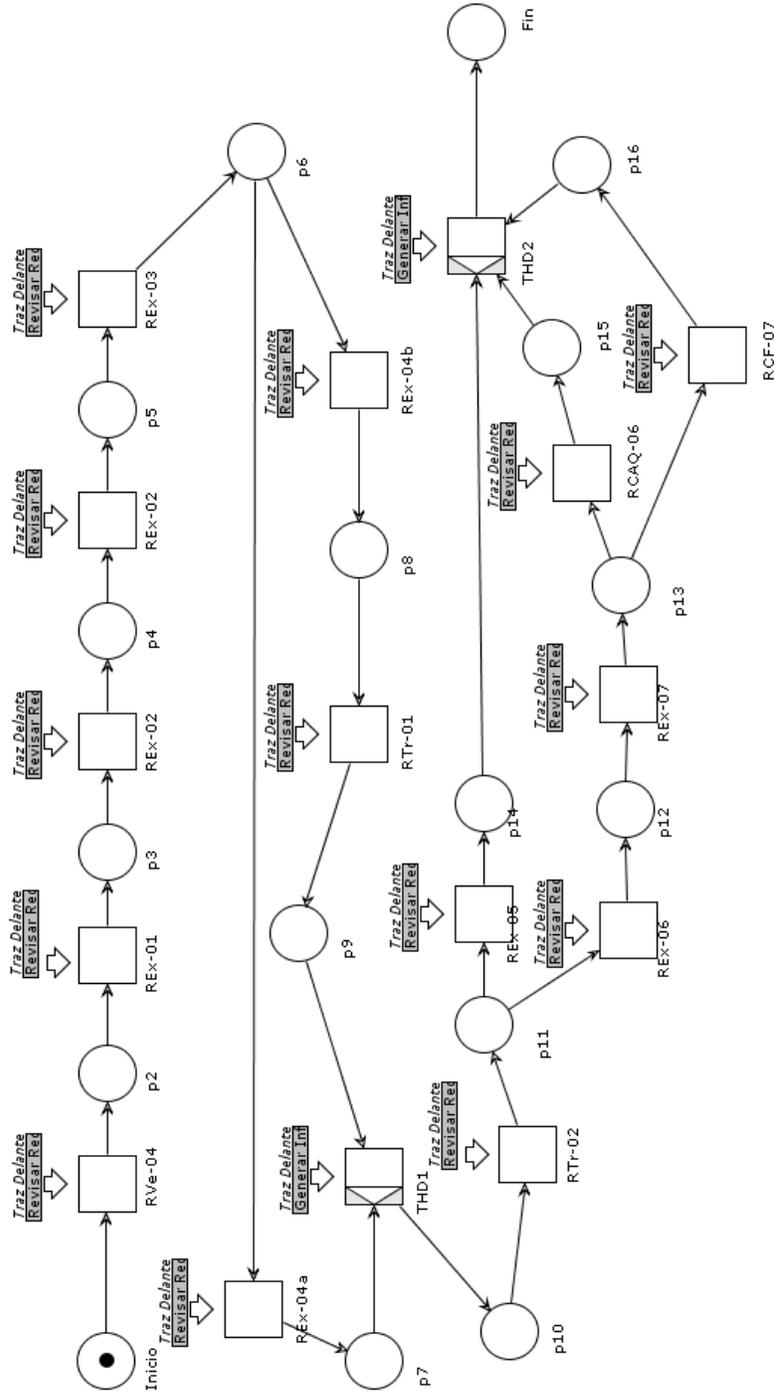
3.6.2 PROCESO B: Trazabilidad Interna o de Proceso.

Ilustración 37. WorkFlow-Net de Trazabilidad Interna o de Proceso.



3.6.3 PROCESO C: Trazabilidad Hacia Delante.

Ilustración 38. WorkFlow-Net de Trazabilidad Hacia Delante.



4. EJEMPLARIZACIÓN DEL MÉTODO EN LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO MICROCERVECERA “CIUDAD BLANCA”.

La microcervecera “Ciudad Blanca” es una empresa pequeña ubicada en el barrio Cadillal de la ciudad de Popayán; se dedica a la producción de cerveza artesanal en tres presentaciones Rubia, Roja y Negra , el producto esta registrado bajo la marca “ALTA” Calidad y Pureza.

Para la ejemplarización se tomó la línea de producción de Cerveza Rubia presentación en botellas de vidrio no retornable de 330 ml.

Para dar inicio con el aplicativo del método de trazabilidad se debe:

- Tener definidos los modelos de los estándares de la norma ISA-88 e ISA-95.
- Llenar los registros de documentación de la información en el transcurso del proceso de producción.
- Haber finalizado el proceso de producción y comercialización.

Siguiendo el diagrama de secuencia se da inicio al aplicativo.

4.1 TRAZABILIDAD HACIA ATRÁS.

1. Comparar los datos del Registro RCAQ-01 (características y condiciones de calidad que debe cumplir la mercancía) con los datos obtenidos en el Modelo Objeto de Materiales (ISA-95) en el ítem de TOLERANCIAS.

Así:

Tabla 4. RCAQ-01 Microcervecera "Ciudad Blanca".

RCAQ – 01					Fecha		
Informe con las características y condiciones de calidad que debe cumplir la mercancía. Garantía de Calidad Asistida por Computador.					18	04	2012
Insumos	Tolerancias						
Malta Pilsen	Color	Humedad	Grado de disolución		Presentación		
	2.0	2.4	40		Granos		
Mosto	Temperatura	Inspección organoléptica			Presentación		
	95	APROBADA			Líquida		
Levadura	Proteínas	Potasio	Fosfato	Fibra	Presentación		
	17	21	34	18	20 gramos		
Lúpulo	Presentación						
	Pells de 28 gramos						
Agua Purificada	Ph			Presentación			
	6.1						
Dióxido de Carbono	Presión a equilibrar			Peso molecular		Presentación	
	18			44		Tanques de gas	
Observaciones:							
Firma							

Tabla 5. Extracto del Modelo Objeto de Materiales.

Id		MLTP – Malta Pilsen			
TOLERANCIAS					
PROPIEDAD		MIN	MAX	STANDAR D	Unidad de medida
Color:		3.5 1.8	4.5 2.2		*EBC *°L
Humedad:				2,4	%
Grado de disolución de proteínas		39	47		%
Id		MSTM – Mosto			
Inspección organoléptica	Olor color aspecto limpieza			Característico y sin sedimento visible	Inspección organoléptica
Temperatura		90	100		°C
Id		LVD – Levadura			
Proteínas				*17	%
Potasio				*21	%
Fosfatos				*34	%
Fibra				*18	%
Presentación				20	G
Id		LUP- Lúpulo			
Presentación "pells" o bolas				28	G
Id		APP – Agua Purificada			
Ph		6.0	6.2		
Id		CO ₂ - Dióxido de Carbono			
Presión a equilibrar		18	20		PSI
Peso molecular				44.01	g/mol

Si se presenta algún tipo de inconsistencia en los valores señalados se debe generar un informe de trazabilidad. En nuestro caso hubo una inconsistencia en el valor del Color de la materia prima mosto, por lo cual, se creó, el siguiente Informe de Trazabilidad.

Tabla 6. Informe de Trazabilidad 1.

Informe de Trazabilidad		Fecha		
Nº 0001		18	04	2012
Especificación. La materia prima Mosto presenta un valor de tolerancia COLOR por fuera del rango permitido				
Generado por	Carlos Cardona.			
Cod. Registro	RCAQ-01	Operación	Revisión de calidad del proceso.	
Observaciones				
Firma				

2. Revisar los datos del Registro RCAP-01 (requerimientos para la orden de compra LP), los datos del Registro RVe-01 (Informe de pedidos de clientes extraordinarios) y los del Registro RAI-01 (Informe de inventarios de MP, PT, recursos, insumos y energía).
3. Revisar los datos del Registro RPPC-01 (requerimientos para la orden de compra de mercancía a CP), los datos del Registro RVe-02 (Informe de pedidos de clientes ordinarios).
4. Comparar los datos del Registro RCo-01 (informe con el pedido de compra de mercancía realizado) con los datos del Registro RCo-02 (informe seguimiento del pedido realizado). Si se presenta algún tipo de inconsistencia en los valores señalados se debe generar un informe de trazabilidad.
5. Comparar los datos del Registro REM-01 (informe de recepción de mercancía) con los datos del Modelo Físico (ISA-88) y con los datos del Registro RPPC-01 (informe con el pedido de compra de mercancía realizado).

Si se presenta algún tipo de inconsistencia en los valores señalados se debe generar un informe de trazabilidad.

Tabla 7. REM-02 Microcervecera "Ciudad Blanca".

REM-01 Informe de recepción de mercancía. Entrada de Mercancías.					Fecha		
					30	04	2012
Producto	Cantidad	Lote producto	Nombre Empresa Proveedora	Fecha de recepción.	Encargado de recepción		
Malta Pilsen	25kg	112511AB-01	Insumos Cerveceros	30/04/2012	01		
Lúpulo	500 g	78-080311C	Levapan	30/04/2012	01		
Levadura	150g	8889895-010211	Lúpulo Colombia	30/04/2012	01		
Dióxido de carbono	2 kg	CE-0147555-01	Quimpos	30/04/2012	01		
Agua			Acueducto de Popayán		02		
Etiquetas	1000	301211ET88	Esselpro pack	30/04/2012	02		
Botellas	1000	081111BT09	Esselpro pack	30/04/2012	02		
Tapas	1000	070512TP77	Esselpro pack	30/04/2012	02		
Encargado de recepción							
ID	Nombre	Cargo		Turno			
01	Carlos Cardona	Operario		Mañana			
02	Alex Rengifo	Operario		Tarde			
Sitio de Entrega							
Barrio Cadillal – Popayán		Producción de cerveza.	Línea de producción de cerveza Rubia				
* MP: materia prima, IN: insumos de embalaje y empaquetado, RE: recurso energético consumible							
Observaciones:							
Firma							

Tabla 8. REM-01 microcervecera "Ciudad Blanca".

REM-02 Justificante de entrada. Entrada de Mercancías.				Fecha		
				30	04	12
Producto	Lote producto	Nombre Empresa Proveedora	Fecha de entrega	Encargado de recepción		
Malta Pilsen	112511AB-01	Insumos Cerveceros	30/04/2012	01		
Lúpulo	78-080311C	Levapan	30/04/2012	01		
Levadura	8889895-010211	Lúpulo Colombia	30/04/2012	01		
Dióxido de carbono	CE-0147555-01	Quimpos	30/04/2012	01		
Tapas	301211ET88	Esselpro pack	30/04/2012	02		

Etiquetas	081111BT09	Esselpro pack	30/04/2012	02
Botellas	070512TP77	Esselpro pack	30/04/2012	02
Encargado de recepción				
ID	Nombre	Cargo	Turno	
01	Carlos Cardona	Bodegista	Mañana	
02	Alex Rengifo	Bodegista	Tarde	
* MP: materia prima, IN: insumos de embalaje y empaquetado, RE: recurso energético consumible				
Observaciones:				
Firma				

6. Revisar los datos del Registro RCF-02 (informe de mercancía entrante al taller).
7. Comparar los datos del Registro RAI-02 (informe de mercancía recibida y almacenada) con los datos del Registro REM-02 (informe seguimiento del pedido realizado).

4.2 TRAZABILIDAD INTERNA.

1. Comparar los datos del Registro RCF-01 (informe de la oferta y ocupación de capacidad) con los datos de Especificación de equipo del Modelo Segmento de Producto (ISA-95).

Tabla 9. RCF-01 microcervecera "Ciudad Blanca".

RCF-01. Informe de la oferta y ocupación de capacidad. Control de Fabricación.				Fecha		
				18	04	2012
Unidad	Descripción	Máquina.	Capacidad	Estado	Fecha/Hora	Encargado
U_PMT	Clase de la Unidad que Contiene los equipos que realizan preparación del mosto	Molino	-	ACTIVO	18/04/2012-8:00	01
		Tanque de cocción	150lts	ACTIVO	18/04/2012-8:00	01
		Tanque macerador	150lts	ACTIVO	18/04/2012-8:00	02
		Tanque pulmón	150lts	ACTIVO	18/04/2012-12:00	01
		Tanque whirlpool	150lts	ACTIVO	18/04/2012-8:00	02
		Intercambiador de calor	-	ACTIVO	23/04/2012-10:00	01
		Bomba centrifugadora	160lts/min	ACTIVO	23/04/2012-8:00	01
U_FYM	Clase de la Unidad que Contiene los equipos que realizan la Fermentación y	Tanque de fermentación	300lts	ACTIVO	23/04/2012-8:00	02
		Sistema de refrigeración	10gal/min	ACTIVO	23/04/2012-12:00	02
		Bomba	160lts/min	ACTIVO	29/04/2012-	01

	Maduración	centrifugadora			8:00	
U_CRB	Clase de la Unidad que Contiene los equipos que realizan la carbonatación	Tanque de brillo	300lts	ACTIVO	29/04/2012-8:10	02
		Sistema de refrigeración	10gal/min	ACTIVO	29/04/2012-8:00	02
		Bomba	160lts/min	ACTIVO	4/05/2012-8:00	01
Envasado	Clase de la Unidad que Contiene los equipos que realizan la Fermentación y Maduración	Envasadora	1000botellas/hora	ACTIVO	4/05/2012-9:00	01
Encargado						
ID	Nombre	Turno				
01	Carlos Cardona	Mañana				
02	Alex Rengifo	Tarde				
Observaciones:						
Firma						

Tabla 10. Extracto Modelo Segmento de Producto.

ID		TKA	
Descripción		Tanque calentador de agua: Tanque donde se hace precalentamiento del agua, para luego ser mezclada con la malta molida.	
Propiedad		Valor	Unidad de medida
ID	Descripción		
CAP_TK	Capacidad del tanque calentador de agua	150	Litros

2. Comparar los datos del Registro RVe-02 (informe de pedidos de clientes ordinarios) con los datos del Registro RVe-01 (informe de pedidos de clientes extraordinarios).
3. Comparar los datos del Registro RPPC-02 (informe de capacidad disponible, encaro de establecimiento del plan de trabajo, propuesta del tamaño del lote, perfil de cargas) con los datos del Modelo objetos de equipo (ISA-95) en el ítem Relación Unidad-Equipos.

Tabla 11. RPPC-02 microcervecera "Ciudad Blanca".

Unidad	Equipos	Id
Unidad de Preparación de Mosto	Tanque de Macerado	TKM
	Tanque Calentador de Agua	TKA

	Tanque de Cocción y Whirpool	TKCW
	Bomba 1	B1
	Mezclador	MZ1
	Molino	MOL1
Unidad de Fermentación y Maduración	Tanque de Fermentado/ madurado	TKFM
	Intercambiador de Calor	IC1
	Bomba 2	B2
Unidad de Carbonatación	Tanque Carbonatador	TKCB
Unidad de Envasado y etiquetado	Envasadora	ENV1
Unidad	Equipos	Id
Unidad de Preparación de Mosto	Tanque de Macerado	TKM
	Tanque Calentador de Agua	TKA
	Tanque de Cocción y Whirpool	TKCW
	Bomba 1	B1
	Mezclador	MZ1
	Molino	MOL1
Unidad de Fermentación y Maduración	Tanque de Fermentado/ madurado	TKFM
	Intercambiador de Calor	IC1
	Bomba 2	B2
Unidad de Carbonatación	Tanque Carbonatador	TKCB
Unidad de Envasado y etiquetado	Envasadora	ENV1

Tabla 12. Extracto del Modelo objetos de equipo.

RPPC-02.					Fecha		
Informe de capacidad disponible, encargo de establecimiento del plan de trabajo, propuesta del tamaño del lote, perfil de cargas. Programación y Control de la Producción.					18	04	2012
Maquinaria	Unidad	ID	Capacidad	Fecha/Hora	Estado		
Tanque de Macerado	U_PMT	TKM	150 lts	18/04/2012 – 8:00	Activo		
Tanque Calentador de Agua		TKA	150 lts	18/04/2012 – 10:00	Activo		
Tanque de Cocción y Whirpool		TKCW	150 lts	18/04/2012 – 11:00	Activo		
Bomba 1		B1	160 lts	18/04/2012 – 8:00	Activo		
Mezclador		MZ1		18/04/2012 – 10:00	Activo		
Molino		MOL1	-	18/04/2012 – 11:00	Activo		
Tanque de Fermentado/ madurado	U_FYM	TKFM	300 lts	23/04/2012 – 8.00	Activo		
Intercambiador de Calor		IC1	10 gal/min	23/04/2012 – 8.00	Activo		
Bomba 2		B2	160 lts/min	23/04/2012 –	Activo		

				8.00	
Tanque Carbonatador	U_CRB	TKCB	300 lts	29/04/2012 – 23:00	Activo
Envasadora	U_EYE	ENV1	1000 botellas/hora	05/04/2012 – 14:00	Activo
Propuesta de tamaño de lote					
Producto.	#lote.	Cantidad.	Tipo.	Tiempo de fabricación	
Cerveza embotellada	01180412	300 lts, 900 botellas	PT	17 días	
Observaciones					
Firma encargado.					

Si se presenta algún tipo de inconsistencia en los valores señalados se debe generar un informe de trazabilidad.

4. Revisar los datos del Registro RAI-01 (informe de inventarios de MP, PT, recursos, insumos y energía).
5. Comparar los datos del Registro RCAQ-02 (estándares y especificaciones de calidad para fabricación) con el Modelo de Definición del Producto - Lista de materiales y si las condiciones de calidad fueron aceptadas o rechazadas con el Registro RCAQ – 01.

Tabla 13. RCAQ-01 microcervecera "Ciudad Blanca".

RCCAQ-02. Informe de requisitos y especificaciones de calidad para fabricación. Garantía de Calidad Asistida por Computador.				Fecha:		
				18	04	2012
Producto a fabricar.	Cerveza rubia embotellada					
Cantidad.	300 lts,900 botellas					
Fecha de Inicio.	18/04/2012					
Fecha de Finalización	04/05/2012					
Turno inicio	01 mañana					
#Lote	01180412					
Encargado.	Ing. José Cárdenas	Identificación	Ing. de Producción			
MP e insumos a utilizar.	Cantidad.	#lote.				
Malta Pilsen	25kg	112511AB-01		A/R		
Levadura	500 g	78-080311C		X		
Lúpulo	150g	8889895-010211		X		
Dióxido de Carbono	2 kg	CE-0147555-01		X		
Tapas	900	301211ET88		X		
Botellas	900	081111BT09		X		
Etiquetas	900	070512TP77		x		
Observaciones:						

Firma:	
--------	--

Tabla 14. Extracto del Modelo de Definición del Producto.

Material	ID	Cantidad	Unidades
Malta Pilsen	MLTP	25	Kg.
Agua Purificada	APP	300	Lt.
Levadura	LVD	500	g.
Lúpulo	LUP	150	g.
Dióxido de Carbono	CO2	2	Kg.

- Revisar el Registro RCon-01 (estadísticas de fallo de los medios de producción y los resultados de control).
 - Revisar el Registro RCF-03 (informe de cantidad y causas de rechazo).
 - Revisar el Registro RCAD-01 (características de calidad, requerimientos del producto y del proceso).
 - Revisar el Registro RVe-03 (defectos de calidad).
6. Comparar los datos del Registro RPPC-03 (programa de producción) con las fases del Modelo del Control Procedimental.

Tabla 15. RPPC- 03 microcervecera "Cuidad Blanca".

RPPC-03. Programa de Producción. Programación y Control de la Producción.							Fecha.		
							18	04	2012
Producto		Tipo		Cantidad		#Lote		Plazo estipulado:	
Cerveza embotellada		Rubia		300lts		01180412		17 días	
Procedimiento de Unidad	Fases	Datos de Ejecución				Recursos	Cantidad	Encargado ID	
		SI	NO	Fecha / Hora Inicio	Fecha / Hora final				
Procesar insumos	Dosificar malta Pilsen	X		18/04/12	18/04/12	MLTP	25 kg	01	
	Iniciar el molino	X		18/04/12	18/04/12			01	
	Verificar el grado de molido	X		18/04/12	18/04/12			01	
	Detener molino	X		18/04/12	18/04/12			01	
	Adicionar agua caliente al tanque de macerado	X		18/04/12	18/04/12	APP	300 lts	01	
	Dosificar la malta molida	X		18/04/12	18/04/12			02	

	Mezclar	X		18/04/12	18/04/12			02
	Recircular el mosto para un filtrado natural	X		18/04/12	18/04/12			02
	Pasar a tanque de cocción	X		18/04/12	18/04/12			02
	Llevar la temperatura a 95°C	X		18/04/12	18/04/12			02
	Adicionarla primera tanda de lúpulo	X		19/04/12	19/04/12	LUP	100 gr	02
	Mezclar	X		19/04/12	19/04/12			01
	Adicionar lúpulos finales	X		19/04/12	19/04/12	LUP	50 gr	01
	Pasar por el intercambiador de calor - Choque térmico	X		20/04/12	23/04/12			01
	Verificar una temperatura de 18°C	X		23/04/12	23/04/12			01
Fermentar /Madurar	Adicionar levadura	X		23/04/12	23/04/12	LVD	500 gr	01
	Revisar temperatura constante durante 6 días	X		23/04/12	29/04/12			02
	Descender temperatura 2°C durante 6 días	X		23/04/12	29/04/12			02
	Revisar cerveza verde	X		29/04/12	29/04/12			01
	Iniciar filtrado	X		29/04/12	29/04/12			01
	Eliminar la levadura	X		29/04/12	29/04/12			01
	Almacenar	X		29/04/12	29/04/12			01
Dar brillo	Adicionar CO ₂	X		29/04/12	29/04/12	CO2	2 lts	02
	Esperar durante 1 día	X		30/04/12	31/04/12			02
	Obtener cerveza lista para envasar	X		31/04/12	04/05/12			02
Envasar	Revisar conexiones eléctricas	X		04/05/12	04/05/12			01
	Revisar dispensador de cerveza	X		04/05/12	04/05/12			01
	Revisar insumos para envasado	X		04/05/12	04/05/12			02
	Iniciar la envasadora	X		04/05/12	04/05/12			02
	Accionar dispensador	X		04/05/12	04/05/12	ETE	900	02
	Colocar envases en su lugar	X		04/05/12	04/05/12			02
	Llenar el recipiente de tapas	X		04/05/12	04/05/12			01
	Colocar etiquetas en su lugar	X		04/05/12	04/05/12			01

*SI/NO: Si o no fue ejecutado y en el orden establecido		
Encargado		
ID	Nombre	Turno
01	Carlos Cardona	Mañana
02	Alex Rengifo	Tarde
Observaciones:		
Firma		

7. Comparar los datos del Registro RPPC-04 (programa de embalaje) con el Modelo Segmento de Producto - Especificación de Materiales y equipo del segmento de Envasado.

Tabla 16. RPPC-04 microcervecera "Ciudad Blanca".

RPPC-04. Programa de Embalaje. Programación y Control de la Producción.					Fecha.		
					18	04	2012
Producto		Tipo		Tamaño de lote.	#Lote	Plazo estipulado:	
Cerveza embotellada		Rubia		300 lts	01180412	1 hora	
Condiciones y especificaciones de Embalaje		Insumos.	Cantidad.	Maquinaria.	Identificación.	Mano de obra.	
Tipo de embalaje.	Condición.						
Botellas	Vidrio 330 ml	Botellas	900	Máquina envasadora y etiquetadora	E_U_EYE	Carlos Cardona	
		Tapas	900				
		Etiquetas	900				
		CZAF	300 lts				
Observaciones:							
Firma							

Tabla 17. Extracto del Modelo Segmento de Producto.

ESPECIFICACION DE EQUIPOS POR SEGMENTO DE PRODUCTO						
Producto	Cerveza Rubia					
ID Equipo	Descripción	Cantidad	Propiedades de equipo			
			ID	Descripción	Valor	Unidad
U_EYE	Clase de la Unidad Contiene los equipos que realizan el envasado y etiquetado	1	CAP_U_EYE	Capacidad de la Unidad de envasado	300	Lts/hora

Tabla 18. Extracto del Modelo Segmento de Producto.

ESPECIFICACION DE MATERIALES POR SEGMENTO DE PRODUCTO						
Producto	Cerveza Rubia					
ID Def. Material	Uso Material	Descripción	Cantidad	Unidad	Propiedades de Material	
					ID	Valor
CZAF	Material consumido	Cerveza lista para envasar	300	Litros		-
CZAE	Material producido	Cerveza lista para comercializar	900	Botellas		
			900	Botellas		
			900	Tapas		
			900	Etiquetas		

8. Revisar los datos del Registro RCF-04 (orden de producción).
9. Comparar los datos del Registro RCF-05 (datos del proceso y progreso de la orden) con etapas y operaciones del Modelo de control procedimental y la lista de personal del Modelo de Definición del Producto (ISA-95)

Tabla 19. RCF-05 microcervecera "Ciudad Blanca".

RCF-05. Informe de datos del proceso y progreso de la orden. Control de Fabricación.							Fecha.		
							18	04	2012
Materias primas.	Cantidad	#Lote	Recursos	Cantidad	#Lote	Insumos	Cantidad	#Lote	
Malta Pilsen	25 kg	112511 AB-01	Agua	300 lts		Botellas	900	301211E T88	
Levadura	500 g	78-080311 C	Energía	10000 KW/h		Tapas	900	081111B T09	
Lúpulo	150g	888989 5-010211	Gas propano	0.05 Lb/h		Etiquetas	900	070512T P77	
Dióxido de carbono	2kg	CE-014755 5-01							

Etapas	Operaciones	Resultado	Fecha/Hora	Mezclas.	Resultado.	Hora	Divisiones	Resultado	Hora
Procesamiento de insumos	Molienda		18/04/2012 – 8:00	Adicionamiento adicionales			-		
	Macerado								
	Filtrado								
	Cocción								
	Enfriamiento	Mosto	23/04/2012 – 8:00						
Fermentado y madurado	Añejamiento		23/04/2012 – 8:001	Adicionado de lev			-		
	Filtrado	Cerveza verde	28/04/2012-8:00						
Brillado				Adicionamiento de CO ₂	Cerveza lista para embotelladas	28/04/2012-8:00 hasta 04/05/2012-8:00			
Envasado	Accionamiento		04/05/2012-8:01						
	Dispensa de cerveza								
	Dispensa de insumos	Cerveza embotellada	04/05/2012-9:00						
Turnos									
MAÑANA 01				TARDE 02			NOCHE 03		
Unidad de Proceso	Encargado.			Unidad de Proceso	Encargado		Unidad de Proceso	Encargado	
Preparación del mosto	Carlos Cardona			Preparación del mosto	Alex Rengifo		Preparación del mosto	Fernando Hurtado	
Fermentación y maduración	Alex Rengifo			Fermentación y maduración	Fernando Hurtado		Fermentación y maduración	Alex Rengifo	
Carbonatación	Fernando Hurtado			Carbonatación	Alex Rengifo		Carbonatación	Carlos Cardona	
Envasado y etiquetado	Fernando Hurtado			Envasado y etiquetado	Alex Rengifo		Envasado y etiquetado	Carlos Cardona	

Observaciones:	
Firma	

Tabla 20. Extracto Modelo Definición del Producto.

RECURSO	FUNCIONES	CANTIDAD	
Operario proceso fabricación cerveza	Realiza operaciones de molido de la malta, ingresar, apertura de válvulas manuales, inicialización de los controladores, terminación y de dosificación de aditivos.	2	Carlos Cardona Alex Rengifo
Jefe de planta	Administrar, coordinar el funcionamiento de la línea de fabricación de cerveza, supervisar el buen desempeño de los empleados y el funcionamiento de los equipos.	1	Ing. José Fernando

10. Comparar los datos del Registro RCF-06 (Informe de seguimiento y supervisión del programa de producción) con el Modelo Segmento de producto en las especificaciones de cada uno de los segmentos.
11. Analizar los datos del Registro RBP-01 (descripción de las acciones de corrección realizadas) con los datos del Registro RCAQ-03 (descripción de procedimiento de eliminación de producto no conforme)
12. Comparar los datos del Registro RCF-07 (control final de la orden de producción) con las Tolerancias del Modelo Objeto de materiales (ISA-95)

Tabla 21. RCF-07 microcervecera "Ciudad Blanca".

RCF-07 Informe final de control de la orden de producción. Control de Fabricación.						Fecha.			
						04	05	2012	
Producto Terminado	Cantidad.	#Lote.	Pruebas de control de calidad	Cumple condiciones.		Fecha y hora.	Encargado		
				SI	NO		Nombre	Identificación	Turno.

Cerveza embotellada	900 botellas	011804 12	Cantidad	x		04/05 /2012 – 9:05	Carlos Cardona	Cod 020304	01
			Presión	X		04/05 /2012 – 9:05	Carlos Cardona	Cod 020304	01
			Etiqueta	X		04/05/ 2012 – 9:05	Carlos Cardona	Cod 020304	01
			Tapa	x		04/05 /2012 – 9:05	Carlos Cardona	Cod 020304	01
Observaciones:									
Firma									

Tabla 22. Extracto del Modelo Objeto de Materiales

Id		CZAE			
Nombre		Cerveza envasada y etiquetada lista para la comercialización.			
Descripción		Producto terminado			
Clase de material asociada		CERVEZAS	ID	CZA	
Procesos realizados		Envasado y etiquetado			
TOLERANCIAS					
PROPIEDAD		MIN	MAX	STANDAR D	Unidad de medida
Presión		18	20		Psi
Cantidad				330	MI
Etiqueta				Cara arriba, centrada	
Tapa				Posición ideal	

13. Comparar los datos del Registro RCAQ-04 (resultados de aseguramiento de la calidad) con los datos del Registro RCAQ-05 (informe de productos rechazados, causas y acciones tomadas).
14. Comparar los datos del Registro RCF-02 (informe de mercancía entrante al taller) con los datos del Registro RAI-02 (informe de mercancía recibida y almacenada).

4.3 TRAZABILIDAD HACIA DELANTE.

1. Comparar los datos del Registro RVe-04 (orden de Expedición) con los datos del Registro REx-03 (orden de transporte).
2. Comparar los datos del Registro REx-01 (seguimiento a la orden de preparación y salida de almacén) con los datos del Registro REx-02 (documentación de expedición). Si se presentan inconsistencia generar un informe de trazabilidad.
3. Comparar los datos del Registro REx-04a (pedido despachado y datos de la orden de expedición) con los datos del Registro REx-01 (seguimiento a la orden de preparación y salida de almacén). Si se presentan inconsistencia generar un informe de trazabilidad.
4. Comparar los datos del Registro REx-4b (informe del producto despachado) con los datos del Registro RTr-01 (informe pedido despachado, rutas seguidas, tiempos de entrega y datos del cliente). Si se presentan inconsistencia generar un informe de trazabilidad.
5. Comparar los datos del Registro RTr-02 (seguimiento a la entrega de pedidos a clientes) con los datos del Registro REx-05 (Comprobante de entrega).
6. Revisar los datos del Registro REx-06 (formato de devolución) y generar un informe de trazabilidad.
7. Revisar los datos del Registro REx-07 (recepción de pedidos rechazados).
8. Revisar los datos del Registro RCF-07 (informe de reprocesamiento del pedido) y generar un informe de trazabilidad.
9. Revisar los datos del Registro RCAQ-06 (informe de descarte de producto) y generar un informe de trazabilidad.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Del desarrollo de este trabajo puede concluirse que:

- Con el resultado obtenido del desarrollo de este proyecto, se dio cumplimiento al objetivo general planteado que fue el de formular un método que permita realizar rastreabilidad del producto de la empresa caso de estudio durante todo su ciclo de vida “Cervecería Ciudad Blanca”, haciendo uso de las estándares ISA y del modelo SIEMENS-FIET. definiendo los bloques funcionales, las interfaces de un sistema básico de trazabilidad y los flujos de información necesarios entre los ámbitos del Modelo SF.
- Dentro del procedimiento de trazabilidad es de gran importancia la creación de registros ordenados, con los cuales, se logra hacer el rastreo a todo el ciclo de vida del producto logrando identificar los puntos críticos de control convirtiendo así, este procedimiento en una herramienta de calidad.
- El uso del modelo Siemens FIET facilitó la definición del método de trazabilidad por que organiza la empresa en ámbitos funcionales encargados de realizar funciones propias de planeación, ejecución, verificación de los procesos y propone flujos de materiales y de información entre los diferentes ámbitos integrando y coordinando de esta forma la información necesaria para hacer trazabilidad.
- El modelo SIEMENS-FIET logra abarcar los tres tipos de trazabilidad debido a que permite la integración de toda la información referente a la producción y a los procesos que ocurren antes y después de ésta, al integrar el estándar ISA-95 y el modelo CIM de SIEMENS, permite abarcar todos los procesos de la empresa e integrarlos.
- La definición de un método para realizar trazabilidad de forma manual permite a pequeñas empresas productoras que no cuentan con la capacidad económica para adquirir e implementar herramientas software, poner en funcionamiento procedimientos que permitan el mejoramiento y el aseguramiento de la calidad de sus productos y procesos, sin necesidad de hacer grandes inversiones de dinero, en recursos, capacitación y contratación de servicios, entre otros.
- El desarrollo de proyectos de trazabilidad en las empresas son de gran importancia, porque permiten a éstas gestionar y organizar la empresa de manera más eficiente y así ser más competitivas en el medio en el que se encuentren.
- La implementación de sistemas de trazabilidad ofrecen una serie de beneficios a las empresas productoras como mayor eficiencia en procesos productivos, control absoluto de los productos, mejora la gestión de costes, de operaciones y seguridad sobre la calidad ofrecida.
- El método de trazabilidad propuesto permite obtener información de todos los controles pasados por cada partida del producto, para que en caso de errores poder

encontrar el punto exacto donde se ha producido y los lotes defectuosos, además, localizar el producto y al cliente, en caso de que el producto se encuentre en la fase de comercialización y retirar rápidamente el resto del lote que se encuentre defectuoso.

- La implementación de un método de trazabilidad en las empresas permite y facilita la detección de posibles fallos, defectos de calidad y problemas de producción tanto en los medios de producción como en los productos.
- El desarrollo de este proyecto, permite abarcar un nuevo campo en el ámbito de la automatización dentro del programa.

Por otra parte, culminado este trabajo se recomienda:

- Tomar la información contenida en este proyecto para futuras aplicaciones de trazabilidad, debido a que este procedimiento puede eventualmente extenderse, bajo ciertas consideraciones, a empresas fabricantes de otros productos.
- El proyecto puede hacer parte de proyectos más grandes que busquen proponer Sistemas de Gestión de Calidad, teniendo en cuenta la normatividad actual y estándares internacionales de integración empresarial.
- Adecuar el método desarrollado haciendo uso de herramientas software como: FactoryTalk Historian Clásico, FactoryTalk Transaction Manager o algunos ERPs que permiten hacer un seguimiento de los registros realizados.
- Hacer acercamientos del método generado a otro tipo de empresas e industrias, donde se pueda reconocer el alcance de éste.
- Hacer un estudio experimental dentro de una empresa productora, que busque implementar el método y verificar si cumple con las especificaciones que se requieren.
- Dirigir trabajos futuros orientados a la integración de información de todos los procesos, el control y la verificación del cumplimiento de las especificaciones, encaminados hacia la búsqueda de un Sistema de Gestión de Calidad.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] Asociación de Industrias Agroalimentarias. **“Guía básica de gestión de trazabilidad en el sector alimentario de Navarra, Subsector Industrias de Elaboración de Bebidas”**. Reporte Técnico Gobierno de Navarra. 6a Edición. 2006.
- [2] B. Garcés, O. Herrera. **“Sistema de Trazabilidad Para el Aseguramiento de la Calidad en la Industria Licorera del Cauca (I.L.C.)”**, Tesis de pregrado, Ingeniería en Automática Industrial, Universidad del Cauca Colombia 2008.
- [3] A. Satizabal, J. Viveiros, **“Especificaciones Para el Diseño de un Sistema Basado en la Tecnología RFID Para la Administración de los Servicios de Identificación, Registro y Préstamo de Libros en la Biblioteca José María Serrano de la Universidad del Cauca”**, Tesis de pregrado, Departamento de Telecomunicaciones, Universidad del Cauca Colombia 2009.
- [4] G. Ramírez, **“Marco de Referencia Para la Integración de Sistemas Físicos y Aplicaciones Software Desde la Alternativa RFID”**, Tesis de Maestría, Maestría en Telemática, Universidad del Cauca Colombia 2005.
- [5] Comité de trazabilidad alimentaria. **Definiciones de Trazabilidad**. Reporte Técnico AECOC. 2008.
- [6] Mobile Systems, **“Trazabilidad Tendencia Actuales en Mercados Externos y Retail”**, Artículo 2006.
- [7] IICA, Mercosoft Consultores. **“Trazabilidad”**. Reporte Técnico. Asociación Rural del Uruguay. Agosto. 2011
- [8] Consejería de agricultura, pesca y alimentación. **“Trazabilidad y Seguridad Alimentaria”**, Reporte Técnico, Gobierno de Canarias 2004.
- [9] I. De Felipe, J. Briz. **“Seguridad y trazabilidad alimentaria en el contexto Internacional. Crisis y Evaluación de riesgos”**, Boletín económico de ICE N° 2790, Madrid 2004.
- [10] V. De Las Cuevas, **“Trazabilidad Avanzado: Guía práctica para la aplicación de un sistema de trazabilidad en una empresa alimentaria”**, Ideaspropias, 2009, pp. 41-42-46
- [11] Comisión Europea. **“Reglamento (CE) N° 178/2002”**. Normativa Internacional Agosto de 2006.
- [12] IESoft. **“GS1 Colombia”**. Reporte Técnico. Junio de 2010.

- [13] Asociación de Productores Avícolas de Chile. **“Manual De Trazabilidad Industria Avícola”**, Artículo Versión III, 2005 Chile.
- [14] A. Rovira, **“Gestión de la Trazabilidad en la Industria Cervecera”**, *ADBRAINTAGE*, S. A, Artículo, Barcelona 2003.
- [15] E. Abad, F. Palacio, M. Nuin , A. González de Zárate, A. Juarros, J.M. Gómez , S. Marco, **“RFID Smart Tag For Traceability and Cold Chain Monitoring of Foods: Demonstration in an Intercontinental Fresh Fish Logistic Chain”**, Article, Journal of Food Engineering 93 (2009) 394–399.
- [16] B. Ramesh, M. Jarke, **“Towards Reference Models For Requirements Traceability”**, Artículo, Atlanta 1999.
- [17] A. Regattieri, M. Gamberi, R. Manzini, **“Traceability of food products: General framework and experimental evidence”**, Artículo Departamento de Plantas industriales y Mecánicos, Universidad de Bologna.
- [18] F. Verdenius, N. Koenderink, **“Designing Traceability Systems”**, Wageningen University and Research Center Agrotechnology and Food Innovations b.v. Netherlands 2003.
- [19] J. Udoka, **“The Role of Automatic Identification (Auto ID) in The Computer Integrated Manufacturing (CIM) Architecture.”** Department of Industrial Engineering University of Wisconsin, USA 2003.
- [20] M. Carvajal Guerra y L. Ríos Alvares, **“La Trazabilidad Como Herramienta Para la Normalización Y Evaluación del Contenido Neto de los Productos de la Línea de Extruido de Helados Colombina”**, Tesis de pregrado, Ingeniería de Producción, Universidad EAFIT Colombia 2010.
- [21] RFID Magazine, **“Familia Sancela: Visibilidad completa con RFID”**, Artículo Colombia 2007.
- [22] RFID-Spain.com. **“La fábrica de galletas colombiana Noel despliega un proyecto piloto RFID con soluciones de Oracle”**, Artículo Colombia Febrero 2006.
- [23] **“Estructura Gremial e Institucional Café de Colombia (Trazabilidad de Cafés Especiales)”** Colombia 2006.
- [24] A. Alvares. **“Manufactura Integrada Por Computador”**. Tecnologia CIM Grupo de Automação e controle (GRACO). Universidade de Brasília.
- [25] UNICEN **“Sistemas de Información Para Administración de Operaciones”**, Manufactura Integrada por Computador, presentación 2003.

- [26] H. Kbaumgartner, K. Knischewski, H. Wieding. **“CIM Consideraciones básicas”**. Siemens Aktiengesellschaft & Marcombo, Barcelona, 1991.
- [27] D. Gómez, C. Manquillo, **“Adecuación del Modelo Siemens a las Normas ISA S88 e ISA S95 Con Aplicación Ilustrativa A Caso De Estudio”**, Tesis de Pregrado, Ingeniería en Automática Industrial, Universidad del Cauca Colombia, 2007.
- [28] ISA S88.01. **”Batch Control. Part 1: Models and Terminology”**. International Society for Measurement and Control. 1995.
- [29] ISA 95 **“the international standard for the integration of enterprise and control systems”**. International Society for Measurement and Control. 1995.
- [30] F. Vidal y L. Muñoz. **“Implementación ISA S-95 en un Caso de Estudio”**. Tesis de Pregrado. Ingeniería en Automática Industrial, Universidad del Cauca Colombia, 2007
- [31] International Society Automation. **“Enterprise-Control System Integration Part 3: Activity Models Manufacturing Operations Management”**. Standard ISA-95.03. 2006.
- [32] S. Garrido, **“Modelado de WorkFlow con Redes de Petri Coloreadas”**, Tesis De Maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México 2005.
- [33] WorkFlow Management Coalition. **“Terminology and Glossary”**. Technical report, WorkFlow Management Coalition, Brussels. 1996.
- [34] C. Conty Gago y A. García Moreno, **“Tecnología del WorkFlow y su Aplicación en la Industria Farmaceutica”**, Artículo, Septiembre 1999.
- [35] W.M.P. van der Aalst. **“The Application of Petri Net to WorkFlow Management”**. Technical Report. Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherland. 2001
- [36] O. Rojas, **“Revisión Bibliográfica de Workflow Nets (Wf-Nets) en la Integración Empresarial”**, Artículo, Universidad del Cauca Colombia, 2006.