

**ADECUACIÓN DEL MODELO SIEMENS A LAS NORMAS ISA S88 E ISA S95
CON APLICACIÓN ILUSTRATIVA A CASO DE ESTUDIO**



**Diana Consuelo Gómez Muñoz
Carlos Enrique Manquillo**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
POPAYÁN
2007**

**ADECUACIÓN DEL MODELO SIEMENS A LAS NORMAS ISA S88 E ISA S95
CON APLICACIÓN ILUSTRATIVA A CASO DE ESTUDIO**

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

Diana Consuelo Gómez Muñoz
Carlos Enrique Manquillo

Director
Juan Martín Velasco Mosquera
Magister

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
POPAYÁN
2007**

Nota de Aceptación

Director

Msc. Juan Martín Velasco

Jurado

Msc. Mariela Muñoz Añasco

Jurado

Esp. Oscar Amauri Rojas Alvarado

Fecha de sustentación: Popayán, Febrero de 2007

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo, manifiestan sus agradecimientos a su director, Msc. Juan Martin Velasco, al grupo de Automatización Industrial, a la Universidad del Cauca, amigos y compañeros, quienes contribuyeron con el desarrollo de este trabajo.

“La esencia de la grandeza radica en la capacidad de optar por la propia realización personal y profesional en circunstancias en que otras personas optan por la locura”

Wayne W. Dyer

Por que mis triunfos no son míos, son de las personas que amo:

*A mi mamá por brindarme su amor que no contempla imposibles,
A mi Papa por la confianza que siempre a depositado en mi,
A mis abuelitos por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida,
A mis hermanas Cristina y Sofía, por su amistad, cariño y comprensión,
A Camilo por estar siempre ahí, para mí, dándome valor para estar sola.*

DIANA

*Mis límites se desvanecen ante la determinación y
la perseverancia por alcanzar firmes propósitos...
Aún enfrentando circunstancias adversas, he encontrado fortaleza en
Dios, fé en mí mismo y aliento en personas de afectos sinceros...*

*A mi madre, María Nelly, a Claudia por creer en mí
A mi familia, amigos, profesores y a la Universidad del Cauca*

CARLOS

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. CONCEPTOS TEÓRICOS IMPORTANTES	16
1.1 MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADOR CIM (<i>Computer Integrated Manufacturing</i>).....	16
1.2 MODELO CIM DE SIEMENS	16
1.3 NORMAS ISA 88 e ISA 95	20
2. METODOLOGÍA PARA LA ADECUACIÓN DEL MODELO A LA NORMA.....	27
2.1 DOCUMENTACIÓN	27
2.2 ANÁLISIS	28
2.3. ADECUACIÓN.....	34
3. MODELO RESULTANTE	45
4. APLICACIÓN ILUSTRATIVA AL CASO DE ESTUDIO	100
4.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	100
4.2 APLICACIÓN DEL MODELO RESULTANTE A LA EMPRESA MOSCA LTDA.....	100
4.3 APLICACIÓN DE LA NORMA ISA 88 A LA EMPRESA MOSCA LTDA	112
4.3.1 Modelo Físico	113
4.3.2 Modelo de Control Procedimental	116
4.3.3 Modelo de Proceso.....	122
4.3.4 Relación del Modelo de Control Procedimental, El Modelo Físico y el Modelo de Proceso en la Empresa Mosca.....	124
5. MODELO CIM DE SIEMENS MEJORADO VISTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CONTROL.....	125
5.1 SISTEMA DE CONTROL EN MALLA CERRADA.....	125
5.2 ANALOGÍA DEL SISTEMA DE CONTROL EN MALLA CERRADA Y EL MODELO CIM DE SIEMENS MEJORADO	126
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135
7. BIBLIOGRAFÍA	137

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Niveles jerárquicos de una empresa de producción	17
Figura 2. Ámbitos Funcionales del modelo CIM de Siemens.....	19
Figura 3. Modelo de Proceso	22
Figura 4. Modelo Físico	22
Figura 5. Modelo de Control Procedimental.....	23
Figura 6. Relación entre modelos	23
Figura 7. Jerarquía Funcional	24
Figura 8. Modelo Físico según la norma S95.....	25
Figura 9. Modelo Funcional	26
Figura 10. Modelo de Objetos.....	26
Figura 11. Estructura Interna PE.....	48
Figura 12. Estructura Interna CI.....	51
Figura 13. Estructura Interna CAQ.....	54
Figura 14. Estructura Interna VENTAS	57
Figura 15. Estructura Interna COMPRAS	60
Figura 16. Estructura Interna PPC	65
Figura 17. Estructura Interna CAD.....	68
Figura 18. Estructura Interna CAP	72
Figura 19. Estructura Interna Control de Fabricación	76
Figura 20 Estructura Interna Entrada de Mercancías	79
Figura 21. Estructura Interna Almacén	82
Figura 22. Estructura Interna Transporte	84
Figura 23. Estructura Interna Fabricación de Piezas y/o Montaje.....	87
Figura 24. Estructura Interna Expedición	90
Figura 25 Estructura Interna Banco de Pruebas	93
Figura 26 Estructura Interna Embalaje	96
Figura 27 Estructura Interna Conservación	99
Figura 28. Modelo CIM Dinámico.....	102

Figura 29. Modelo CIM Dinámico.....	103
Figura 30. Simbología utilizada en los diagramas de flujo	103
Figura 31. Procedimiento PPC.....	105
Figura 32. Subprocedimiento 3PPC: “Planificación de Cantidades”	106
Figura 33. Subprocedimiento 1PPC:”Establecimiento de Programas”.....	106
Figura 34. Subprocedimiento 2 PPC: Planificación del Programa de Producción.....	107
Figura 35. Subprocedimiento 6 PPC: Lanzamiento de la Orden de Trabajo	107
Figura 36. Procedimiento 8.1: Control de Fabricación	108
Figura 37. Subprocedimiento 1 CF: “Administración de Órdenes de Trabajo”	109
Figura 38. Subprocedimiento 2/3 CF: “Lanzamiento de Órdenes de Fabricación y Flujo de Materiales”	109
Figura 39. Proceso 8.2: Montaje	110
Figura 40. Proceso de Montaje detallado	111
Figura 41. Modelo Físico	113
Figura 42. Distribución de Planta en la Empresa Mosca	115
Figura 44. Procedimiento para producir una bicicleta Mosca	118
Figura 45. Procedimiento de la Célula de Trabajo Enradiar Llantas	118
Figura 46. Procedimiento de la Célula de Trabajo Ensamblar	119
Figura 47. Procedimiento de la Célula de Trabajo Embalar.....	121
Figura 48. Modelo de Proceso	122
Figura 49. Modelo de Proceso en la empresa Mosca.....	123
Figura 50. Relación entre modelos para el caso de Mosca	124
Figura 51. Control en malla cerrada.....	125
Figura 52. Control en malla cerrada.....	127
Figura 53. Flujo de Información dentro del Controlador	128
Figura 54. Flujo de Información dentro del Proceso	132

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Funciones CIM de Siemens que cumplen con la actividad a) del nivel 4.	29
Tabla 2. Funciones CIM de Siemens que cumplen con la actividad e) del nivel 3.	30
Tabla 3. Convención de colores.....	31
Tabla 4. Identificación de funciones dentro del ámbito Ventas.	32
Tabla 5. Análisis de flujo de información.....	33
Tabla 6. Flujo de información CIM de acuerdo con ISA.....	34
Tabla 7. Funciones ISA que no se encuentran bien especificadas en el modelo CIM de Siemens	35
Tabla 8. Funciones de ISA que se encuentran especificadas	41
en el modelo CIM de Siemens como flujo de datos.	41
Tabla 9. Tabla de similitudes entre los flujos de información.....	43
Tabla 10. Funciones Planificación de la Empresa	46
Tabla 11. Flujo de Información desde y hacia PE.....	47
Tabla 12. Funciones Contabilidad Industrial.....	49
Tabla 13. Flujo de Información desde y hacia CI.....	50
Tabla 14. Funciones Garantía de calidad asistida por computador CAQ	52
Tabla 15. Flujo de Información desde y hacia CAQ.....	53
Tabla 16. Funciones de Ventas	55
Tabla 17. Flujo de Información desde y hacia Ventas	56
Tabla 18. Funciones de Compras.....	58
Tabla 19. Flujo de Información desde y hacia Compras	59
Tabla 20. Funciones de Programación y Control de la Producción PPC	61
Tabla 21. Flujo de Información desde y hacia PPC	63
Tabla 22. Flujo de Información interna PPC	64
Tabla 23. Funciones de Diseño Asistido por computador CAD	66
Tabla 24. Flujo de Información desde y hacia CAD	67
Tabla 25. Funciones de Planificación Asistida por ordenador CAP	69
Tabla 26. Flujo de Información desde y hacia CAP	70

Tabla 27. Funciones de Control de Fabricación.....	73
Tabla 28. Flujo de Información desde y hacia Control de Fabricación.....	74
Tabla 29 Funciones de Entrada de Mercancías.....	77
Tabla 30. Flujo de Información desde y hacia Entrada de Mercancías.....	78
Tabla 31. Funciones de Almacén.....	80
Tabla 32. Flujo de Información desde y hacia Almacén.....	81
Tabla 33. Funciones de Transporte	83
Tabla 34. Flujo de Información desde y hacia Transporte	83
Tabla 35. Funciones de Fabricación de Piezas/ Montaje.....	85
Tabla 36. Flujo de Información desde y hacia Fabricación de Piezas	86
Tabla 37. Funciones de Expedición	88
Tabla 38. Flujo de Información desde y hacia Expedición	89
Tabla 39. Funciones de Banco de Pruebas	91
Tabla 40. Flujo de Información desde y hacia Banco de Pruebas	92
Tabla 41. Funciones de Embalaje.....	94
Tabla 42. Flujo de Información desde y hacia Embalaje.....	95
Tabla 43. Funciones de Conservación.....	97
Tabla 44. Flujo de Información desde y hacia Conservación.....	98
Tabla 45. Convención de Colores.....	101
Tabla 46. Convenciones de procedimiento y operaciones.....	118
Tabla 47. Descripción de fases para las operaciones del procedimiento de célula de trabajo ‘ensamblar’	120
Tabla 48. Descripción de fases para las operaciones del procedimiento de célula de trabajo ‘embalar’	121
Tabla 49: Convenciones para la figura 49	122

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Identificación de Actividades

Anexo B Mapeo de las Funciones del Modelo Funcional ISA 95 en los Ámbitos del Modelo CIM de Siemens

Anexo C Análisis de Flujo de Datos

Anexo D Reseña de la Empresa Mosca Ltda. y Descripción del proceso de ensamble realizado.

Anexo E Aplicación del modelo resultante a la Empresa Mosca Ltda.

RESUMEN

El siguiente trabajo presenta una metodología general de aproximación entre el modelo CIM de Siemens y las normas ISA S-88 e ISA S-95; el trabajo recoge una serie de elementos de análisis comparativo entre las actividades, funciones y flujo de información referenciadas por las normas y los diferentes ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens con su respectivo intercambio de información, con el fin de obtener un modelo CIM de Siemens adecuado, que cumpla con las normas mencionadas. Así mismo se valida el modelo resultante mediante la aplicación ilustrativa a un caso de Estudio: "Empresa Mosca Ltda." Y se plantean trabajos futuros.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los fabricantes han centrado sus esfuerzos en encontrar una forma de aumentar la productividad por medio del uso y aprovechamiento de nuevas tecnologías de cómputo con el fin de mantener la competitividad, que se ha convertido en una cuestión primordial en todas las empresas.

En el pasado, las medidas encaminadas al incremento de la productividad se centraban en modernizar las técnicas de producción mientras que la automatización se aplicaba en ámbitos parciales [1]. Actualmente el flujo integrado de información entre todas las áreas de la empresa tiene tanta importancia para la rentabilidad de la empresa como el propio proceso de producción y puede decirse que contribuye, estratégicamente hablando, a incrementar la productividad y crear una empresa más competitiva.

La resolución de este problema logístico de información ha conducido al concepto de CIM [1]. El objetivo de los sistemas CIM es integrar las distintas áreas funcionales de una organización productora de bienes a través de flujos de materiales e información, mediante la automatización y coordinación de sus distintas actividades, utilizando el soporte de plataformas de “hardware”, “software” y comunicación [2].

Muchas empresas han invertido en modelos de integración CIM como un proyecto a largo plazo y de gran complejidad con el fin de alcanzar objetivos técnicos y económicos teniendo en cuenta condiciones marginales internas y externas, entre ellas la empresa Siemens.

Posteriormente al surgimiento del modelo CIM de Siemens, la Sociedad Internacional para la Medición y el Control ISA (*The International Society for Measurement and Control*), acorde con su misión de contribuir con el desarrollo de tecnologías para el control de procesos y automatización, en un esfuerzo por estandarizar la estructura para diseñar y configurar los sistemas de Integración, creó comités de estudios de los cuales se han desprendido desarrollos como la norma S-88 [3] y la norma S-95 [4], referentes al control por lotes y Control de Empresa respectivamente.

Dado que el modelo CIM de Siemens surgió mucho antes que los actuales estándares ISA 88 e ISA 95, los cuales consideran aspectos de producción y

aspectos administrativos respectivamente, es posible apreciar algunas diferencias y distanciamientos entre estas normas y el mencionado modelo en el momento de su implementación en la empresa; estos distanciamientos se concretan en el número de funciones, el detalle de tratamiento de información, entre otras. Esto representa un inconveniente de tipo práctico para el grupo de investigación en automatización Industrial de la Universidad del Cauca, que ha venido utilizando en sus trabajos el modelo de Siemens.

El presente proyecto pretende, por tanto, encontrar una metodología alternativa eficiente, que permita adaptar el modelo para Manufactura Integrada por Computador (CIM) de Siemens a las normas ISA S-88 e ISA S-95 y de esta manera generalizar la integración de las diferentes áreas de la empresa.

El documento contiene seis capítulos en los cuales se muestran los resultados del trabajo desarrollado. Inicialmente se introduce al lector en el conocimiento de algunos conceptos teóricos necesarios para la comprensión del proyecto, así como también se muestran los modelos auxiliares que se tomaron como referencia. Posteriormente, se explica la metodología propuesta para adecuar el Modelo a las Normas ISA; seguidamente se describe el modelo resultante destacando los aportes realizados a éste. Para validar el modelo se efectúa una aplicación ilustrativa al caso de estudio: "Empresa Mosca Ltda." Finalmente se plantean trabajos futuros y se destacan algunas conclusiones. Adicionalmente, se presenta una documentación correspondiente a los anexos que tiene como finalidad mostrar de una manera más detallada el trabajo realizado así como información general acerca de la empresa caso de estudio.

1. CONCEPTOS TEÓRICOS IMPORTANTES

1.1 MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADOR CIM (*Computer Integrated Manufacturing*)

Al término se refirió por primera vez Harrington, J. en 1973 [5]. El modelo CIM es un modelo ideal que permite integrar las distintas áreas funcionales de una organización productora de bienes a través de flujos de materiales e información, mediante la automatización y coordinación de sus distintas actividades como: la percepción de la necesidad de un producto; la concepción, el diseño y el desarrollo del producto; también la producción, marketing y soporte del producto en uso [6], utilizando el soporte de plataformas de “hardware”, “software” y comunicación [2].

Los beneficios derivados de una implementación CIM pueden ser tangibles, tales como calidad más alta, inventario reducido, menos espacio de piso y un flujo de productos y materiales más ordenado. Así mismo, pueden tenerse otros beneficios intangibles: flexibilidad en los procesos, mejor programación de la producción, menor tiempo de rendimiento y de producción, y rápida respuesta ante cambios en el mercado, entre otros. Los beneficios intangibles son más difíciles de cuantificar; la dificultad surge en gran parte porque estos beneficios representan un incremento de ingresos más que un ahorro de costos [6].

Debido a los beneficios que conlleva la implementación de sistemas CIM, al final de la década de los 70's, algunos fabricantes de hardware como IBM, DEC, Honeyweell-Bull, entre otros, construyeron sus propios modelos CIM, modelos que fueron muy reconocidos en ese periodo [7]. A continuación se mencionan algunos modelos CIM existentes [2]:

- Concepto CIM de IBM
- Modelo jerárquico NIST-AMRF
- Concepto CIM de “Digital Equipment Corporation”
- Modelo Amherst-Karlsruhe
- Modelo CIM de Siemens

1.2 MODELO CIM DE SIEMENS

Este modelo 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 [8]. De este modelo se tienen como características principales las siguientes [2]:

- Identifica un conjunto de funciones principales de un ambiente CIM: CAD, CAM, CAP, PPC, CAQ, etc., a las que es preciso integrar
- Distingue el ambiente CIM del ambiente CAO (“Computer-Aided Organization”), donde se tratan aspectos meramente administrativos, integrándolos
- 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”

Siemens basa su modelo en intercambios de información entre sus ámbitos; 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[1]:

- ¿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?

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 figura 1 [1].

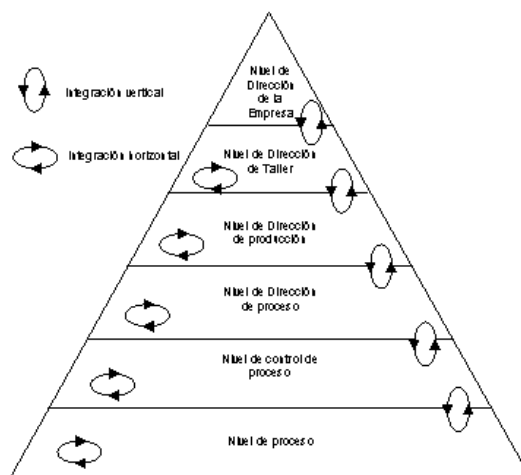


Figura 1 Niveles jerárquicos de una empresa de producción

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 si; con ello es posible descargar considerablemente una red de comunicaciones. Los niveles de esta pirámide se describen a continuación [1]:

Nivel de dirección de la empresa: Este 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.

Ámbitos Funcionales del Sistema CIM de Siemens. Este modelo proyecta la empresa automatizada a partir de relaciones específicas entre todos los ámbitos, desde la manufactura hasta la administración de la empresa, lo que evita la duplicidad de funciones y la inexistencia de responsabilidades y relaciones vitales para la empresa. La forma en que ellos se interrelacionan se presentan en la Figura 2 [1].

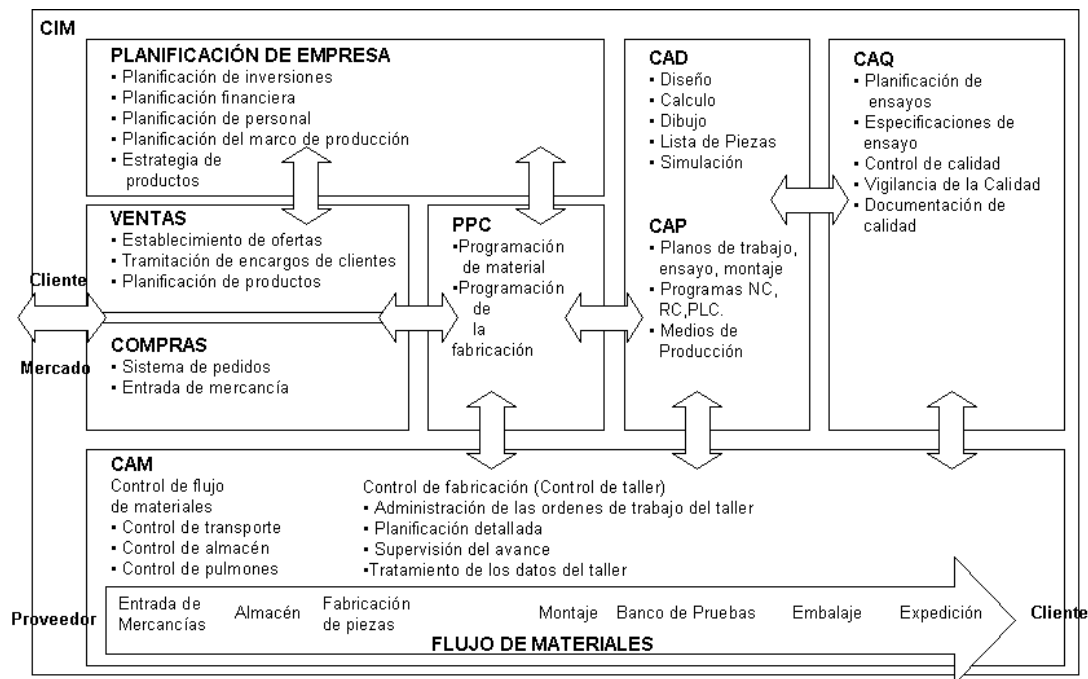


Figura 2. Ámbitos Funcionales del modelo CIM de Siemens

A continuación se describe brevemente algunos de los ámbitos establecidos en la figura 2.

Planificación de la Empresa PE: Este ámbito, a través del análisis de las condiciones marginales específicas del mercado, deduce y pronostica el futuro desarrollo y orientación de la empresa, a partir de estos pronósticos, se formulan objetivos y se deducen las medidas necesarias para alcanzarlos [6].

Ventas: Representa la Interfaz entre la empresa y el cliente o el mercado de ventas. Basándose en los análisis de mercado, la sección de ventas promueve los desarrollos o modificaciones de los productos [6].

Compras: La sección centralizada que resuelve los problemas de suministro, asegurando por una parte el abastecimiento a costos mínimos y aprovechando por otra parte todas las oportunidades del mercado para lograr el máximo beneficio[6].

Contabilidad industrial: engloba todas las funciones que sirven para determinar y vigilar los caudales monetarios y de servicio que se producen en el taller, tanto en cantidad como en valor, también sirve para controlar la rentabilidad de los procesos que tienen lugar en el taller, facilitando a la dirección de la empresa la documentación necesaria para futuras planificaciones[6].

Planificación y Control de la Producción o PPC ("Production Planning and Control"): Designa la utilización de sistemas informáticos para organizar la producción, realizar el control y el seguimiento de las distintas fases de producción. Las funciones principales son: la programación de la producción y el seguimiento de las órdenes[2].

Diseño Asistido por Computadora o CAD: En las industrias de procesos, las herramientas CAD se orientan al diseño de procesos y de producto. Los modelos geométricos, dibujos y listas de piezas generados por el módulo CAD constituyen la base para el establecimiento de los procesos de trabajo (CAP), la programación NC, el establecimiento de procesos de verificación (CAQ) y la documentación técnica [2].

Planificación Asistida por Computador o CAP: Es la designación de la informatización aplicada a la preparación de los planes, procesos de trabajo y a la planificación de la producción a largo plazo [2].

Calidad Asistida por Computadora o CAQ ("Computer Aided Quality"): Abarca todas las funciones que aseguren y mantengan la calidad del producto. Incluye la realización de estudios estadísticos y la generación de documentación. CAQ puede servirse de los medios técnicos auxiliares disponibles en CAD, CAP y CAM [2].

Manufactura Asistida por Computadora o CAM ("Computer Aided Manufacturing"): Ésta consiste en la asistencia de los sistemas informáticos, a nivel de planta, en la adquisición de datos, en la gestión y el control de las instalaciones de proceso, de los recursos (equipos, servicios, transportes), del almacén, en la supervisión de las líneas, en el mantenimiento de equipos, diagnóstico, etc. El módulo CAM se encuentra en el ámbito operativo y logístico de una empresa, abarcando los niveles de: proceso, control de proceso, dirección de proceso y dirección de producción [2].

1.3 NORMAS ISA 88 e ISA 95

La Sociedad Internacional para la Medición y el Control ISA (*The International Society for Measurement and Control*), acorde con su misión de contribuir con el desarrollo de tecnologías para el control de procesos y automatización, en un esfuerzo por estandarizar la estructura para diseñar y configurar los sistemas de Integración, creó Comités de Estudio de los cuales se han desprendido desarrollos

como la norma S-88 [3] y la norma S-95 [4], referentes al control por lotes y control de empresa, respectivamente.

Aunque ambos estándares están orientados hacia el mismo resultado final, son diferentes en la metodología. La norma S95, orientada hacia la definición del intercambio de flujo de trabajo y de información, está, por su naturaleza, basada en una estructura más flexible de funciones de dirección de manufactura (producción), que interactúa con los requisitos de negocio y no se dirige directamente a las actividades de control de proceso. Dado que la S88 está orientada hacia la ejecución física de trabajo, se basa en una estructura conceptual bien definida orientada al equipo y una jerarquía de funciones de control que comprende las funciones de dirección de manufactura y se extiende hasta el más mínimo equipo de manufactura [9].

1.3.1 Norma ISA 88. La norma ISA S-88 surgió de la necesidad de resolver los problemas de automatización de las industrias en el área de los medicamentos y/o alimentos, las cuales presentaban procesos comunes y repetitivos de procesos por Lotes, que a la hora de implantar sus sistemas presentaban los siguientes problemas básicos [10]:

1. Inexistencia de un modelo universal para el control de Lotes
2. Dificultad de los usuarios para comunicar sus requerimientos
3. Dificultad de los ingenieros al integrar soluciones
4. Dificultad de ingenieros y usuarios al configurar los sistemas

Por estas razones se creó el Comité SP88 (Standards & Practices), el cual desarrolló la norma S-88 en dos partes [10], aunque actualmente existe una tercera y una cuarta aún está en desarrollo:

- S-88.01 Control por Lotes parte 1: Modelos y terminologías
- S-88.02 Control por Lotes parte 2: Estructura de Datos y definición de interfaces y lenguajes
- S-88.03 Control por Lotes parte 3: Receta General y de Sitio [11]
- S88.04 Control por Lotes parte 4: Registros de Producción. Esta parte de la norma se encuentra en desarrollo [12]

Esta norma 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 a los equipos necesarios 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; y el Modelo de Proceso, que proporciona información acerca de cómo se obtiene el producto.

Un proceso batch puede organizarse jerárquicamente en etapas, operaciones y acciones, dentro de lo que se conoce como Modelo de Proceso, mostrado en la Figura 3 [3].

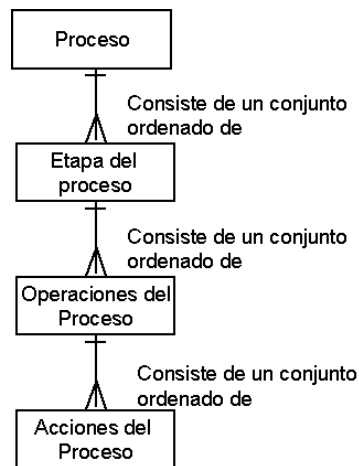


Figura 3. Modelo de Proceso

Los recursos físicos de una empresa involucrados en la fabricación por lotes son usualmente organizados en un modo jerárquico como se describe en la Figura 4, que constituye el Modelo Físico [3].

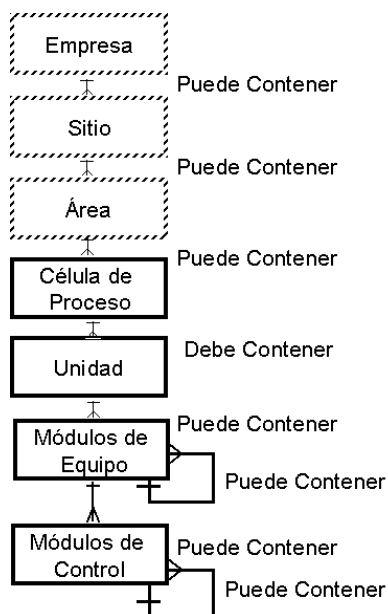


Figura 4. Modelo Físico

Los procesos por lote tienen como característica el Control Procedimental. En la Figura 5 se ilustra el Modelo Control Procedimental, el cual está compuesto por elementos procedimentales que se combinan de una manera jerárquica para lograr la tarea de un proceso completo definido por el Modelo de Proceso [3].

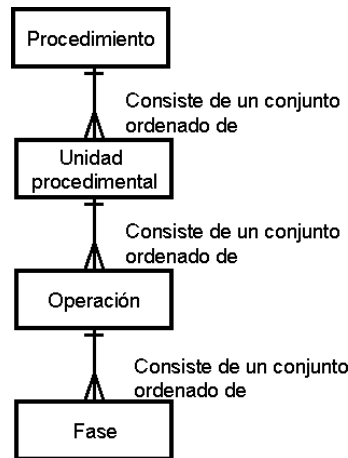


Figura 5. Modelo de Control Procedimental

La relación entre los tres modelos descritos anteriormente se muestra a continuación en la Figura 6 [3].

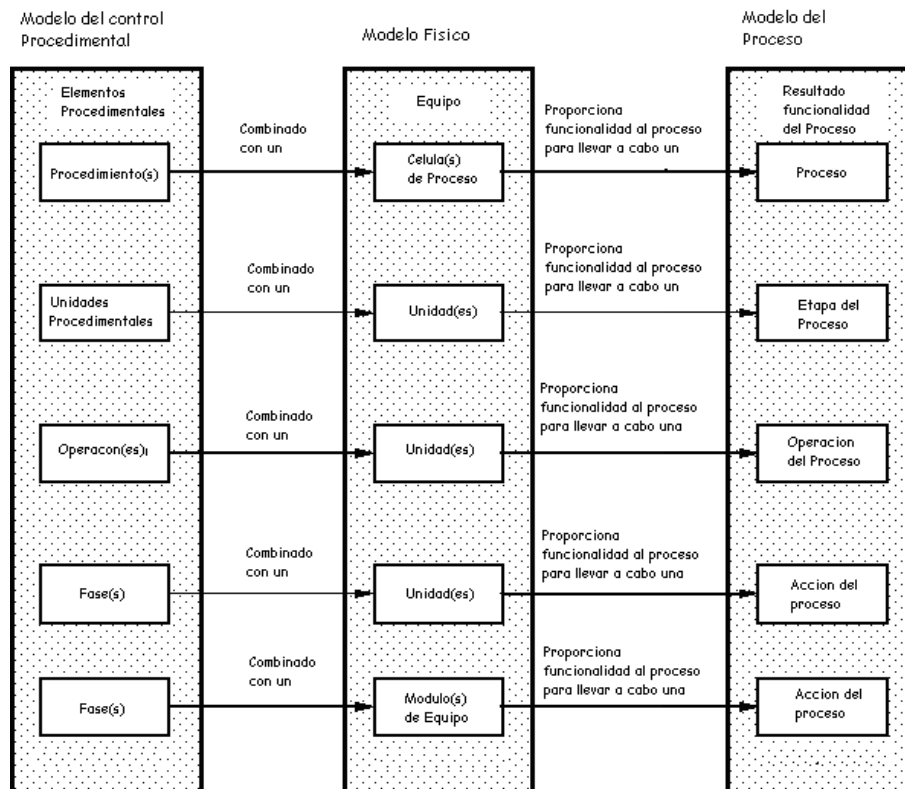


Figura 6. Relación entre modelos

1.3.2 Norma ISA 95. El desarrollo de la norma ISA 95 inició en 1995; aunque son pocos años atrás, el interés en esta norma se ha venido incrementando continuamente [13]. Ésta provee los modelos y terminologías para la definición de interfaces entre el sistema de negocios y el sistema de control de manufactura, buscando una fácil integración de las operaciones durante todo el ciclo de producción sin tener en cuenta el grado de automatización actual del proceso. La norma S95 considera seis partes de las cuales tres están desarrolladas y las otras se encuentran en realización [14]:

- S95.00.01 Parte 1: Modelos y Terminologías (publicada en el 2000), pone a disposición modelos y terminologías estándar en cuanto a la definición de las interfaces entre los sistemas comerciales de una empresa y sus sistemas de control en la producción
- S95.00.02 Parte 2: Estructuras y Atributos de los Datos (publicada en el 2001)
- S95.00.03 Parte 3: Modelos de Actividad de la Administración de Operaciones de Manufactura (Publicada en el 2005)

La norma S95 parte 1, brinda modelos en múltiples niveles de detalle y abstracción, cada modelo incrementa el nivel de detalle respecto del modelo anterior. Entre los modelos propuestos por la Norma ISA 95 Parte 1 se encuentran [4]: los modelos Jerárquicos, el modelo físico y el modelo de objetos.

Los Modelos Jerárquicos: describen los niveles de funciones y dominios de control relacionados dentro de las organizaciones de manufactura. Estos modelos son el modelo de jerarquía de programación y control y el modelo físico.

Modelo de Jerarquía de Programación y Control: este Modelo jerarquiza las funciones empresariales en cuatro niveles, dentro de los cuales se toman las decisiones, sin embargo el alcance de la ISA 95 es la frontera entre los niveles tres y cuatro tal como se muestra en la Figura 7 [4].

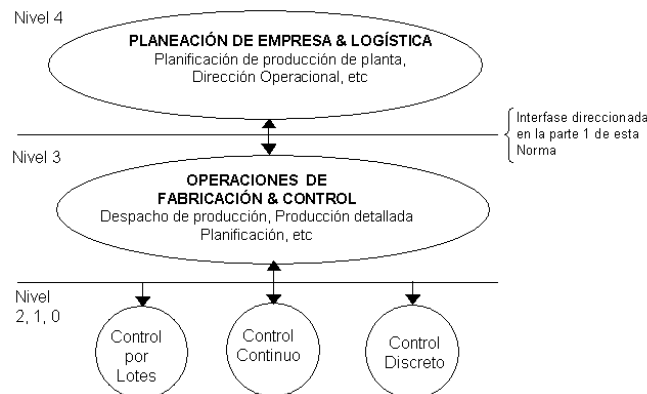


Figura 7. Jerarquía Funcional

El otro modelo jerárquico es el modelo Físico, el cual describe los recursos físicos de una organización de las empresas en donde se llevan a cabo las funciones consideradas en el modelo de Jerarquía Funcional ilustrado en la figura 7.

Modelo Físico: Los activos físicos de una empresa, involucrados en la manufactura, están organizados usualmente de una manera Jerárquica descritas por este modelo y considera los tres tipos de producción: continua, discreta y por lotes como se muestra en la Figura 8 [4]:

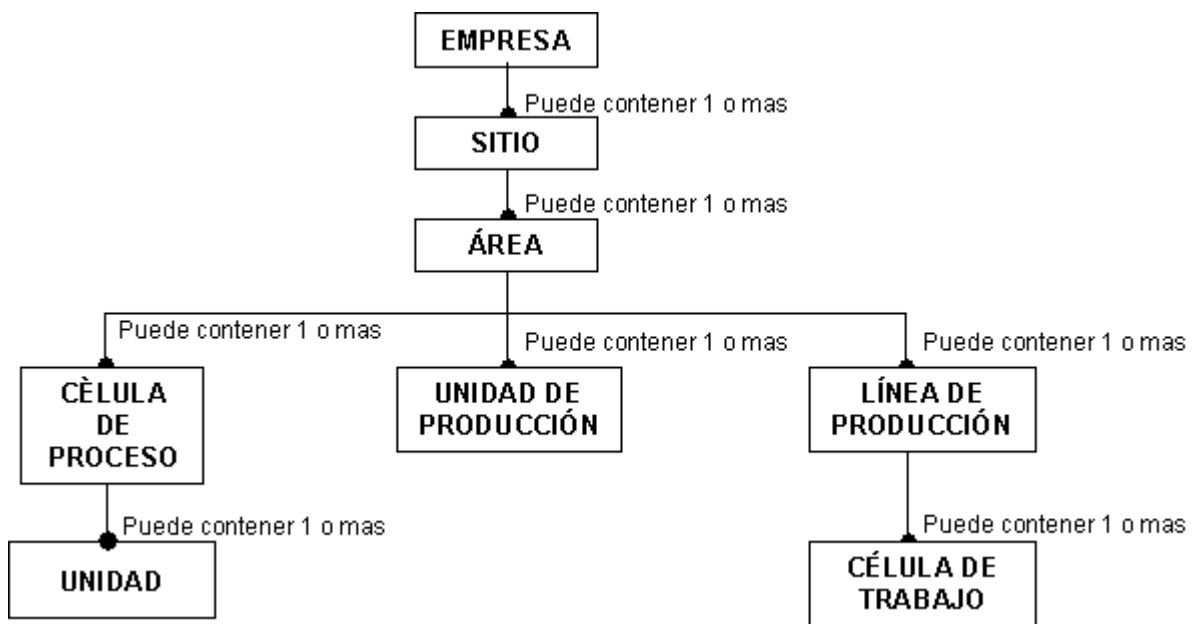


Figura 8. Modelo Físico según la norma S95

Modelo de Flujo de Datos Funcional: describe los flujos de datos y las funciones dentro de las organizaciones de manufactura. El Modelo Funcional bajo el que trabaja la norma ISA 95 se muestra en la Figura 9. En este, las líneas marcadas indican flujos de información de importancia para el control de la manufactura, Las líneas gruesas punteadas interceptan funciones que tienen subfunciones que pueden caer o en el dominio de control o en el dominio de negocio de acuerdo con las políticas de la empresa [4], teniendo en cuenta que la definición de estos dominios es considerada por el modelo Jerárquico Funcional mostrado en la figura 7.

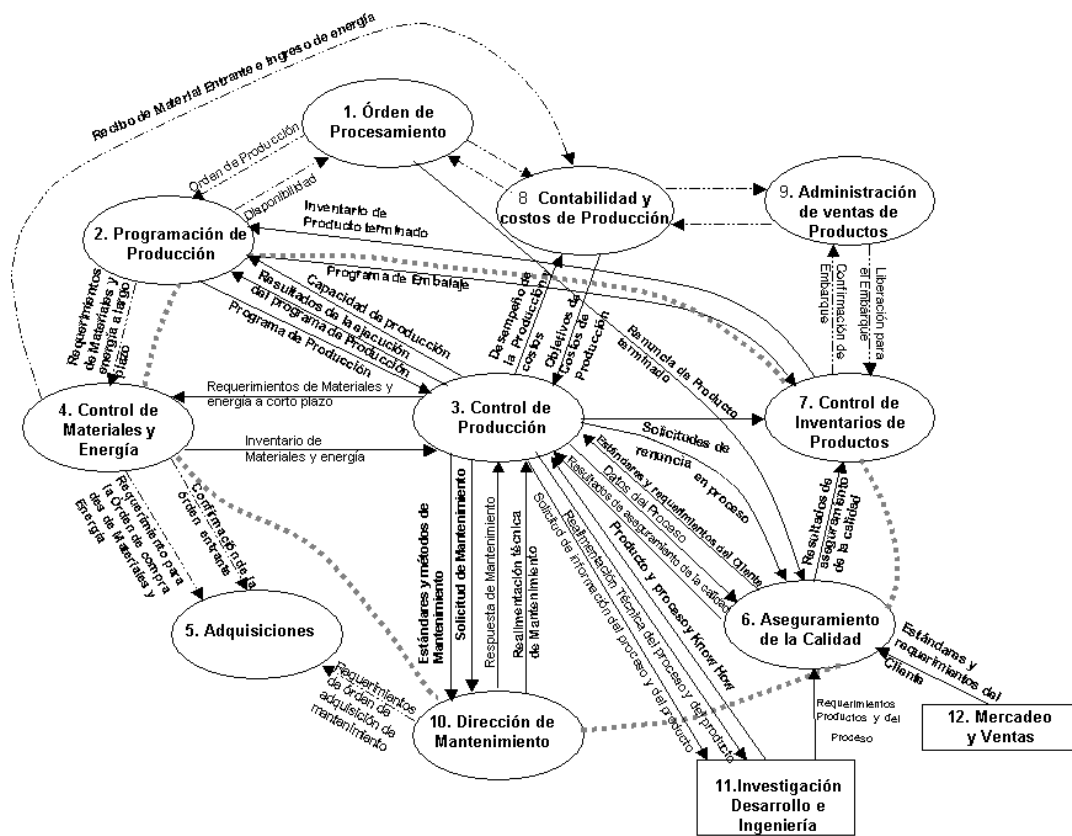


Figura 9. Modelo Funcional

El modelo de objetos: describe la información que puede cruzar la frontera entre el sistema de control y el de Empresa, categorizando la información contenida en el modelo funcional en tres áreas principales: información requerida para elaborar un producto, la información acerca de la capacidad para producir un producto y la información sobre la producción real de un producto. Este modelo es mostrado en la Figura 10 [4].



Figura 10. Modelo de Objetos

2. METODOLOGÍA PARA LA ADECUACIÓN DEL MODELO A LA NORMA

El presente trabajo consideró diferentes maneras de aproximar el modelo CIM de Siemens a las normas ISA. Durante el desarrollo se encontró que el modelo CIM de Siemens no requería ser adecuado a la norma ISA 88 por cuanto sus alcances son diferentes: el modelo CIM está orientado a integrar todas las áreas de la empresa, desde la dirección hasta la manufactura, sin entrar en detalle respecto a la ejecución física del trabajo, lo cual sí es del alcance de la S88; de esta forma, es posible mostrar que el modelo CIM y la norma ISA 88 son susceptibles de ser aplicados de manera conjunta en una empresa, como se mostrará en el capítulo de aplicación del presente trabajo.

Debido a lo anterior, el trabajo se enfocó a la adecuación del modelo CIM de Siemens sólo a la norma ISA 95. Del trabajo se obtuvo una manera metódica y sistemática para llevar a cabo la adecuación que incluye tres etapas principales, a saber: la documentación, el análisis y la posterior adecuación del modelo.

Las etapas de la metodología propuesta, con sus correspondientes consideraciones, se explican a continuación.

2.1 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 definir cuáles áreas de la empresa están incluidas en cada uno de ellos
- Conocer las Normas ISA, teniendo claridad acerca de los estándares y niveles que proponen para llevar a cabo un proceso de integración

2.2 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. A continuación se detalla la forma en que fue efectuado.

2.2.1 Análisis del Modelo Jerárquico Funcional. El objetivo de realizar este análisis es obtener una primera aproximación del modelo a la Norma. Para ello se evalúa qué actividades correspondientes al Modelo Jerárquico de la Norma ISA 95 (ilustrado en la Figura 7) se enmarcan dentro de los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens, teniendo en cuenta la similitud en las funciones que se llevan a cabo.

Este análisis se realizó identificando cada actividad de cada uno de los niveles del modelo jerárquico dentro del modelo CIM; en algunos casos se hizo necesario dividir las actividades S95 con el fin de facilitar el análisis, como se especifica a modo de ejemplo para las siguientes actividades.

A manera de ejemplo se muestra a continuación el análisis realizado para una actividad del nivel cuatro y una del nivel tres; para observar de una manera más amplia y detallada cada una de estas actividades y el procedimiento llevado a cabo, se sugiere al lector consultar el anexo A.

Actividad del Nivel 4: a) Reunir y mantener materia prima, repuestos a utilizar e inventario disponible; y brindar datos para la compra de los mismos.

Esta actividad corresponde en el modelo Siemens al ámbito funcional de Almacén, porque éste se encarga de guardar materiales y medios de producción para abastecer en los plazos adecuados las áreas de fabricación; además se encarga de la realización de inventarios y supervisar la disponibilidad.

Tabla 1. Funciones CIM de Siemens que cumplen con la actividad a) del nivel 4.

Actividad Isa 95	Ámbito del Modelo CIM	Función principal modelo Siemens	Subfunciones modelo Siemens	Comentarios
"Reunir y mantener materia prima, repuestos a utilizar"	CAM: Almacén	Administración de Almacén	<ul style="list-style-type: none"> Contabilización de entradas y salidas del almacén 	Se considera que las tres primeras subfunciones hacen parte de la tarea de reunir la materia prima y los repuestos por utilizar; por su parte el "control de mercancías" hace parte de la labor de mantener los elementos dispuestos en el almacén.
		Control de Procesos de Almacén	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de entradas en el almacén. Volver a almacenar después del lanzamiento. Control de mercancías 	
"Reunir y mantener el inventario disponible"	CAM: Almacén	Administración de Almacén	<ul style="list-style-type: none"> Realización de inventarios 	
"Brindar datos para la compra de los mismos".*	CAM: Almacén	Administración de Almacén	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión de existencias. 	Almacén, como resultado de esta actividad, envía entre otras la variación de existencias a PPC y es PPC el encargado de autorizar o no la compra de los mismos.

*Nota: En este caso es posible apreciar que el modelo CIM de Siemens interpreta esta actividad ISA como un flujo de información resultante de la función CIM que se especifica.

Actividad del Nivel 3: e) Administración de Procesos: El dominio de control incluye la funcionalidad del monitoreo de la producción, corrige automáticamente o proporciona una decisión de soporte al operador para corregir y mejorar funciones dentro del proceso. Estas funciones pueden estar interoperando y enfocados especialmente sobre máquinas o equipo que está siendo monitoreado y controlado.

Esta actividad se enmarca dentro de CAM, específicamente dentro de Control de Fabricación, ya que el objetivo de éste es el control a corto plazo y la supervisión de la fabricación, es decir, la asignación actual de las órdenes lanzadas por PPC a las distintas células y máquinas teniendo en cuenta las perturbaciones imprevisibles.

Tabla 2. Funciones CIM de Siemens que cumplen con la actividad e) del nivel 3.

Actividad Isa 95	Ámbito CIM	Función principal modelo Siemens	Subfunciones modelo Siemens	Comentarios
Administración de Procesos; monitoreo de la producción	CAM: control de fabricación	Administración de las órdenes de trabajo	Aceptación y administración de las órdenes de trabajo	
		Lanzamiento de órdenes de fabricación	Supervisión de la orden de trabajo	
		Supervisión del taller	Tratamiento de avisos de perturbación.	

De esta parte del análisis se obtuvo:

- Que una actividad ISA 95 puede corresponder a funciones en diferentes ámbitos CIM.
- Se determinó que algunas actividades ISA no encuentran su correspondencia en el modelo CIM.
- En el modelo CIM de Siemens no es posible apreciar la frontera entre los niveles tres y cuatro de Manufactura y Negocios como lo describe el Modelo Jerárquico de la Norma ISA 95.













La identificación completa de las actividades del modelo CIM de acuerdo con el Modelo Jerárquico se encuentra consignado en el anexo A.

2.2.2 Análisis del modelo funcional. Debido a que los modelos planteados por la ISA 95 incrementan su nivel de detalle uno del otro respecto del anterior como se describe en el marco teórico, este análisis pretende obtener una aproximación más detallada del modelo a la norma que la obtenida con el realizado al modelo Jerárquico funcional. Este análisis se divide en dos partes: inicialmente se considera las funciones y posteriormente los flujos de información señalados por el Modelo Funcional ilustrado en la Figura 9.

Análisis de funciones. Se toma cada una de las funciones expresada en el Modelo Funcional y se identifica con qué ámbito funcional, función y subfunción del modelo CIM Siemens se relaciona.

Para esta identificación se parte del modelo CIM y en él se identifican las funciones ISA 95, las cuales se codifican mediante la siguiente convención de colores:

Tabla 3. Convención de colores

Funciones según el modelo funcional ISA 95	Color	
	Nombre	Convención
1. Procesamiento de órdenes	Amarillo	
2. Programación de la Producción	Azul	
3. Control de la Producción	Rojo	
4. Control de Materiales y Energía	Verde	
5. Adquisiciones	Violeta	
6. Aseguramiento de la Calidad	Amarillo Oscuro	
7. Control de Inventario de Productos	Naranja	
8. Contabilidad y Costos de Producción	Gris	
9. Administración de Ventas de Productos	Fucsia	
10. Dirección de Mantenimiento	Aguamarina	
11. Investigación de Desarrollo en Ingeniería	Verde claro	
12. Mercadeo y Ventas	Lavanda	

Con el fin de hacer más detallado el análisis, además de utilizar la convención de colores referentes a las funciones de ISA, se utilizará una codificación numérica para indicar a qué subfunciones se hace referencia, esta se describe en el anexo B; a continuación a manera de ejemplo se muestra la codificación numérica para la función 1 de la S 95: Procesamiento de Órdenes.

1 Procesamiento de Órdenes

1.1 Manejo de órdenes del consumidor, aprobación y confirmación

1.2 Pronóstico de ventas

1.3A Manejo de reserva

1.3B Manejo de renuncia

1.4 Reporte de Margen Bruto

1.5 Determinación de las órdenes de producción

Es posible observar que algunas subfunciones fueron divididas para facilitar el análisis, como es el caso de la función 1.3 “manejo de reserva y renuncia”, la cual considera ahora una subfunción 1.3 A y 1.3B.

En cada Ámbito funcional del modelo CIM de Siemens se identifica con la convención de colores y la codificación numérica mencionadas anteriormente, la relación entre las funciones del modelo y de la Norma ISA 95. A manera de ejemplo se muestra la tabla 4, en el cual se realiza el análisis correspondiente al ámbito CIM de Siemens Ventas.

Tabla 4. Identificación de funciones dentro del ámbito Ventas.

MODELO CIM DE SIEMENS			NORMA ISA S 95 QUE CUMPLE	
ÁMBITO	FUNCIÓN	SUB FUNCIÓN	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Ventas	Tramitación de consultas de clientes y de ofertas	<ul style="list-style-type: none"> Redacción de ofertas o borradores de ofertas. Aclaraciones previas del pedido Cálculo de precios para el pedido. Comprobación de la solvencia y de descuentos. Reclamación de ofertas Comprobación de los gastos generales. Determinación de precios 		
	Administración y vigilancia de pedidos	<ul style="list-style-type: none"> Registro de pedidos (1.1) Confirmación de pedidos(1.1) 	1. Procesamiento de Órdenes	1.1 Manejo de órdenes del consumidor, aprobación y confirmación
		<ul style="list-style-type: none"> Comprobación de plazos(1.3A) Cancelación de pedidos(1.3) 	1. Procesamiento de Órdenes	1.3A Manejo de reserva
		<i>(1) Enviar hacia CI la activación de la facturación(9.5B)</i>		
	Planificación de las Ventas (12.1)		12. Comercialización y ventas	12.1 Generación de planes de ventas
	Varios	<ul style="list-style-type: none"> Estadísticas de cifra de negocios(1.4) Planificación de las necesidades de productos Órdenes de desarrollo de productos. Piezas de recambio Servicio. 	1. Procesamiento de Órdenes	1.4 Reporte de Margen Bruto
		Servicio de asistencia al cliente (12.5)	12. Comercialización y ventas	12.5 Interactuar con los clientes
		Marketing(12.2)	12. Comercialización y ventas	12.2 Generación de planes de comercialización

Como se observa en la tabla, el ámbito funcional Ventas tiene funciones CIM que corresponden a la función “procesamiento de órdenes”(en amarillo), a la función “comercialización y ventas”(lavanda) y también a la función “administración del envío del producto”(fucsia). Esta última se encuentra en el modelo CIM de Siemens como flujo de información, razón por la cual aparece en letra cursiva.

De manera similar se realizó el anterior análisis para cada uno de los ámbitos del modelo CIM de Siemens, los cuales se especifican en el anexo B.

De esta parte del análisis se obtuvo:

- Algunas funciones ISA no tienen correspondencia en el modelo CIM de Siemens
- Algunas funciones ISA encuentran su correspondencia en el modelo CIM de Siemens como flujos de información

Análisis De Flujos De Información. El modelo funcional considera el flujo de información entre funciones, pero no especifica qué subfunciones son las encargadas de enviar o recibir la información; por esta razón se hace necesario identificar la pertinencia entre la información y las subfunciones.

A manera de ejemplo se muestra en la tabla 5 el análisis hecho a los tres primeros flujos de información considerados por la norma ISA 95.

Tabla 5. Análisis de flujo de información

FLUJO DE INFORMACIÓN			
Información	Flujo de Información	Subfunción Origen	Subfunción destino
1. Programa de producción.	Desde las funciones de programación de producción (2.0) a las funciones de control de producción (3.0).	2.1 Determinar la programación de la producción:	3.3.1 Establecer un plan de producción a corto plazo basado en la programación de la producción:
2. Resultados de la ejecución del programa de Producción.	Desde las funciones de control de producción (3) hacia las funciones de programación de producción (2.0).	3.2.2 Reportar información de la producción, recursos y proceso	2.1 Determinar la programación de la producción
3. Capacidad de producción	Desde las funciones de control (3.0) a las funciones de programación de producción (2.0).	3.3.4 Determinar el porcentaje de estado de capacidad	2.1 Determinar la programación de la producción

El análisis de flujo de información ejemplificado en la tabla 5 se realizó identificando cuál subfunción era el origen de la información y cuál subfunción correspondía al destino; en el caso del flujo de información “Programa de Producción”, la norma ISA especifica que la información fluye desde las funciones de programación de producción (2.0) a las funciones de control de producción

(3.0); teniendo en cuenta que cada una de ellas considera subfunciones, se realizó el análisis de éstas para identificar cuáles actuaban como origen y cuáles como destino y se obtuvo que la información fluía de la subfunción 2.1 a la 3.3.1 como se indica en la tabla 5.

Posteriormente, teniendo en cuenta el análisis de funciones se determinó cuál era el origen y el destino de la información según el modelo CIM; la tabla 6 muestra los orígenes y destinos CIM para el ejemplo ilustrado en la tabla 5.

Tabla 6. Flujo de información CIM de acuerdo con ISA

FLUJO DE INFORMACIÓN			
Información	Flujo de Información	Ámbito CIM Origen	Ámbito CIM destino
1. Programa de producción.	Desde las funciones de programación de producción (2.0) a las funciones de control de producción (3.0).	PPC	PPC
2. Resultados de la ejecución del programa de Producción.	Desde las funciones de control de producción (3) hacia las funciones de programación de producción (2.0).	Control de la fabricación	PPC
3. Capacidad de producción	Desde las funciones de control (3.0) a las funciones de programación de producción (2.0).	PPC	PPC

En la anterior tabla se observa que algunos flujos de información ISA corresponden a flujos internos en un ámbito CIM dado; el análisis completo de los flujos de información se encuentra en el anexo C.

2.3. 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.

En la tabla 7 se describen las funciones ISA no contenidas en el modelo y se propone qué ámbito funcional debería contenerlas.

Tabla 7. Funciones ISA que no se encuentran bien especificadas en el modelo CIM de Siemens

Funciones ISA que no tiene en cuenta el modelo CIM de Siemens	Nivel CIM de Siemens que debería contenerla.		
	Ámbito Funcional	Función	Nombre de la subfunción
Pronóstico de ventas	VENTAS	Planificación de las ventas	Realizar el pronóstico de ventas.
Manejo de renuncia	VENTAS	Varios	Manejo de renuncia, por parte del cliente a especificaciones del producto
Determinación de las órdenes de producción(1.5)	CAP	Diseño de la Producción	Determinación de las órdenes de producción fijas (1.5)
		Esta actividad la realiza CAP, teniendo en cuenta los pedidos de los clientes habituales de la empresa que generalmente considera grandes pedidos y que es realizada antes de efectuar la planeación de la producción a largo plazo	
	PPC	Planificación del programa de Producción	Determinación de las órdenes de producción extraordinarias (1.5)
		Esta actividad será realizada por PPC siempre y cuando se haga referencia a pedidos realizadas por clientes ocasionales o pedidos extraordinarios, información que no haya sido considerada para efectuar la planificación a largo plazo.	

Funciones ISA que no tiene en cuenta el modelo CIM de Siemens	Nivel CIM de Siemens que debería contenerla.		
	Ámbito Funcional	Función	Nombre de la subfunción
Determinar el programa de producción	PPC	Establecer los programas	Establecer el programa de producción
Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo	CAP	Diseño de la Producción	Identificar requerimientos de materia prima a largo plazo
Determinar el programa de embalaje para los productos finales	PPC	Establecer los programas	Establecer el programa de Embalaje
Determinar los productos disponibles para la venta	VENTAS	Administración y vigilancia de pedidos	Determinar productos disponibles para la venta
Expedir peticiones para modificación	CAM: Fabricación de piezas/montaje	Supervisión del estado de las instalaciones	Expedir peticiones para la modificación del proceso
Coordinar las Funciones de Ingeniería	CAM/ Conservación	Administración y supervisión de órdenes	Coordinar las funciones de ingeniería en el proceso
Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento	CAD	Especificaciones del producto y proceso.	Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento
Monitorear equipos y validar medidas de operaciones y determinar la necesidad de mantenimiento (3.2.3)	CAM: Conservación	Ejecución de órdenes de mantenimiento y reparación	Monitorear equipos y validar medidas de operaciones para anticipar fallas incluyendo autodiagnóstico
Brindar un Monitoreo de los equipos para anticipar fallas incluyendo autodiagnóstico y programas de diagnóstico(10.3)			
Preparar el equipo para mantenimiento	CAM: Conservación	Ejecución de órdenes de mantenimiento	Preparar el equipo para mantenimiento

Funciones ISA que no tiene en cuenta el modelo CIM de Siemens	Nivel CIM de Siemens que debería contenerla.		
	Ámbito Funcional	Función	Nombre de la subfunción
Administración de documentación dentro de un sitio o área	No se considera necesaria especificar esta función dentro del modelo.		
Brindar soporte técnico a operadores.	Control de Fabricación	Varios	Brindar soporte técnico a operadores
Investigar sobre desarrollos tecnológicos (a nivel de proceso)	CAD	Investigación y desarrollo	Investigar sobre desarrollos tecnológicos a nivel de proceso
Chequear la programación frente a la disponibilidad de materia prima	PPC	Planificación del programa de producción	Chequear la programación frente a la disponibilidad de materia prima
Chequear la programación frente a capacidad de almacenamiento de producto.	PPC	Planificación del programa de producción	Chequear la programación frente a capacidad de almacenamiento de producto
Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo.	PPC	Planificación del programa de producción	Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo
Determinar el porcentaje de estado de la capacidad	PPC	Programación de la fabricación	Determinar el porcentaje de estado de la capacidad (Disponible, involucrada e inalcanzable)
Modificar el plan de producción horariamente, teniendo en cuenta la capacidad de salida del equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas	PPC	Planificación del programa de producción	Modificar la planificación de la producción horariamente, teniendo en cuenta la capacidad de salida del equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas

Funciones ISA que no tiene en cuenta el modelo CIM de Siemens	Nivel CIM de Siemens que debería contenerla.		
	Ámbito Funcional	Función	Nombre de la subfunción
(4.2.B) Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a largo plazo.	CAP	Diseño de la producción	Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a largo plazo.
Calcular y reportar el balance de inventario, pérdidas de materia prima y utilización de energía.	PPC	Inventarios	Calcular y reportar el balance de inventario, pérdidas de materia prima y utilización de energía.
Notificar compras de material aceptado y fuentes de energía.	Compras	Sistema de Pedidos y seguimiento de pedidos	Notificar compras de material aceptado y fuentes de energía
Reportar el progreso de las compras a quien lo requiera	COMPRAS	Sistema y seguimiento de pedidos	Reportar el progreso de las compras a quien lo requiera
Publicar Estándares para los laboratorios de prueba de acuerdo con los requisitos de tecnología de la comercialización y servicios del cliente	CAQ	Planificación de la calidad	Publicar Estándares para los laboratorios de prueba
Liberar material para su uso posterior	Banco de pruebas	Alimentación y retirada interna de material	Liberar material para su uso posterior después de realizadas las pruebas correspondientes
Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso estándar.	CAQ	Control y supervisión de la calidad	Certificar que el producto fue producido según condiciones del proceso estándar
Reportar los resultados de costos (costo total del producto) a Producción para Modificación	CI	Cálculo de costos	Reportar el costo total del producto a CAD para modificación

Funciones ISA que no tiene en cuenta el modelo CIM de Siemens	Nivel CIM de Siemens que debería contenerla.		
	Ámbito Funcional	Función	Nombre de la Subfunción
Comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad para asegurar una calidad adecuada antes del envío.	CAM: Expedición	Control de la expedición	Comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad para asegurar una calidad adecuada antes del envío.
Retransmisión de desviaciones de material a procesos de ingeniería para una nueva evaluación con el fin de mejorar los procesos.	CAM: Entrada de Mercancías	Revisión	Retransmisión de desviaciones de material a procesos de ingeniería para una nueva evaluación con el fin de mejorar los procesos.
Reportar el balance y pérdidas (de producto) a Contabilidad de costo del producto	CAM: Control de Fabricación	Administración de órdenes de trabajo	Reportar el balance y perdidas del producto a contabilidad de costo del producto
	CAM: Fabricación de piezas/montaje	Control de procesos	Reportar el balance y pérdidas del producto a control de fabricación
Calcular y reportar el costo total del producto	CI	Cálculo de costos	Cálculo de costo total del producto
Fijar objetivos de costos para producción	PE	Planificación Estratégica	Fijar objetivos de costos para la producción
Acumular Materia prima, mano de obra, energía y otros costos para transmisión a contabilidad	PPC	Planificación de cantidades	Acumular costos de materia prima, energía y otros costos para transmisión a contabilidad

Funciones ISA que no tiene en cuenta el modelo CIM de Siemens	Nivel CIM de Siemens que debería contenerla.		
	Ámbito Funcional	Función	Nombre de la Subfunción
Calcular el costo total de producción,.	CI	Cálculo de costos	Cálculo del costo total de la producción
Reportar resultados de costos a Producción para Modificación.	CI	Cálculo de costos	Reportar el costo total de producción a CAP para modificación
Fijar Objetivos de costos para suministro y distribución de materiales y energía.	PE	Planificación estratégica	Fijar Objetivos de costos para suministro y distribución de materiales y energía.
Negociar y hacer pedidos con la empresa de transporte	CAM: Transporte	Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte	Negociar y hacer pedidos con las compañías de transporte
Reportar costos de envío a Contabilidad de Costo del Producto	CAM: Transporte	Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte	Reportar costos de envío a Contabilidad de Costo del Producto
Brindar mantenimiento para instalaciones existentes	CAM: Conservación	Ejecución de órdenes de mantenimiento y reparación	Brindar mantenimiento a las instalaciones existentes
Brindar un programa de mantenimiento preventivo	CAM: Conservación	Planificación del mantenimiento preventivo	Establecer un programa de mantenimiento preventivo
Elaborar reportes de costos de mantenimiento	CAM: Conservación	Ejecución de órdenes de mantenimiento y reparación	Reportar los costos de mantenimiento a CI
Coordinar Contratos externos de trabajos de mantenimiento.	CAM: Conservación	programación de órdenes	Coordinar contratos externos de trabajos de mantenimiento

Funciones ISA que no tiene en cuenta el modelo CIM de Siemens	Nivel CIM de Siemens que debería contenerla.		
	Ámbito Funcional	Función	Nombre de la Subfunción
Brindar realimentación técnica sobre rendimiento y fiabilidad a Ingeniería de soporte de procesos.	CAM: Conservación	Administración y supervisión de órdenes	Brindar realimentación técnica sobre rendimiento y fiabilidad.
Definición de requerimientos de proceso	CAD	Especificaciones del producto y proceso	Definición de los requerimientos del proceso
Definición de los requerimientos de producto, refiriéndose a la producción de productos	CAD	Especificaciones del producto y proceso	Definición de los requerimientos del producto
Determinar los requerimientos de usuario para los productos	VENTAS	varios	Determinar requerimientos de usuarios para los productos
Determinar los requerimientos y estándares para productos	VENTAS	varios	Determinar requerimientos y estándares para los productos

Las funciones que se encontraban especificadas en el modelo como flujo de información, se las enlistó dentro del modelo como funciones como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Funciones de ISA que se encuentran especificadas en el modelo CIM de Siemens como flujo de datos.

Funciones ISA	Flujo de información Siemens	Ámbito funcional y función CIM de Siemens que debería contenerla.
(3.1.1B) Expedir peticiones para mantenimiento	Comunicación de Averías	Entrada de mercancías (varios), Banco de pruebas (Supervisión del estado de las Instalaciones), embalaje (Supervisión del estado de las Instalaciones), expedición (varios), transporte (Control y supervisión del proceso)/. Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento conservación (3.1.1B)

Funciones ISA	Flujo de información Siemens	Ámbito funcional y función CIM de Siemens que debería contenerla.
(3.1.3) Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento	Enviar las especificaciones de mantenimiento para los medios de producción hacia conservación	CAP/ Planificación de los medios de producción/Determinar las especificaciones de mantenimiento para los medios de producción hacia conservación (3.1.3)
(3.2.2B) Reportar información de la producción, recursos y del proceso	Enviar hacia PPC los Datos de producción progreso de la orden de trabajo y comunicación de la disponibilidad y otros datos del proceso	Control de la Fabricación/Administración de las órdenes de trabajo/reportar datos de la producción y del procesos.
(4.2A) Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a corto Plazo	Enviar la Propuesta de pedido hacia compras.	PPC/Planificación de Cantidades/ Generar la Propuesta de pedido de materiales y energía basado en requerimientos a corto plazo (4.2A)
(6.3A) Publicar estándares para la fabricación de acuerdo con requisitos de la tecnología, de la comercialización y de servicios de cliente.	Enviar hacia CAP Requisitos y especificaciones de calidad (6.3A)	CAQ/Planificación de la calidad/Publicar estándares con especificaciones de calidad para fabricación
(7.4) Reportar el inventario a programación de la producción	Enviar hacia PPC los Datos de inventario	Control de Fabricación/Admón. De órdenes de Trabajo/ Reportar el inventario a PPC
	Enviar hacia PPC movimientos de almacén, variación de existencias y diferencias de inventario	Almacén/ Administración de las órdenes de almacén / Reportar el inventario a PPC
(9.5A) Confirmar el envío	Enviar hacia ventas la comunicación de la terminación	Expedición / administración de las órdenes de expedición / Confirmar a ventas la comunicación de la terminación del envío (expedición)
(9.5B) Liberar para facturación a contabilidad general	Enviar hacia CI la activación de la facturación	Ventas / administración y vigilancia de pedidos/Liberar para facturación a CI
(10.6A) Brindar estados	Enviar hacia control de fabricación el estado de conservación	Conservación/administración y supervisión de las órdenes de conservación/ Reportar el estado de conservación

La tabla 9 contiene algunos flujos de información tanto de la Norma ISA como del modelo CIM de Siemens, buscando establecer una estandarización en la terminología a partir de las similitudes.

Tabla 9. Tabla de similitudes entre los flujos de información.

Flujo Información ISA	Flujo Información CIM siemens	Nombre de flujo de información en el nuevo modelo
1 Programa de producción	-	-
2. Resultados de la ejecución del programa de producción.		
3. Capacidad de producción		
4. Requerimientos para la orden de compra de energía y materiales	Propuesta de pedido(en PPC)	Requerimiento de la orden de materiales y energía a corto plazo
5. Confirmación de orden entrante	Comunicación de recepción	Confirmación de orden entrante
6. Requerimientos de materiales y energía a largo plazo		Consulta de existencias de requerimientos de Material y energía a largo plazo
7. Requerimientos de materiales y energía a corto plazo	consulta de existencias	Consulta de existencias de requerimientos de Materiales y energía a corto plazo
8. Inventario de Material y energía		
9. Objetivos de costo de producción		
10. Desempeño de producción y costos		
11. Recibo de Material entrante e ingreso de energía		Recibido y costos de material entrante e ingreso de energía.
12 Resultados del aseguramiento de la calidad		
13Estándares y requerimientos del cliente	orden de desarrollo o modificación	Orden de desarrollo o modificación de acuerdo con los estándares y requerimientos del cliente

Flujo Información ISA	Flujo Información CIM siemens	Nombre de flujo de información en el nuevo modelo
14. Requerimientos de producto y proceso		
15 Renuncia de producto terminado		
16 Solicitudes de renuncia en proceso		
17 Inventario de producto terminado		
18.Datos de proceso		
19. Programa de Embalaje		
20. Producto y proceso Know –How		
21. Petición de información de producto y proceso		
22. Petición de Mantenimiento	Comunicación de Averías	Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
23. Respuestas de mantenimiento	Estado de conservación/repación	Estado de conservación/repación, como respuesta de mantenimiento
24.Estándares de mantenimiento y métodos		
25.Realimentación técnica del mantenimiento		
26.Realimentación técnica del proceso y producto		
27. Requerimiento de orden de adquisición de mantenimiento		
28. Orden de producción	Pedido del cliente	Pedido del cliente ordinario Pedido del cliente extraordinario
29. Disponibilidad	Capacidad disponible	Es mejor dejar las dos así sean similares
30. Liberación para embarque	Orden de preparación y salida de almacén	Es mejor dejar las dos así sean similares
31. Confirmación de embarque		

3. MODELO RESULTANTE

A través de la metodología llevada a cabo y explicada en el capítulo anterior, se obtuvieron aquellas funciones y flujos de información que establece la norma ISA 95 y las cuales el modelo CIM de Siemens no las considera; además, se definió su ubicación dentro del modelo; teniendo en cuenta esto, se procedió a consignarlas en el modelo CIM de Siemens, obteniéndose así un modelo acorde con la norma ISA 95 que conserva la estructura original.

A continuación se muestra las funciones de cada ámbito, los flujos de información del modelo CIM resultante y los gráficos de la estructura interna de cada uno de los ámbitos. En las Tablas que se refieren a las funciones, las cuales se mostrarán a continuación, se ha resaltado con negrilla aquellas funciones ISA referenciadas en la tabla 7 que no encontraban su correspondencia en el modelo CIM y con letra cursiva aquellas funciones ISA, que se referencian en la tabla 8, las cuales se encontraban especificadas en el modelo CIM como flujos de información. Así mismo, en las tablas correspondientes a los flujos de información aparecen resaltados negrilla aquellos flujos incorporados en el modelo con el fin de cumplir con la norma y con letra cursiva aquellos que la norma no los especifica como flujos, pero que se derivan de sus funciones; para cada uno de éstos se ha especificado como pie de página la función de donde provienen; de forma similar, en las gráficas que representan la estructura interna se resalta con color azul aquellas funciones y flujos de información que diferencian el modelo resultante con el anterior modelo CIM de Siemens.

Tabla 10. Funciones Planificación de la Empresa

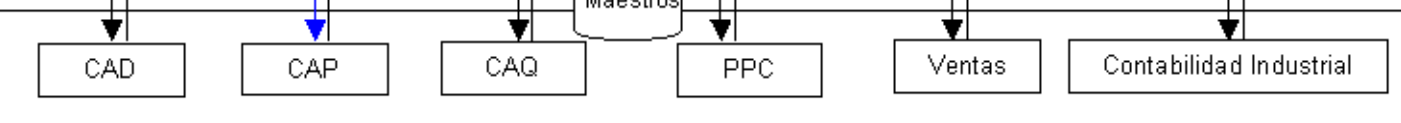
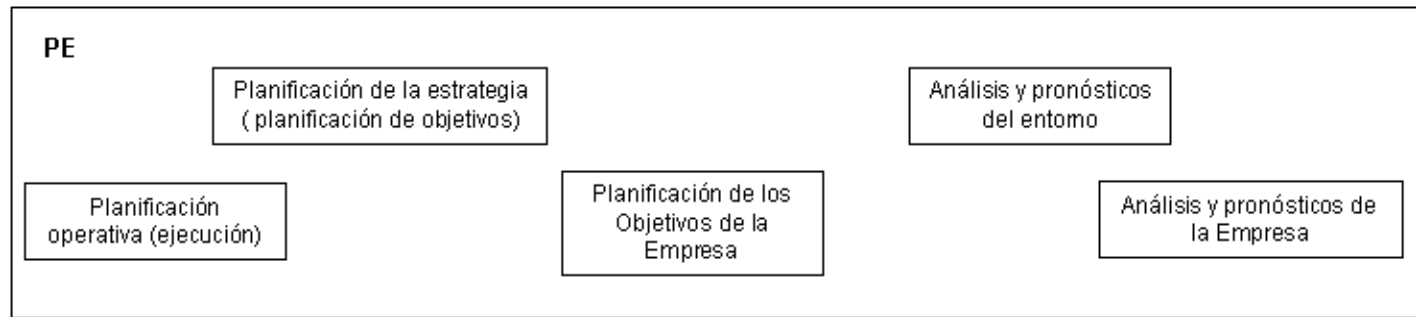
MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Planificación de la empresa PE	1. Planificación de los objetivos de la empresa.	1.1 Planificación del Marco de Producción.
	2. Análisis y pronósticos del entorno.	2.1 Análisis del mercado para la planificación del producto. 2.2 Planificación del desarrollo del producto.
	3. Análisis y pronósticos de la empresa.	3.1 Estrategias de productos.
	4. Planificación estratégica (planificación de objetivos)	4.1 Planificación de las inversiones. 4.2 Planificación financiera 4.3 Planificación del personal 4.4 Fijar objetivos para costos de producción(8.3) 4.5 Fijar Objetivos de costos para suministro y distribución de materiales
	5. Planificación Operativa (ejecución).	

Tabla 11. Flujo de Información desde y hacia PE

Interfaz		Contenido de datos	
Planificación de la Empresa PE	→	CI	Planificación de presupuesto
	←		Costes, Estadísticas
	→	VENTAS	Plan del Programa de producción, Estrategia de productos, objetivos de ventas.
	←		Estadística, Información de Mercado, Plan de Ventas.
	→	COMPRAS	<i>Objetivos de costos para suministro y distribución de materiales y energía (8.6)</i> ¹
	→	PPC	Proyectos de inversión, Plan del programa de producción
	←		Necesidades del personal, Plantilla, Cuellos de botella en el personal, Necesidades de capacitación.
	→	CAD	Encargos de desarrollo
	←		Incremento de los encargos
	→	CAP	[9] Objetivos de costo de Producción
	←		Marco de inversiones, costes.
	→	CAQ	Objetivos de calidad.
	←		Estadística de calidad (Evaluación acumulada)
	↔	DATOS MAESTROS	Datos Maestros de proveedores, Clientes, datos de pedidos de clientes, valores para Cálculo de costos, estructura de productos.

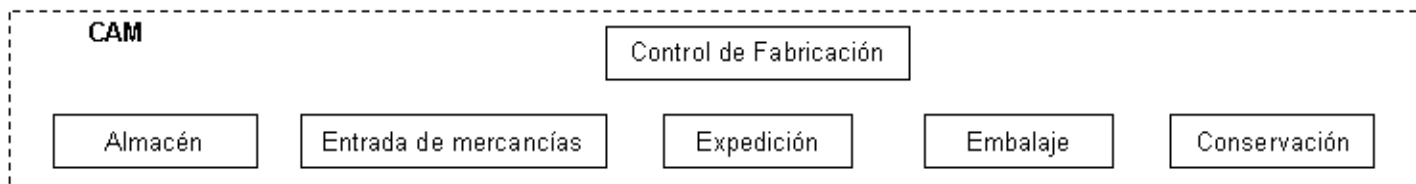
¹ Fijar Objetivos de costos para suministro y distribución de materiales y energía (8.6).

Nivel de dirección de Empresa



Nivel de dirección de Producción

Nivel de dirección de Proceso



Nivel de dirección de Taller

Figura 11. Estructura Interna PE

Tabla 12. Funciones Contabilidad Industrial

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Contabilidad Industrial CI	1. Cálculo de costes	<p>1.1 Cálculo del costo total del producto(8.1)</p> <p>1.2 Reportar el costo total del producto a CAD para modificación (8.2)</p> <p>1.3 Cálculo del costo total de la producción (8.5)</p> <p>1.4 Reportar el costo total de la producción a CAP para modificación (8.5)</p> <p>1.5 Cálculo de tipos y centros de costes</p> <p>1.6 Cálculo de referencia de costes</p> <p>1.7 Cálculo previo de costes.</p> <p>1.8 Cálculo de la aportación de cobertura</p> <p>1.9 Cálculo de beneficios/centro de costes.</p> <p>1.10 Cálculo de costes planificados</p> <p>1.11 Análisis de gastos generales.</p>
	2. Contabilidad financiera	<p>2.1 Contabilidad de inmovilizado</p> <p>2.2 Cuentas de deudores</p> <p>2.3 Cuentas de acreedores</p>
	3. Contabilidad de sueldos y salarios.	
	4. Contabilidad de Instalaciones	

Tabla 13. Flujo de Información desde y hacia CI

Interfaz		Contenido de datos	
Contabilidad Industrial CI	→	PE	Costes, Estadística
	←	PE	Planificación de presupuesto
	→	VENTAS	Cálculo de precios a posteriori, consultas
	←	VENTAS	Emisión de Facturas
	→	COMPRAS	Bloqueo de Pedidos
	←		Programación de pedidos, Facturas, Datos Contables, Confirmación de Pedidos, Aviso del proveedor, [11] Recibo y costos de Material entrante e ingreso de energía.
	→	PPC	Consulta de aprovechamiento del centro de costos, tarifas de compensación.
	←		Costos.
	→	CAP	<i>Costo total de la producción(8.5)²</i>
	→	CAD	<i>Costo total del producto (8.2)³</i>
	←		Cálculo previo de precios, costes
	←	Control de Fabricación	Datos de salario, [10] Desempeño de producción y costos , <i>Balance y pérdidas de producto (costos)(7.5)⁴, Costos de envío(9.6)⁵</i>
	←	Conservación	Datos relevantes para la liquidación, <i>Costos de mantenimiento (10.5A)⁶</i>
	↔	DATOS MAESTROS	Datos de proveedores, clientes, datos maestros de piezas, datos de pedidos de clientes, valores de cálculo de costos, estructura del producto.
	→	Cliente	Reclamación
	←		Recepción del pago
	→	Proveedor	Pago de facturas
	←		

² Función 8.5: Reportar el costo total de la producción a CAP para modificación

³ Función 8.2: Reportar el costo total del producto a CAD para modificación

⁴ Función 7.5: Reportar el Balance y pérdidas de producto a Contabilidad de costo del producto

⁵ Función 9.6: Reportar los costos de envío a Contabilidad del costo del producto en CI

⁶ Función 10.5A: Reportar los costos de mantenimiento a CI

Nivel de dirección de La empresa

Nivel de dirección de Taller

Nivel de dirección de Producción

Nivel de dirección de Proceso

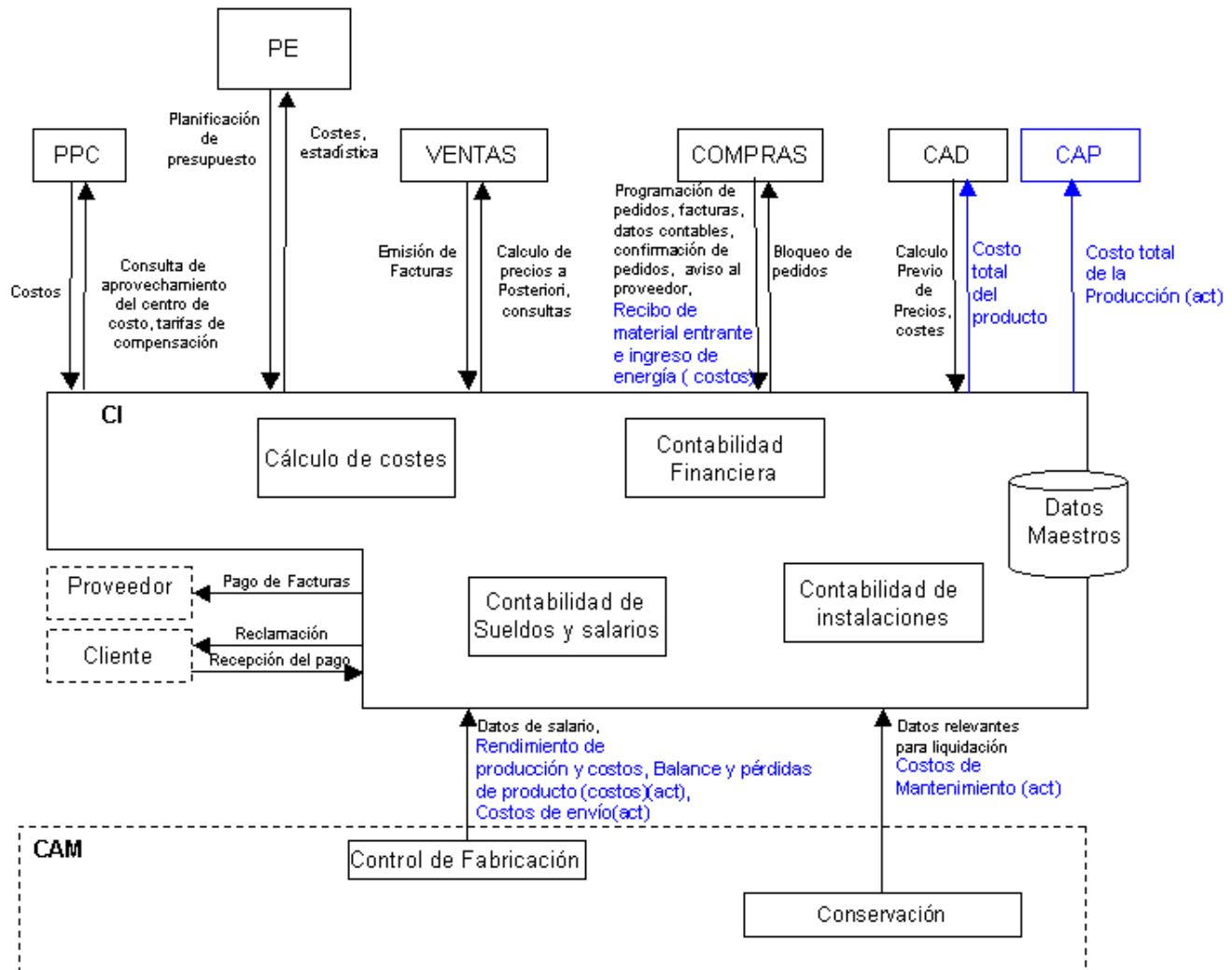


Figura 12. Estructura Interna CI

Tabla14. Funciones Garantía de calidad asistida por computador CAQ

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Garantía de calidad asistida por computador CAQ	1. Planificación de la calidad	1.1 Selección de las características de calidad (6.2) 1.2 Clasificación de las características de calidad (6.2) 1.3 Ponderación de las características de calidad (6.2) 1.4 Optimización de los costos de calidad 1.5 Determinación de los valores exigidos y admisibles (6.2) 1.6 <i>Publicar estándares con especificaciones de calidad para fabricación(6.3A)</i> 1.7 Publicar Estándares para los laboratorios de prueba(6.3B)
	2. Control y supervisión de la calidad	2.1 Evaluación de los valores medidos 2.2 Incremento de calidad 2.3 Supervisión de la realización(4.1C) 2.4 Análisis de vida útil 2.5 Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso estándares (6.6)
	3. Documentación, estadística	3.1 Seguimiento de las causas de defectos (6.4) 3.2 Archivo (6.4) 3.3 Sistema de información (6.4)

Tabla15. Flujo de Información desde y hacia CAQ

Interfaz		Contenido de datos	
CAQ	→	PE	Estadística de calidad (evaluación acumulada).
	←		Objetivos de calidad.
	←	VENTAS	Defectos de calidad
	→	CAD	Especificaciones de calidad, solicitud de modificación.
	←		Número de dibujo, [13] características de calidad, datos del producto, [14] Requerimientos de producto y proceso
	→	CAP	[13] Requisitos y especificaciones de calidad.
	←		Número de proceso de trabajo (Proceso de trabajo neutro)
	→	Control de la fabricación	Informe de calidad.
	←		Cantidad y causa de rechazo, [16] Solicitudes de renuncia en proceso, [18] Datos de proceso
	→	Conservación	Especificaciones para planificación, orden de control.
	←		Estadística de fallo de medios de producción, resultado del control.
	↔	Datos maestros	Datos de la orden de taller, datos geométricos, datos maestros de piezas, datos de herramientas, datos de medios de producción, datos de materiales, dibujos, listas de piezas, estructura del producto, normas, especificaciones de construcción, proceso de verificación, programa de verificación NC, RC, PLC

Nivel de dirección de la empresa

Nivel de dirección de Taller

Nivel de dirección de Producción

Nivel de dirección de Proceso

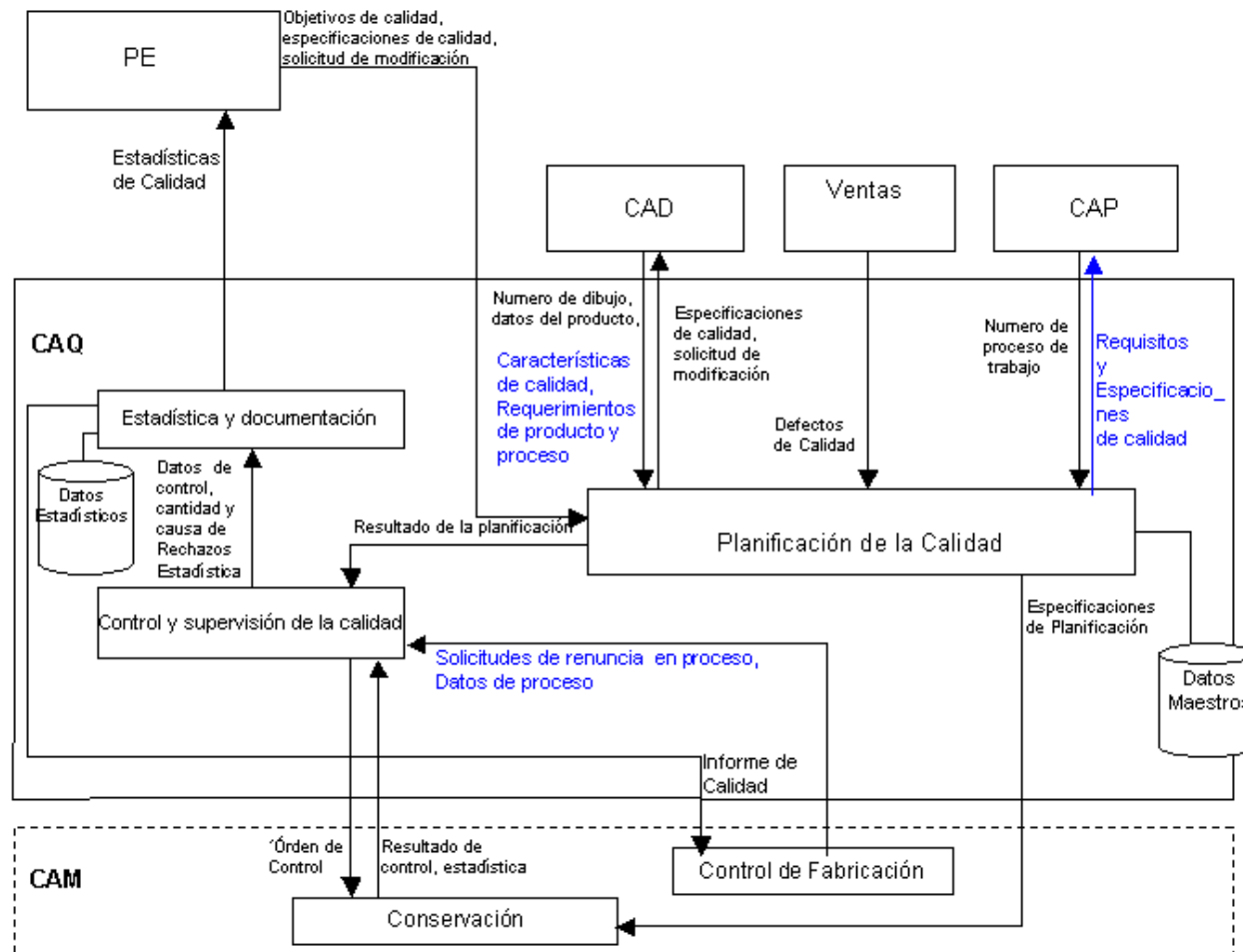


Figura 13. Estructura Interna CAQ

Tabla 16. Funciones de Ventas

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCION	SUBFUNCION
Ventas	1. Tramitación de consultas de clientes y de ofertas	1.1 Redacción de ofertas o borradores de ofertas. 1.2 Aclaraciones previas del pedido 1.3 Cálculo de precios para el pedido. 1.4 Comprobación de la solvencia y de descuentos. 1.5 Reclamación de ofertas 1.6 Comprobación de los gastos generales 1.7 Determinación de precios
	2. Administración y vigilancia de pedidos	2.1 Registro de pedidos (1.1). 2.2 Confirmación de pedidos(1.1) 2.3 Comprobación de plazos(1.3) 2.4 Cancelación de pedidos(1.3) 2.5 Determinar la clase de pedido 2.6 Determinar los productos disponibles para la venta (2.4) 2.7 <i>Liberar para facturación a CI (9.5B)</i>
	3. Planificación de las Ventas (12.1)	3.1 Realizar el pronóstico de Ventas (1.2)
	4. Varios	4.1 Estadísticas de cifra de negocios(1.4) 4.2 Planificación de las necesidades de productos 4.3 Órdenes de desarrollo de productos. 4.4 Manejo de renuncia por parte del cliente a especificaciones del producto(1.3B) 4.5 Determinar los requerimientos de usuario para los productos (12.3) 4.6 Determinar los requerimientos y estándares para productos.(12.4) 4.7 Piezas de recambio 4.8 Servicio de asistencia al cliente(12.5) 4.9 Marketing(12.2)

Tabla 17. Flujo de Información desde y hacia Ventas

Interfaz		Contenido de datos	
VENTAS	→	PE	Estadística, Información del mercado, Plan de ventas.
	←		Plan del programa de producción, estrategia del producto, objetivo de ventas.
	→	CI	Activación de la facturación.
	←		Cálculo de precios a posteriori, consulta.
	→	PPC	[28]Pedido del Cliente extraordinario , programa de ventas, necesidades del producto, consulta de existencias y plazos de suministro.
	←		Plazo de entrega, progreso del pedido del cliente, datos de existencia, comunicación de terminación, precio de fabricación.
	→	CAP	[28] Pedido del cliente ordinario
	→	CAD	Consulta técnica y plazos, [13]Orden de desarrollo o modificación de acuerdo con los estándares y requerimientos del cliente , [15]Renuncia de producto terminado
	←		Cálculo previo de costos, especificación técnica, Principio de solución, situación de la orden de trabajo.
	→	CAQ	Defectos de calidad,
	→	Expedición	Orden de expedición, autorización de suministro.
	←		Comunicación de la realización
	↔	DATOS MAESTROS	Datos maestros de clientes, pedidos de clientes, piezas, valores para cálculos de costos, estructuras del producto.
	→	Cliente	Oferta, confirmación de pedido, confirmación de suministro, factura, reclamación de pago, modificación de plazo, servicio de asistencia.
	←		Consulta, pedido, recepción de pago, reclamación, consultas.

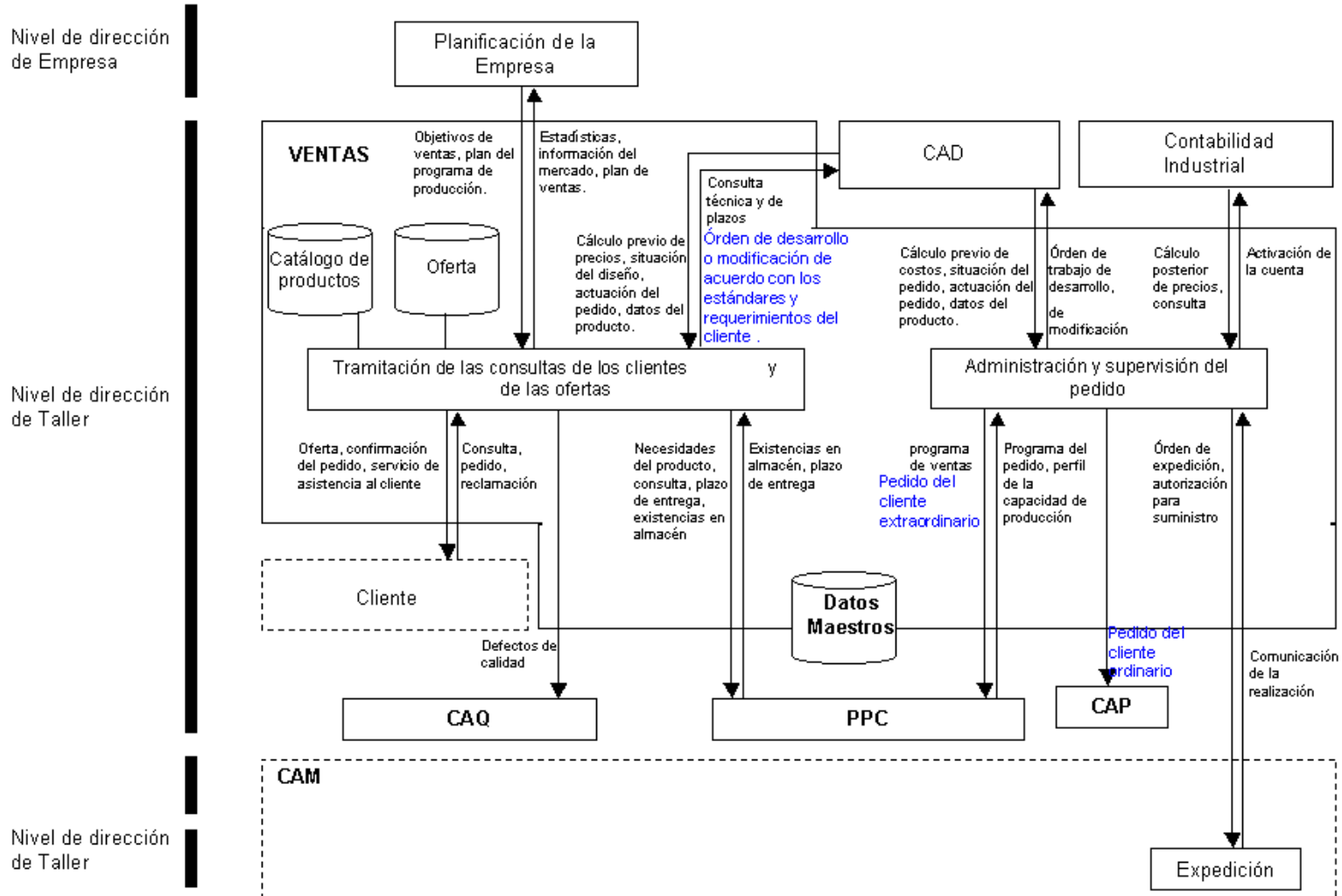


Figura 14. Estructura Interna VENTAS

Tabla 18. Funciones de Compras

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Compras	1. Selección de proveedores	1.1 Consulta a proveedores 1.2 Negociación de las condiciones de precio y suministro 1.3 Administración de los datos maestros de proveedores. 1.4 Información sobre proveedores 1.5 Acuerdos marco.
	2. Sistema de Pedidos y seguimiento de pedidos	2.1 Cálculo de las cantidades a pedir(5.4) 2.2 Redacción de pedidos (5.1) 2.3 Seguimiento de los pedidos abiertos (5.2A) 2.4 Recordatorios de suministro(5.2A) 2.5 Reclamaciones(5.2A) 2.6 Obtención confirmación de pedidos (5.1) 2.7 Contabilización de las entradas de mercancías 2.8 Comprobación de facturas. 2.9 Notificar compras de material aceptado y fuentes de energía(4.5) 2.10 Reportar el progreso de las compras a quien lo solicite (5.2B)
	3. Tramitación de devoluciones	3.1 Anulación. 3.2 Albarán de devolución 3.3 Actualización de la información sobre proveedores
	4. Activación del sistema de facturas	

Tabla 19. Flujo de Información desde y hacia Compras

Interfaz		Contenido de datos
Compras	→	CI Programación de pedidos, facturas, datos contables, confirmación de pedido, reclamación del proveedor. [11] Recibo y costos de Material entrante e ingreso de energía.
	←	Bloqueo de pedido
	→	PPC Comunicación de recepción de mercancías, retraso en el plan de entrega del pedido. Necesidades netas (fabricación exterior), [4] Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a corto plazo
	←	
	→	CAP Confirmación de pedido, plazo de suministro, comunicación de la recepción de la mercancía. Pedido de los medios de producción, [4] Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a largo plazo
	←	
	→	Entrada de mercancías Lista diaria de entrada de mercancías, Albarán de suministro, Lista de falta de piezas, Resultado de verificación [5] Confirmación de orden entrante. [11] Recibo y costos de Material entrante e ingreso de energía.
	←	
	←	Conservación [27] Requerimiento de orden de adquisición de mantenimiento
	↔	DATOS MAESTROS Datos maestros de piezas, proveedores, datos sobre el pedido del cliente.
	→	Proveedor Consulta, pedido. Oferta, confirmación de pedido, retraso en el plazo de suministro, factura, reclamación.
	←	

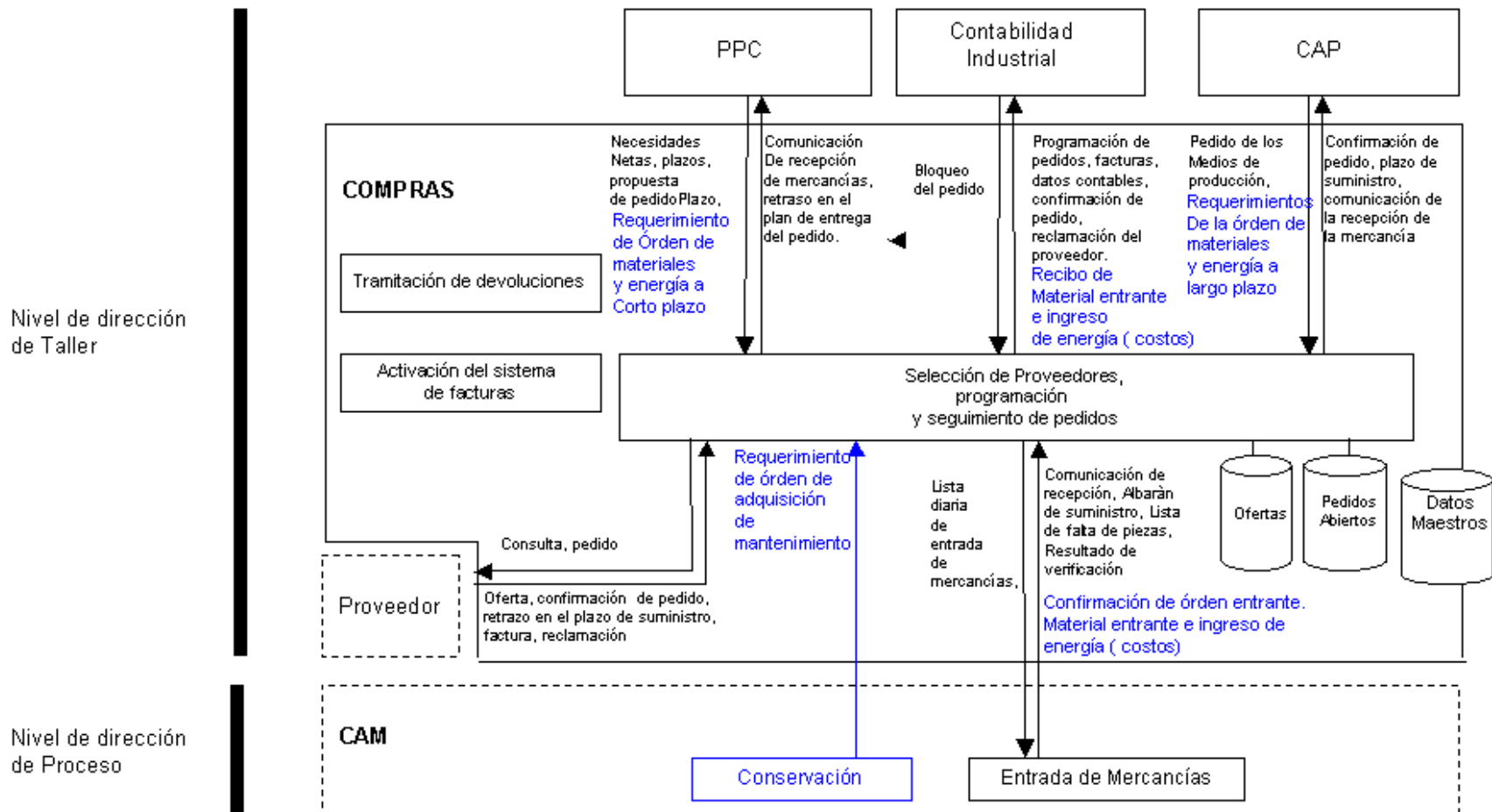


Figura 15. Estructura Interna COMPRAS

Tabla 20. Funciones de Programación y Control de la Producción PPC

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Programación y Control de la Producción PPC	1. Establecer los programas	1.1 Establecer el programa de producción(2.1) 1.2 Establecer el programa de Embalaje(2.3)
	2. Planificación del programa de producción	2.1 Determinar la orden de producción extraordinaria (1.5) 2.2 Planificación aproximada del programa de producción, productos de encargo y productos estándar. (3.3.1). 2.3 Chequear la programación frente a la disponibilidad de materia prima(3.3.2A) 2.4 Chequear la programación frente a capacidad de almacenamiento de producto(3.3.2B) 2.5 Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo(3.3.3) 2.6 Modificar la programación de la producción horariamente, teniendo en cuenta la capacidad de salida del equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas(3.3.5) 2.7 Establecimiento de pronóstico para productos, piezas, grupos. 2.8 Confirmación del plazo de suministros 2.9 Control de las actividades previas de diseño, procesos de trabajo.
	3. Planificación de cantidades	3.1 Cálculo de aprovisionamiento (5.4) 3.2 Análisis ABC 3.3 Determinación de las necesidades, controlada por el consumo 3.4 Selección de proveedores 3.5 Control de existencias de almacén 3.6 Reserva de materiales 3.7 Acumular costos de materia prima, mano de obra, energía y otros costos para transmisión a contabilidad (8.4) 3.8 Generar la Propuesta de pedido de materiales y energía basado en requerimientos a corto plazo (4.2A)
	4. Programación de materiales	4.1 Desglose de lista de piezas, composiciones. 4.2 Determinación de las necesidades brutas y netas.

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Programación y Control de la Producción PPC	5. Programación de la fabricación (Planificación de plazos y capacidades de producción, planificación aproximada)	5.1 Determinación del tiempo de ciclo. 5.2 Cálculo de la capacidad necesaria, ajuste. 5.3 Determinación de las necesidades del exterior. 5.4 Determinación de la capacidad disponible (aproximada) 5.5 Determinación del porcentaje de estado de la capacidad (involucrada, disponible e inalcanzable) (3.3.4.)
	6. Lanzamiento de la orden de trabajo	6.1 Redacción de la orden 6.2 Pedido exterior (a través de compras) 6.3 Autorización de la orden de trabajo en el taller(1.5) 6.4 Establecimiento de los justificantes de trabajo (1.5)
	7. Seguimiento de la orden de trabajo	7.1 Control de avance de la orden de trabajo (3.1.4B). 7.2 Revisión de cuellos de botella (3.1.4B). 7.3 Seguimiento de cargas (3.1.4B). 7.4 Comunicación de recepción de mercancías, Supervisión de la capacidad de producción. 7.5 Supervisión de la orden de trabajo en el taller, conforme al pedido del cliente. 7.6 Relación entre el pedido del cliente y la orden de trabajo neutra en el taller 7.7 Justificación de la utilización.
	8. Inventario	8.1 Calcular y reportar el balance de inventarios, pérdidas de materia prima y utilización de energía (4.3) 8.2 Inventario fecha fija 8.3 Inventario permanente
	9. Estadística	

Tabla 21. Flujo de Información desde y hacia PPC

Interfaz		Contenido de datos
PPC	→	PE Necesidades de personal, Plantilla de personal, cuellos de botella de personal, capacidad necesaria.
	←	PE Proyecto de inversiones, plan del programa de producción.
	→	CI Costos.
	←	
	→	VENTAS Plazo de entrega, Progreso del pedido del cliente, datos de existencias, comunicación de terminación, precio de fabricación.
	←	
	→	COMPRAS Necesidades netas (Fabricación Exterior), [4] Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a corto plazo
	←	
	→	CAD [26] Realimentación técnica del proceso y producto
	→	CAP Capacidad disponible, Encargo de establecimiento del plan de trabajo, propuesta del tamaño del lote, perfil de cargas. [29] Disponibilidad
	←	
	→	Control de Fabricación Orden de trabajo, reserva de medios de producción, modificación de la orden, anulación, activación de inventario.
	←	
	→	Almacén Lista de encargos, activación de inventario, reserva de materiales, [7] Consulta de existencias de requerimientos de Material y energía a largo plazo
	←	

Interfaz		Contenido de datos
PPC	→	EMBALAJE
	→	Conservación
	←	
↔	DATOS MAESTROS	

	[19] Programa de embalaje
	Promesa de plazo.
	Pseudos-pedidos (Necesidades de material, de personal, plazo previsto y duración).
	Datos maestros de suministradores, clientes, piezas; datos de pedidos de clientes, del taller; valores para cálculo de costos, planos, listas de piezas, estructuras de producto, datos de materiales, medios de producción, herramientas, planos de trabajo, planos de trabajo Neutros.

Tabla 22. Flujo de Información interna PPC

COMUNICACIÓN INTERNA PPC		
DESDE	HACIA	INFORMACIÓN
Establecer los programas	Planificación del programa de producción	[1] Programa de Producción
Programación de la fabricación	Establecer los programas	[3] Capacidad de producción
planificación del programa de producción	Establecer el programa	[28] Orden de Producción
Establecer el programa	planificación del programa de producción	[29] Disponibilidad

Tabla 23. Funciones de Diseño Asistido por computador CAD

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
Diseño asistido por computador CAD	1. Establecimiento del esquema (11.1)	
	2. Cálculo (11.1)	
	3. Especificaciones del producto y proceso. (11.1)	3.1 Investigaciones de especificación (11.1) 3.2 Definición de los requerimientos del proceso (11.2) 3.3 Definición de los requerimientos del producto (11.3) 3.4 Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento(3.1.3)
	4. Simulación (11.1)	
	5. Establecimiento y conservación de la lista de piezas de diseño (11.1)	5.1 Lista de despiece de variantes (11.1)
	6. Cálculo previo de costes	
	7. Servicio de modificaciones	
	8. Investigación y desarrollo	8.1 Investigar desarrollos tecnológicos (a nivel de proceso) (3.1.6)

Tabla 24. Flujo de Información desde y hacia CAD

Interfaz		Contenido de datos	
CAD	→	PE	Progreso de la orden.
	←		Orden de desarrollo.
	→	CI	Cálculo previo, costos.
	←		<i>Costo total del producto (8.2)</i> ⁷
	→	VENTAS	Cálculo previo, Especificación Técnica (datos del producto), principio de solución, situación de la orden.
	←		Consulta técnica y de plazo, [13] Orden de desarrollo o modificación de acuerdo con los estándares y requerimientos del cliente [15] Renuncia de producto terminado
	←	PPC	[26] Realimentación técnica del proceso y producto
	→	CAP	Número de dibujo, de listas de piezas, instrucciones de montaje, de conservación, [20] Producto y proceso Know-How [24] Estándares y métodos de mantenimiento
	←		Requisitos y directrices de diseño, solicitud de modificación, Número de procesos de trabajo existentes, datos NC, [21] Solicitud de información de producto y proceso
	→	CAQ	Número de dibujo, [13] características de calidad Datos del producto, [14] Requerimientos de producto y proceso
	←		Exigencia de calidad, solicitud de modificación.
	↔	DATOS MAESTROS	Datos del pedido del cliente, valores de cálculo de precios, dibujos, datos geométricos, listas de piezas, Datos maestros de piezas, estructuras del producto, normas, datos de herramientas, medios de producción, materiales, especificaciones de construcción, procesos de trabajo neutros (Programas NC/RC/PLC)

⁷ Función 8.2: Reportar el costo total del producto a CAD para modificación

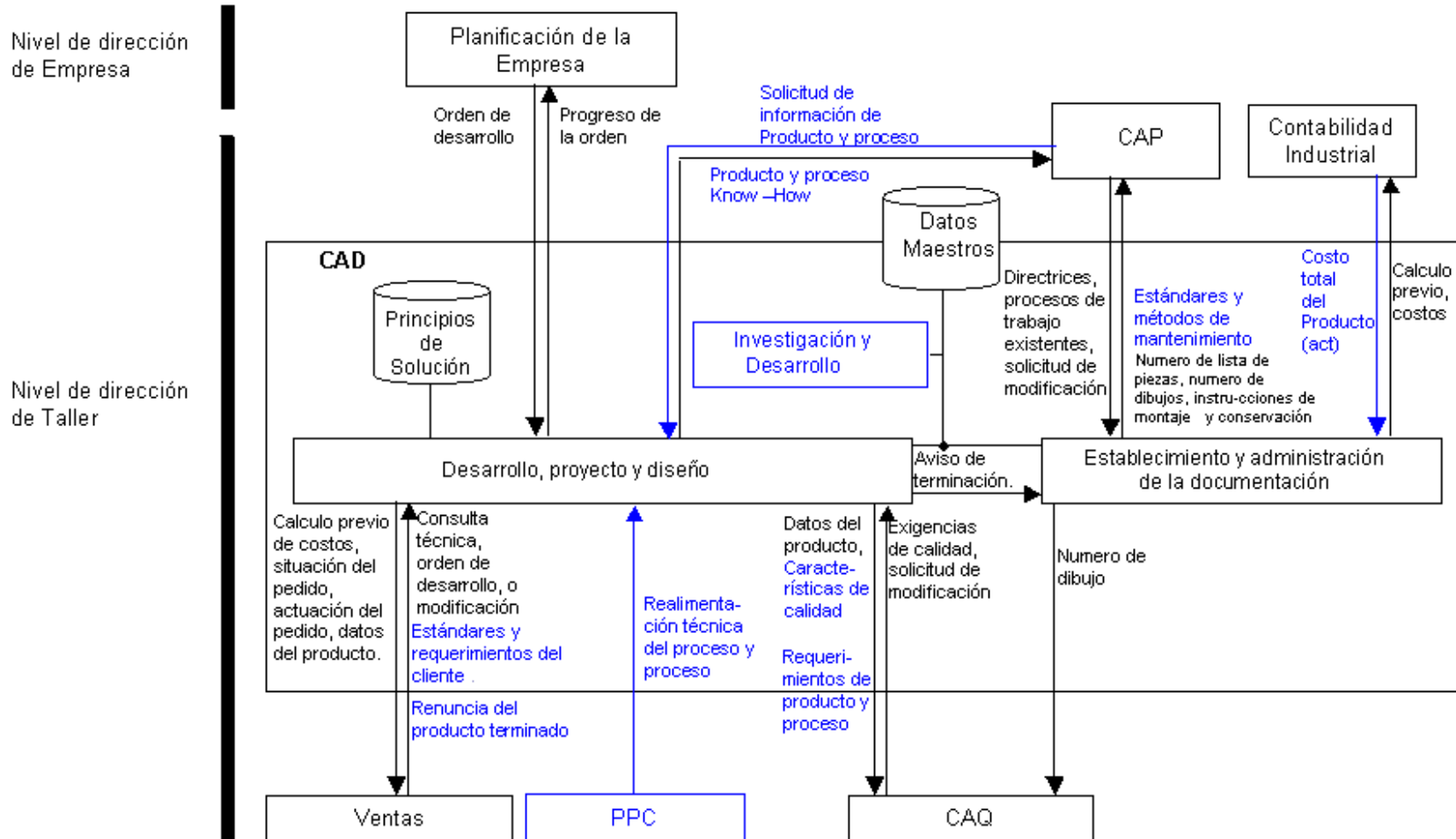


Figura 17. Estructura Interna CAD

Tabla 25. Funciones de Planificación Asistida por ordenador CAP

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUN.	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAP	1. Diseño de la Producción	1.3 Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo (2.2) 1.4 Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a largo plazo.(4.2B). 1.5 Diseñar el plan de producción a largo plazo 1.6 Determinación de la orden de producción fija (1.5)
	2. Planificación del trabajo	2.1 Determinación de la secuencia de trabajo 2.2 Elección de procedimientos y máquinas 2.3 Asignación de herramientas, dispositivos, elementos de medida 2.4 Establecimiento de los parámetros del proceso 2.5 Determinación de requisitos y tiempo 2.6 Establecimiento de programas NC, RC, PLC 2.7 Planificación de costes
	3. Administración de los Procesos de trabajo	3.1 Establecimiento de nuevos procesos de trabajo 3.2 Nueva planificación 3.3 Actualización de los procesos de trabajo existentes 3.4 Administración del catálogo de fases de trabajo. 3.5 Administración de recetas
	4. Planificación del montaje	4.1 Conversión de la lista de piezas de diseño en una lista de piezas de montaje 4.2 Establecimiento de la secuencia de montaje 4.3 Asignación de puestos de montaje y medios auxiliares 4.4 Determinación de requisitos y tiempos
	5. Planificación de la verificación	5.1 Establecimiento de procesos de verificación 5.2 Determinación de las necesidades de los medios de verificación 5.3 Planificación de la secuencia de verificación
	6. Establecimiento de recetas	
	7. Planificación de los medios de producción.	5.1 <i>Determinar las especificaciones de mantenimiento para los medios de producción hacia conservación (3.1.3)</i>
	8. Simulación de procesos de fabricación y	
	9. Normalización y control de normas	

Tabla 26. Flujo de Información desde y hacia CAP

Interfaz		Contenido de datos	
CAP	→	PE	Marco de inversiones, Costos.
	←	PE	[9] Objetivos de costo de Producción
		CI	
	←		<i>costo total de la producción(8.5)⁸</i>
		Ventas	
	←		[28]Pedido del Cliente ordinario
	→	Compras	Pedido de medios de producción, [4] Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a largo plazo
	←		Confirmación, plazo de suministro, comunicación de recepción de mercancías
	→	PPC	Capacidad necesaria, Datos característicos de la capacidad, progreso en la preparación de los procesos de trabajo. Número de procesos de trabajo, [9] Objetivos de costo de Producción, [28] Plan de producción a largo plazo, [20] Producto y proceso Know-How
	←		Capacidad Disponible, orden de preparación de los procesos de trabajo, propuesta del tamaño del lote, perfil de cargas, [29] Disponibilidad
	→	CAD	Especificaciones y directrices de diseño, solicitud de modificación, número de procesos y datos NC existentes, órdenes de diseño de medios de producción. [21] Solicitud de información de producto y proceso
	←		Número de dibujos y listas de piezas, instrucciones de montaje y mantenimiento. [20] Producto y proceso Know-How [24]Estándares y métodos de mantenimiento
	→	CAQ	Número de proceso de trabajo (proceso de trabajo neutro)
	←		[13]Requisitos y especificaciones de calidad
→	Ctrl. de la Fabricación	Autorización/ Bloqueo del programa.	
←		Datos de corrección de los procesos de trabajo.	

⁸ Función 8.5: Reportar el costo Total de la Producción a CAP para modificación.

Interfaz		Contenido de datos	
CAP	→	Almacén	[6] Consulta de existencias de requerimientos de materiales y energía a largo plazo
	←		[8] Inventario de Material y energía
	→	Conservación	Especificaciones de mantenimiento para los medios de producción. [24] Estándares y métodos de mantenimiento
	←		Estadísticas de fallo de los medios de producción.
	↔	Datos Maestros	Datos maestros de proveedores, datos del pedido del cliente, datos de la orden de trabajo de taller, datos geométricos, datos maestros de la pieza, datos de herramientas, medios de producción y materiales, dibujos, listas de piezas, valores para el cálculo de costos, estructuras del producto, normas, especificaciones de construcción, procesos de trabajo neutros, programas NC, RC, PLC, procesos de trabajo.

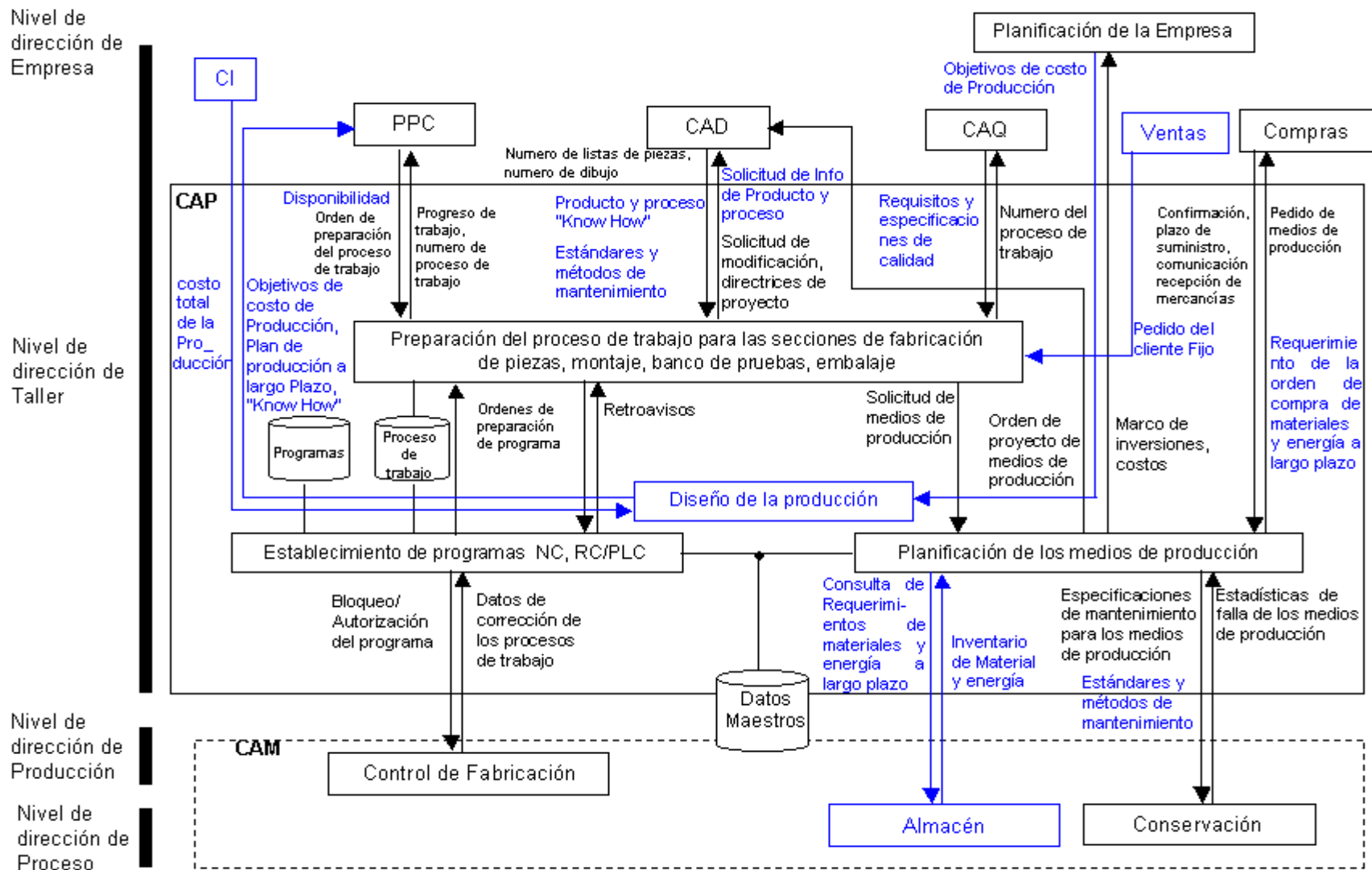


Figura 18. Estructura Interna CAP

Tabla 27. Funciones de Control de Fabricación.

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Control de Fabricación	1.Administración de órdenes de trabajo	1.1 Aceptación y administración de las órdenes de trabajo (FA)(3.2.7B) 1.2 Modificación de la orden, anulación. (3.2.7B) 1.3 Continuación de la orden de trabajo retroaviso (3.2.7B) 1.4 Reportar el balance y pérdidas de producto a Contabilidad de costo del producto (7.5) 1.5 <i>Reportar el inventario a PPC(7.4)</i> 1.6 <i>Reportar datos de la producción y del proceso (3.2.2)</i>
	2.Lanzamiento de órdenes de fabricación	2.1 Oferta y ocupación de capacidad. (3.2.6) 2.2 Curva de carga y previsión de carga (3.2.6) 2.3 Asignación de órdenes a las diferentes células (3.2.6) 2.4 Planificación de las secuencias de trabajo (3.2.6) 2.5 Corrección de perturbaciones (3.2.6) 2.6 Supervisión de la orden de trabajo (3.2.6) 2.7 Supervisión de la calidad del producto (Piezas buenas, repaso y rechazo)(6.1B)
	3.Lanzamiento de órdenes de flujo de materiales	3.1 Administración del material circulante 3.2 Establecimiento de las distribuciones de transporte 3.3 Solicitud de material
	4.Supervisión de taller (Supervisión del ámbito de fabricación)	4.1 Control de la capacidad de taller 4.2 Responsabilidad de la disponibilidad de la capacidad (órdenes de fabricación, material y transporte) 4.3 Tratamiento de avisos de perturbación 4.4 Llevar cuentas de salarios 4.5 Activación de trabajos de conservación (3.1.1)
	5. Varios	5.1 Brindar soporte técnico a operadores

Tabla 28. Flujo de Información desde y hacia Control de Fabricación.

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Control de Fabricación	→	CI	Datos de salarios, [10] Desempeño de producción y costos, Balance y pérdidas de producto (costos)⁹, costos de envío¹⁰
	→	PPC	Datos de producción, progreso de las órdenes de trabajo, aviso de disponibilidad, cantidad, causa de rechazo, movimiento de materiales, datos de inventarios, [2] Resultados de la ejecución del programa
	←		Orden de fabricación, reserva de medios de producción, Modificación o anulación de la orden, activación del inventario.
	→	CAP	Datos para la corrección de los procesos de trabajo
	←		Autorización, bloqueo del programa
	→	CAQ	Cantidad y causa de rechazos, [16] Solicitudes de renuncia en proceso, [18] Datos de proceso
	←		Informe de calidad
	←	Entrada de mercancías	Aviso de entrada de mercancías, Solicitud de transporte
	→	Almacén	Orden de almacén, [12] Resultados del aseguramiento de la calidad, [18] Datos de proceso
	←		Datos de situación, progreso de la orden
	→	Transporte	Orden de transporte
	←		Datos de estado, Progreso de la orden, <i>costos de envío⁹</i>
	→	Fabricación de piezas, montaje	Orden de trabajo, [12] Resultados del aseguramiento de la calidad
	←		Datos de estado, progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales, herramientas, nota de corrección, [16] Solicitud de renuncia en proceso, Balance y pérdidas de producto (7.5)⁸

⁹ Función 7.5: Reportar el Balance y perdidas de producto a Contabilidad de costo del producto.

¹⁰ Función 9.6: Reportar los costos de envío a contabilidad del costo del producto en CI

Interfaz		Contenido de datos
CAM: Control de Fabricación	➔	Órden de trabajo
	➡	Banco de pruebas
	➡	Órden de trabajo
	➡	Datos de estado, progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales, herramientas, nota de corrección, [12]Resultados del aseguramiento de la calidad
	➡	Embalaje
	➡	Datos de estado, progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales, herramientas, nota de corrección
	➡	Expedición
	➡	Asignación y autorización de mercancías, anuncio de transporte
	➡	Datos básicos (Plazos propuestos y de planificación)
	➡	Conservación
➡	Estado de conservación/Reparación, Pseudos-orden, [23]Estado de conservación/repación, como respuesta de mantenimiento, [25] Realimentación técnica del mantenimiento	
↔	Datos Maestros	Datos de orden de taller, datos maestros de piezas, Datos de medios de producción, Valores para el cálculo presupuestarios, procesos de trabajo y de verificación (dibujos, listas de piezas)

Tabla 29 Funciones de Entrada de Mercancías

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Entrada de Mercancías	1. Recepción	1.1 Recibir e identificar la mercancía que se ha recibido (Materias prima, semiproductos, materiales, medios de producción, medios auxiliares, piezas)(4.4A) 1.2 Inspección Visual de acuerdo con los albaranes de suministro (Unidad de embalaje, plazo de suministro) 1.3 Desembalar y reembalar
	2. Revisión	2.1 Comprobación de la calidad y de la cantidad (4.1C)(4.4B) 2.2 Establecer informes de control 2.3 Comunicar la entrada de mercancías al servicio de compras 2.4 Marcar la mercancía rechazada y separarla (6.1B) 2.5 Retransmisión de desviaciones de material a procesos de ingeniería para una nueva evaluación con el fin de mejorar los procesos (6.8)
	3. Formar unidades adecuadas para almacenamiento o fabricación	3.1 Lanzar y paletizar la mercancía de acuerdo con las necesidades de los puestos de mecanizado 3.2 Establecer los albaranes de acompañamiento de la mercancía 3.3 Activar el transporte a: Fabricación, almacén, proveedor (devolución de mercancía rechazada)
	4 Varios	4.1 <i>Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación (3.1.1B)</i>

Tabla 30. Flujo de Información desde y hacia Entrada de Mercancías.

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Entrada de mercancías	→	COMPRAS	Albarán de suministro, lista de falta de piezas, resultado de la verificación, [5] Confirmación de orden entrante, [11] Recibo y costos de Material entrante e ingreso de energía.
	←		Lista diaria de entrada de mercancías.
	→	Control de fabricación	Comunicación de entrada de mercancías, solicitud de transporte
	→	Transporte	Activación de transporte
	←		Anuncio de transporte
	→	Conservación	Aviso de perturbación, Datos de máquina (Obtención de datos de máquina MDA), [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
	↔	Datos Maestros	Datos de herramientas, medios de producción, materiales, programas NC, RC, PLC, verificación, procesos de verificación
	→	Cliente	Confirmación
	←		Reclamación
	→	Proveedor	Justificante de entrada, albaran de devolución (Motivo de la reclamación)
	←		Albarán de suministro

Nivel de dirección de Taller

Nivel de dirección de Producción

Nivel de control de Proceso

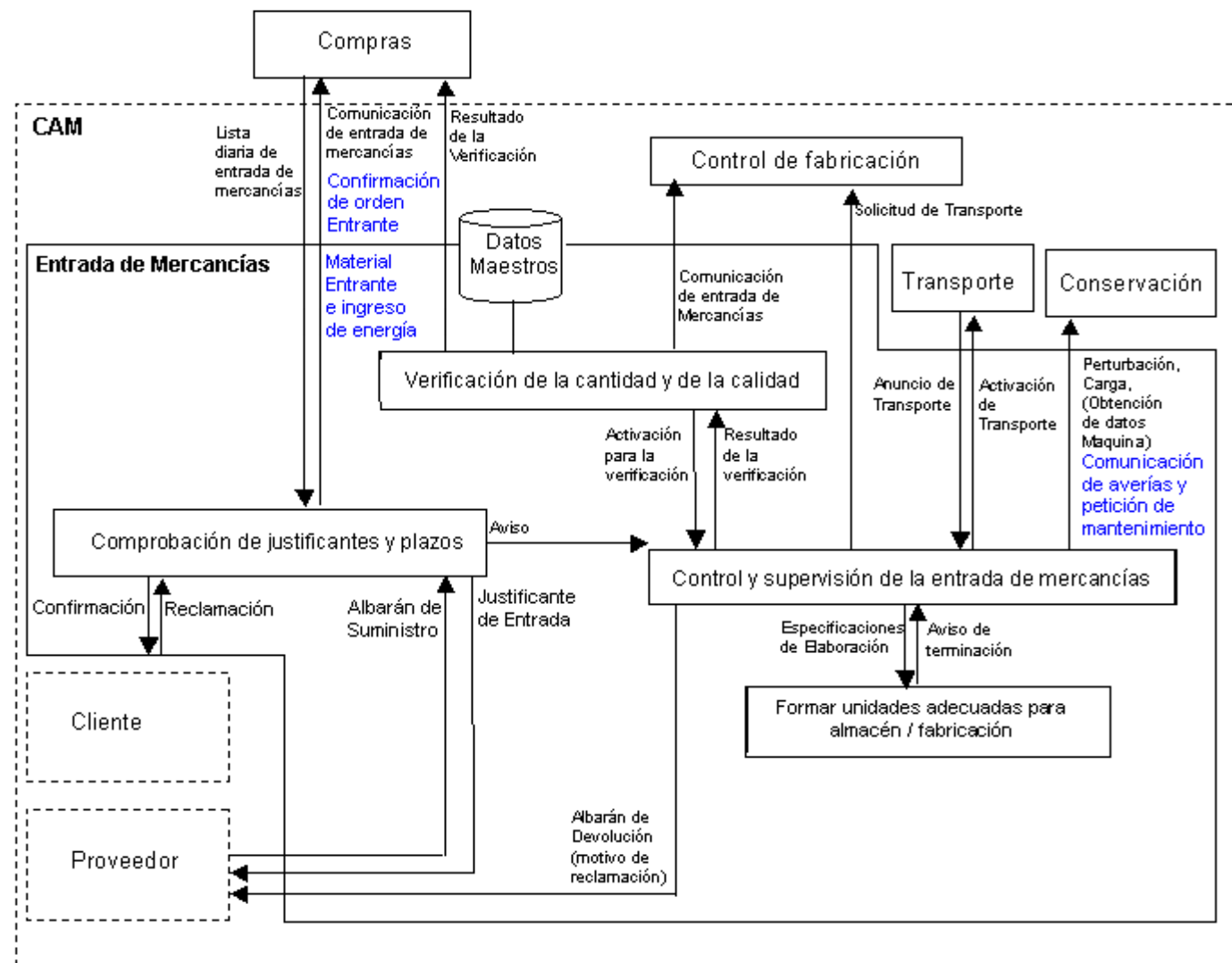


Figura 20 Estructura Interna Entrada de Mercancías

Tabla 31. Funciones de Almacén.

MODELO CIM DE SIEMENS		
AMBITO FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Almacén	1. Administración de las órdenes de almacén	1.1 Recibir las órdenes 1.2 Control de la disponibilidad
	2. Administración del almacén	2.1 Contabilización de entradas y salidas del almacén 2.2 Asignación de lugares de estantería 2.3 Supervisión de existencias 2.4 Administración de los almacenes intermedios en fabricación 2.5 Realización y administración de Inventarios (4.1A) (7.1). 2.6 Reportar el inventario a PPC(7.4)
	3. Especificación de trabajos	3.1 Programar entradas y salidas del almacén (4.1B) 3.2 Determinar los elementos de transporte a estanterías 3.3 Cálculo de secuencias
	4. Control de procesos en el almacén	4.1 Identificación de las entradas en el almacén 4.2 Control de elementos de transporte de estanterías para el almacenamiento (RSU, Rack serving Unit) 4.3 Volver a almacenar después del lanzamiento 4.4 Control de mercancías 4.5 Lanzamiento para el montaje (6.5)
	5. Supervisión del estado del almacén	5.1 Llevar una reproducción del proceso 5.2 Supervisión de la disponibilidad 5.3 Comunicar perturbaciones y averías al servicio de conservación (3.1.1B)

Tabla 32. Flujo de Información desde y hacia Almacén

Interfaz		Contenido de datos
ALMACEN	→	PPC Movimientos de almacén, variación de existencias, diferencia de inventarios, [8] Inventario de Material y energía, [17] Inventario de producto terminado
	←	Lista de lanzamiento, activación de inventario, reserva de materiales, [7] Consulta de existencias de requerimientos de Material y energía a largo plazo
	→	CAP [8] Inventario de Material y energía
	←	
	→	Control de la Fabricación Datos de situación, progreso de las órdenes
	←	
	→	Transporte Activación de transporte
	←	
	→	Expedición Datos locales de existencias, [31] Confirmación de embarque
	←	
	→	Conservación Comunicación de perturbación, tiempo ciclo, obtención datos de máquina (MDA)
	↔	Datos Maestros Datos Maestros de piezas, estructura del producto, herramientas, medios de producción.

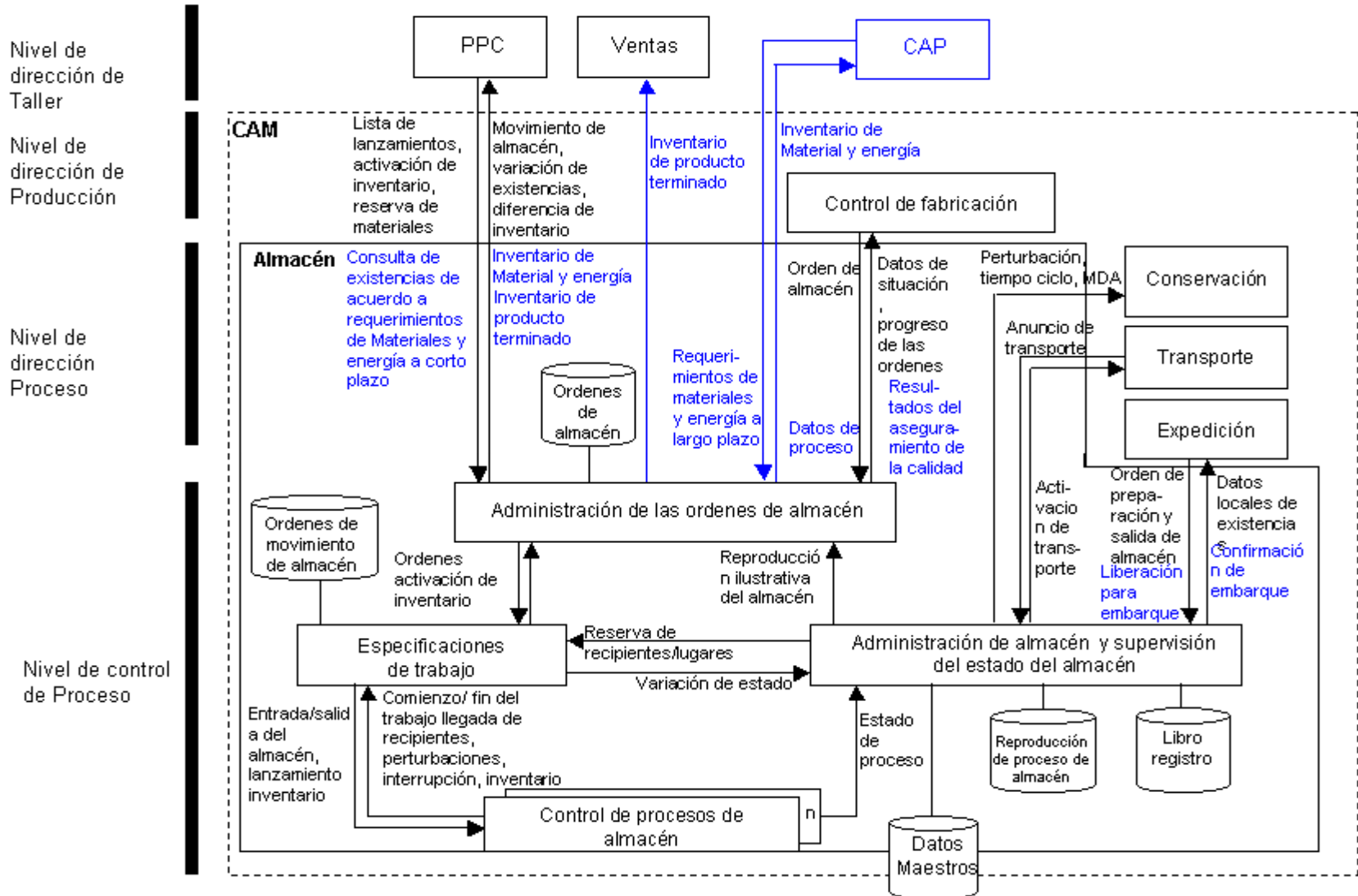


Figura 21. Estructura Interna Almacén

Tabla 33. Funciones de Transporte

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUN	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Transporte	1. Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte	1.1 Administración de medios de transporte (inclusive vehículos vacíos) (3.2.4 B) 1.2 Negociar y hacer pedidos con las compañías de transporte (9.2) 1.3 Administración de órdenes de transporte (9.1) 1.4 Asignación de las órdenes a los medios de transporte (programación) 1.5_ Reportar los costos de envío a contabilidad del costo del producto en CI (9.6) 1.6 Funciones de supervisión
	2. Administración de la imagen representativa del proceso	2.1 Llevar una ilustración actualizada. 2.2 Transcribir la ilustración del proceso
	3. Control y supervisión del proceso	3.1_ Impedir colisiones y bloqueos 3.2_ Determinación de las rutas (Determinación de los recorridos y control de direcciones para los medios de transporte) 3.3_ Supervisión del transporte 3.4_ Tramitación de la orden, Coordinación entre los sistemas de transporte y transferencia de cargas(9.3) 3.5 <i>Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación (3.1.1B)</i>

Tabla 34. Flujo de Información desde y hacia Transporte

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Transporte	→	Control de la fabricación	
	←	Control de la fabricación	
	→	Entrada de mercancías, Almacén, Fabricación de piezas, Montaje	
	←	Banco de Pruebas, Embalaje, Expedición	
	→	Conservación	Perturbaciones, Datos sobre medios de transporte, Anuncio de transporte [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
	←		Activación de transporte
↔	Datos Maestros		

¹¹ Función 9.6: Reportar los costos de envío a contabilidad del costo del producto en CI

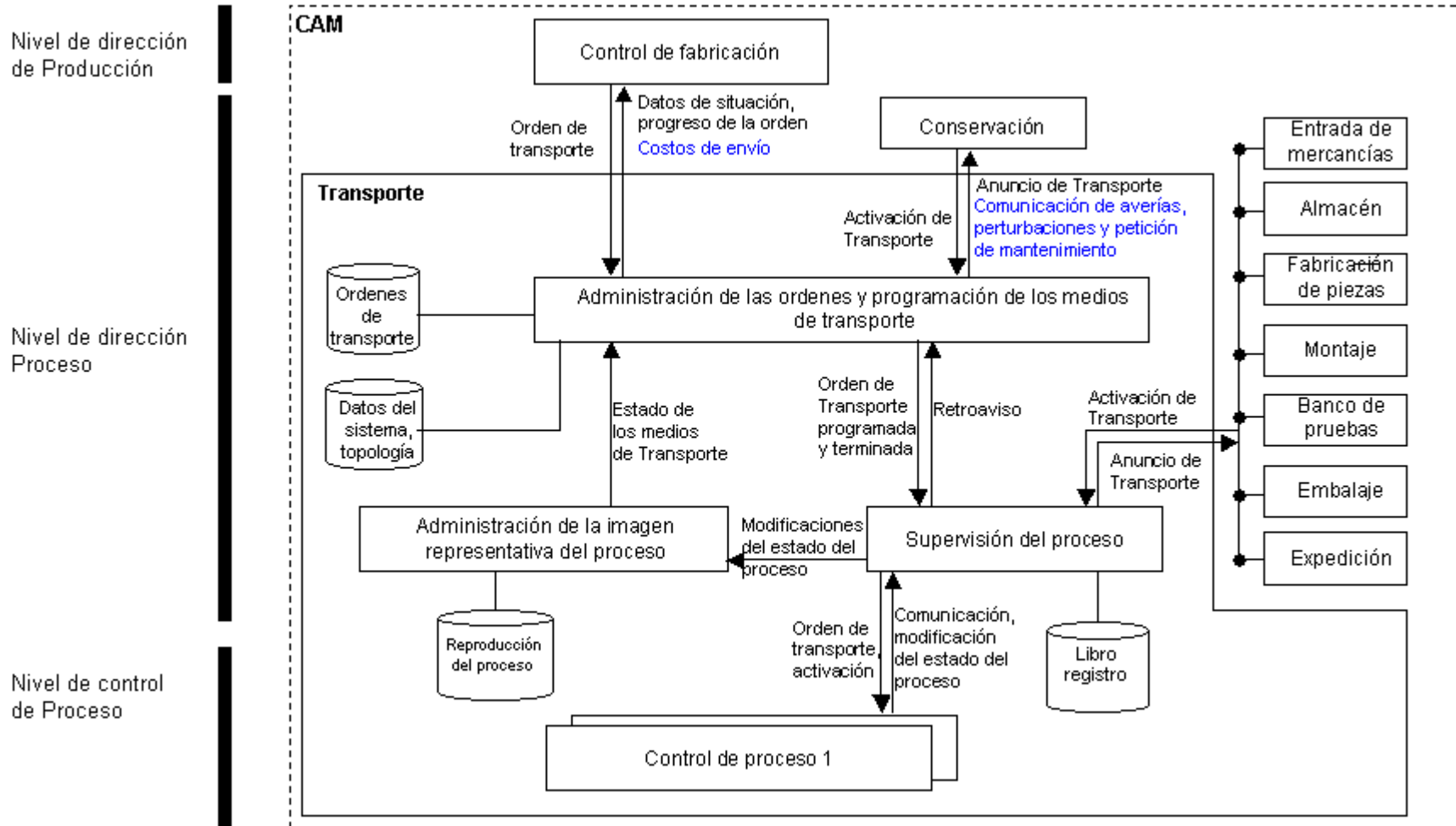


Figura 22. Estructura Interna Transporte

Tabla 35. Funciones de Fabricación de Piezas/ Montaje

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Fabricación de piezas / Montaje	1. Administración de órdenes	1.1 Recepción y administración de las órdenes de trabajo por células dadas por el control de fabricación 1.2 Planificación, modificación, anulación de órdenes de trabajo (3.3.5) 1.3 Progreso de la orden y retroaviso (3.2.1)
	2. Especificación de trabajos	2.1 Supervisión de la realización de las órdenes de trabajo 2.2 Control de ocupación de las máquinas 2.3 Control de cambios de preparación de máquinas 2.4 Planificación de secuencias 2.5 Activación del sistema de transporte (interior y exterior)
	3. Abastecimiento y retirada interna de materiales.	3.1 Administración de existencias 3.2 Solicitud de materiales y herramientas 3.3 Activar y supervisar la preparación de materiales y herramientas
	4. Supervisión del estado de las instalaciones	4.1 Fijar y distribuir las situaciones de proceso 4.2 Visualizar el proceso (3.2.5) 4.3 Transmitir los avisos de perturbación (3.2.5).(3.1.1B) 4.4 Llevar el libro de registro 4.5 Activar las órdenes de conservación/repación (3.1.1B) 4.6 Expedir peticiones para modificación del proceso (3.1.1A)
	5. Administración de los programas NC, RC, PLC	5.1 Solicitud y transmisión de documentación de fabricación (programas, dibujos y procesos de trabajo) 5.2 Realizar correcciones y comunicar errores a CAP
	6. Control de procesos	6.1 Preparar la máquina (disponer las herramientas, efectuar su reglaje previo, amarrar en portaherramientas y cargar el programa)(3.2.1) 6.2 Preparar las piezas (Fijar las piezas de forma Manual o con un manipulador, en la máquina o en el utillaje porta piezas)(3.2.1) 6.3 Mecanizar la pieza(3.2.1) 6.4 Comunicar la situación y reportar la producción 6.5 Reportar el balance y pérdidas de producto a Control de la Fabricación (7.5)

Tabla 36. Flujo de Información desde y hacia Fabricación de Piezas

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Fabricación de Piezas/ Montaje	→	CAP	Datos de corrección (Programa, documentación de trabajo)
	→	Control de Fabricación	Datos de situación, progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales y herramientas, Indicación sobre errores en programas y documentación. [16]Solicitud de renuncia en proceso , <i>Balance y pérdidas de producto (7.5)</i> ¹²
	←		Orden de Fabricación, [12]Resultados del aseguramiento de la calidad
	→	Transporte	Activación de Transporte
	←		Comunicación de transporte
	→	Conservación	Carga, perturbación [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento.
	↔	Datos Maestros	Datos sobre órdenes de taller, dibujos, listas de piezas, datos sobre herramientas/medios de producción, Programación NC, RC, PLC (procesos de Verificación)

¹² Funciones 7.5: Reportar el Balance y pérdidas del producto a Control de Fabricación

Nivel de dirección de Taller

Nivel de dirección de Producción

Nivel de dirección Proceso

Nivel de control de Proceso

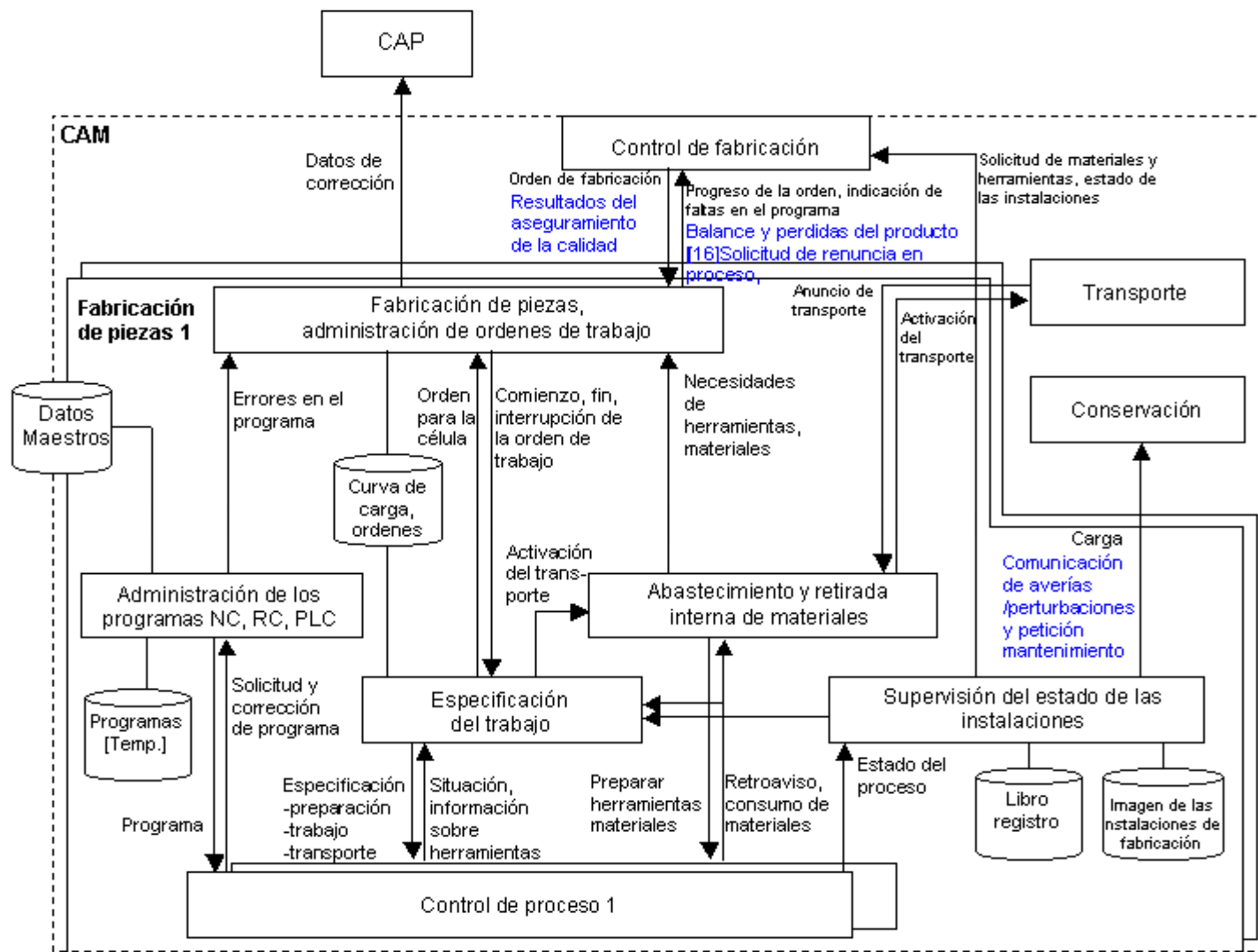


Figura 23. Estructura Interna Fabricación de Piezas y/o Montaje

Tabla 37. Funciones de Expedición

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Expedición	1.Administración y programación de las órdenes de expedición	1.1 Reservar las mercancías (7.2). 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 1.5 Elegir el almacén de expedición (si no figura en la orden) 1.6 Seleccionar los almacenes de llegada 1.7 Determinar la carga y rutas óptimas 1.8 <i>Confirmar a ventas la comunicación de la terminación de la expedición (el envío)(9.5A)</i>
	2. 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 (6.7) 2.5 Entrega al transportista o al almacén de expedición (9.3). 2.6 Establecimiento de la documentación de expedición (9.4) 2.7 Paletizado para formar unidades de transporte (7.6)
	3. Varios	3.1 <i>Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación (3.1.1B)</i>

Tabla 38. Flujo de Información desde y hacia Expedición

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Expedición	➔	VENTAS	Comunicación de terminación
	➜		Orden de expedición, autorización de suministro
		Control de fabricación	
	➜		Asignación, autorización de mercancías
	➔	Almacén	Orden de preparación y salida de almacén, [30] Liberación para embarque
	➜		Datos locales de existencias, [31] Confirmación de embarque
	➔	Transporte	Activación de transporte
	➜		Anuncio de transporte
	➔	Conservación	Aviso de avería, Datos de máquina (MDA), [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
	↔	Datos Maestros	Datos maestros de clientes, datos de órdenes, listas de piezas para expedición
	➔	Cliente	Documentación de expedición
	➜		Confirmación de recepción
	➔	Transportista (Proveedor)	Orden de transporte
➜	Factura de portes		

Nivel de dirección de Taller

Nivel de dirección de Producción

Nivel de dirección Proceso

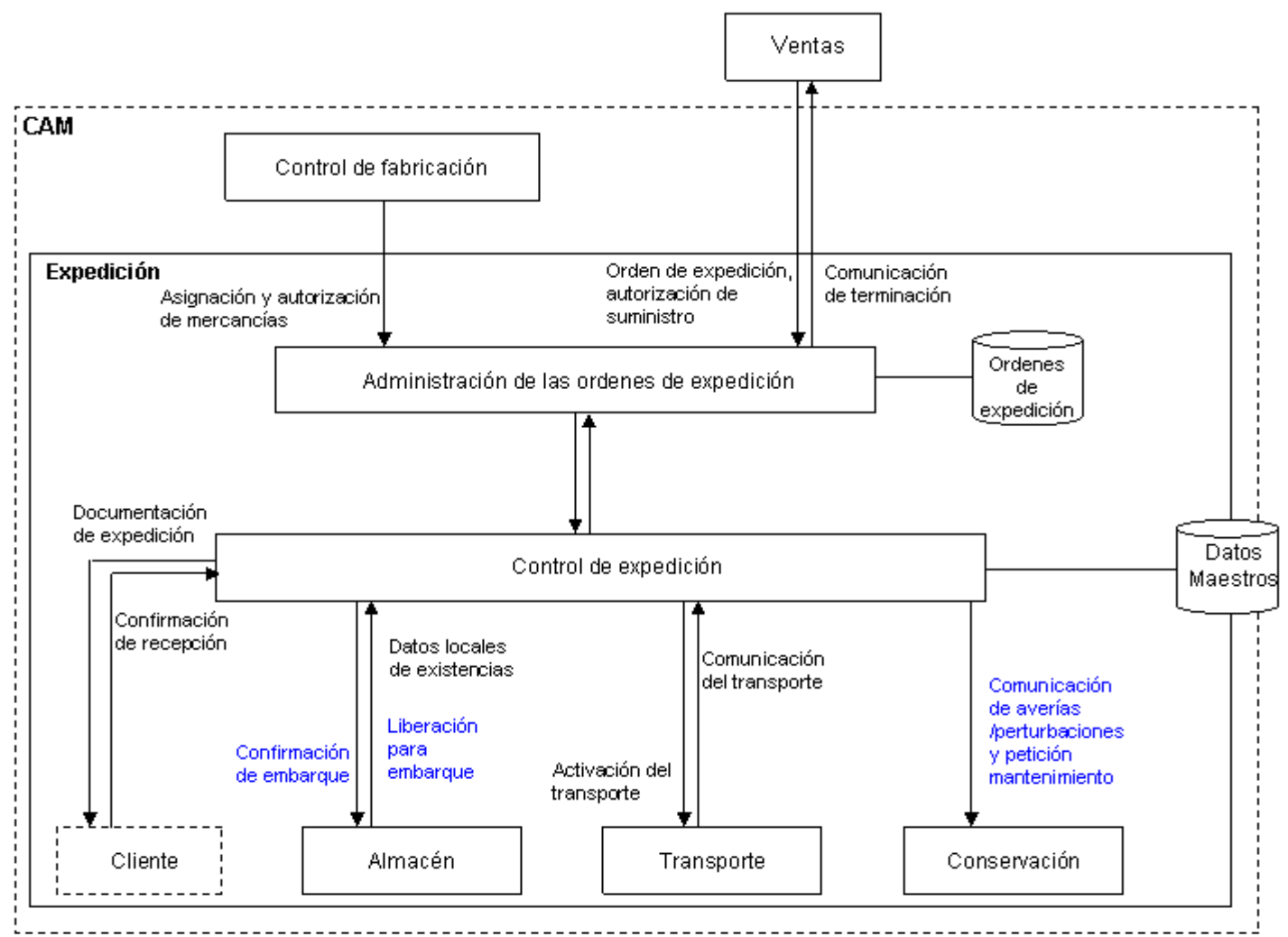


Figura 24. Estructura Interna Expedición

Tabla 39. Funciones de Banco de Pruebas

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Banco de Pruebas	1. Administración y programación de las órdenes de prueba	1.1 Recibir y administrar las órdenes 1.2 Planificar y determinar plazos 1.3 Control de disponibilidad y reservas de medios de producción y de personal
	2. Administración de programas y documentos NC, RC, PLC	2.1 Solicitar programas y documentación 2.2 Administrar las existencias circulantes 2.3 Realizar correcciones, comunicar a CAP el tipo de error y a Control de Fabricación el número de programa y el retraso previsible 2.4 Transmitir los programas y la documentación al control de procesos
	3. Alimentación y retirada interna de materiales	3.1 Administrar y preparar las piezas para ensayar 3.2 Solicitar medios de ensayo y auxiliares 3.3 Activar transportes
	4. Control del proceso(6.1A)	Preparar los medios de producción: - Preparación de los dispositivos de ensayo - Cargar el programa 4.2 Preparar la pieza o aparato para ensayar - Identificar - Amarrar - Establecer conexiones eléctricas, hidráulicas, etc. 4.3 Efectuar el ensayo - Ejecutar el programa de ensayo, realizando eventualmente trabajos de ajuste - Obtener, evaluar y registrar datos de medición - Marcar cada pieza verificada (piezas aceptadas, para repaso, rechazo) 4.4 Retirar la pieza ensayada - Soltar la pieza ensayada - Activar transporte interno
	5. Supervisión del estado de las Instalaciones	5.1 Filtrar y Distribuir datos de máquina y de taller así como las comunicaciones 5.2 Llevar la ilustración de las instalaciones 5.3 <i>Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación (3.1.1B)</i> 5.4 Llevar el libro de registro

Tabla 40. Flujo de Información desde y hacia Banco de Pruebas

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Banco de Pruebas	→	CAP	Datos de corrección (Programa, documentación de trabajo)
	→	Control de la fabricación	Datos de situación, Progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales y herramientas, corrección de errores en el programa o en la documentación, [12]Resultados del aseguramiento de la calidad
	←		Orden de verificación
	→	Transporte	Activación del transporte
	←		Comunicación del transporte
	→	Conservación	Perturbación, tiempo de funcionamiento (Obtención de datos de máquina), [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
↔	Datos Maestros	Dibujos, datos de materiales, procesos de verificación, programas de verificación	

Nivel de dirección de Taller

Nivel de dirección de Producción

Nivel de dirección Proceso

Nivel de control de Proceso

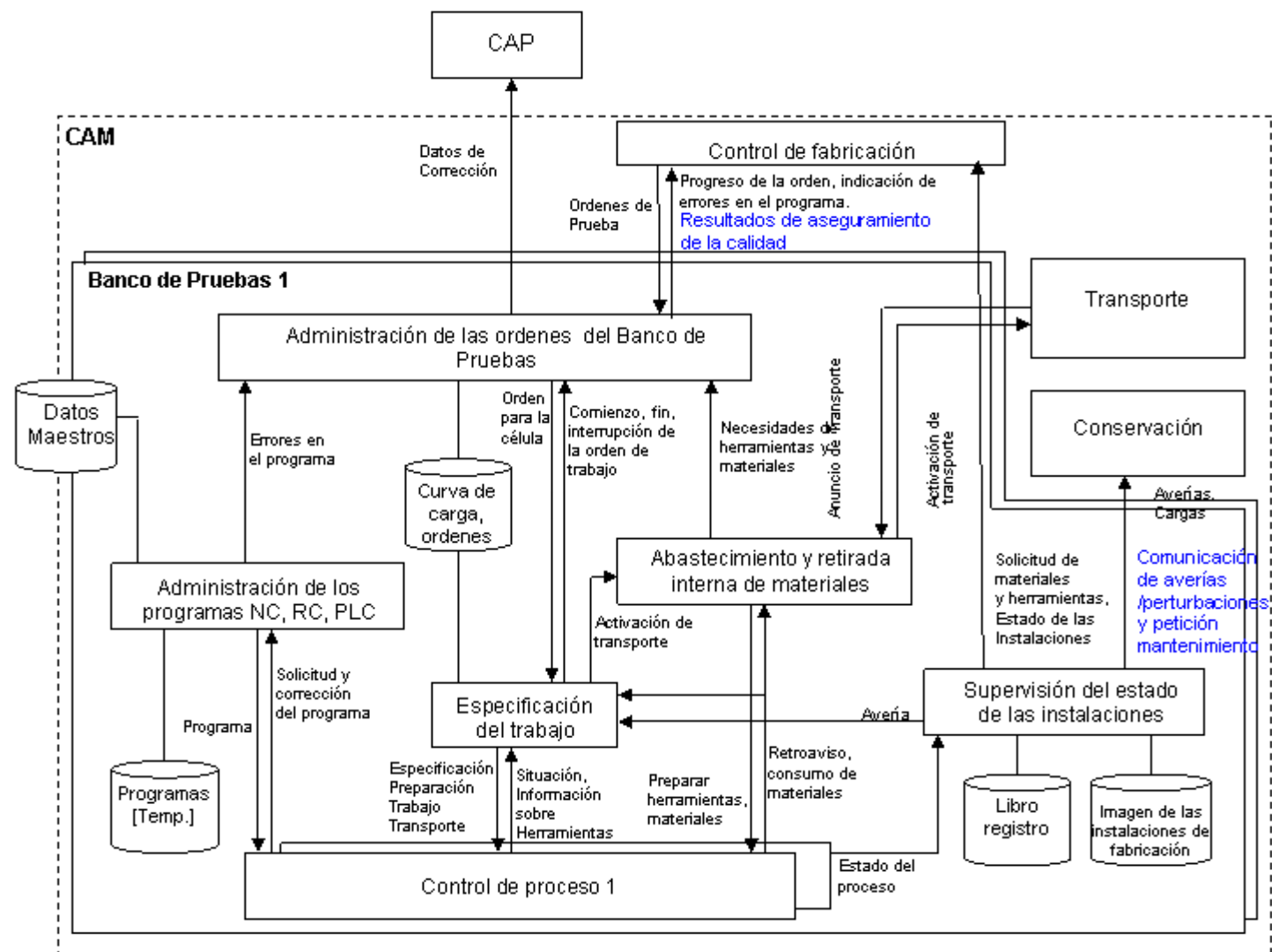


Figura 25 Estructura Interna Banco de Pruebas

Tabla 41. Funciones de Embalaje

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE FUNCIONAL	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Embalaje	1. Administración y programación de las órdenes de embalaje	1.1 Recibir y administrar las órdenes (2.3) 1.2 Planificar y determinar fechas (2.3) 1.3 Recibir y administrar las órdenes (7.3) 1.4 Planificar y determinar fechas (7.3) 1.5 Control de disponibilidad y reserva de materiales de embalaje, medios de producción y personal
	2. Administración de programas NC, RC, PLC	2.1 Solicitar programas 2.2 Administrar la cartera provisional de programas 2.3 Efectuar correcciones y comunicarlas a CAP 2.4 Transmitir los programas a control de procesos
	3. Abastecimiento y retirada interna de materiales	3.1 Administrar y preparar las piezas para embalar 3.2 Pedir material de embalaje 3.3 Liberar material para su uso posterior después de realizadas las pruebas correspondientes(6.5) 3.4 Activar transporte
	4. Control de procesos	4.1 Preparar la máquina de embalar(7.3) - Preparar y preajustar la máquina de embalar - Preparar el material de embalaje - Cargar el programa 4.2 Preparar la mercancía(7.3) - Montar eventualmente seguros de transportes para impedir el funcionamiento - Adjuntar las piezas sueltas y la documentación que deba acompañarse 4.3 Embalar, rotular (7.3) - Preparar eventualmente unidades de embalaje específicas por clientes
	5. Supervisión del estado de las instalaciones	5.1 Fijar y distribuir los datos de taller, datos de máquina y comunicaciones 5.2 Llevar la imagen de las instalaciones 5.3 <i>Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación (3.1.1B)</i> 5.4 Llevar el libro de registro

Tabla 42. Flujo de Información desde y hacia Embalaje

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Embalaje	→	CAP	Datos de corrección (Programa, documentación de trabajo)
		PPC	
	←		[19]Programa de embalaje
	→	Control de la fabricación	Datos de situación, Progreso de la orden, solicitud/devolución de materiales y herramientas, comunicación de errores en el programa o en la documentación
	←		Orden de embalaje
	→	Transporte	Activación del transporte
	←		Comunicación del transporte
	→	Conservación	Perturbaciones, orden de Conservación, [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
↔	Datos Maestros	Dibujos, datos de clientes, órdenes de clientes, listas de piezas (Expedición)	

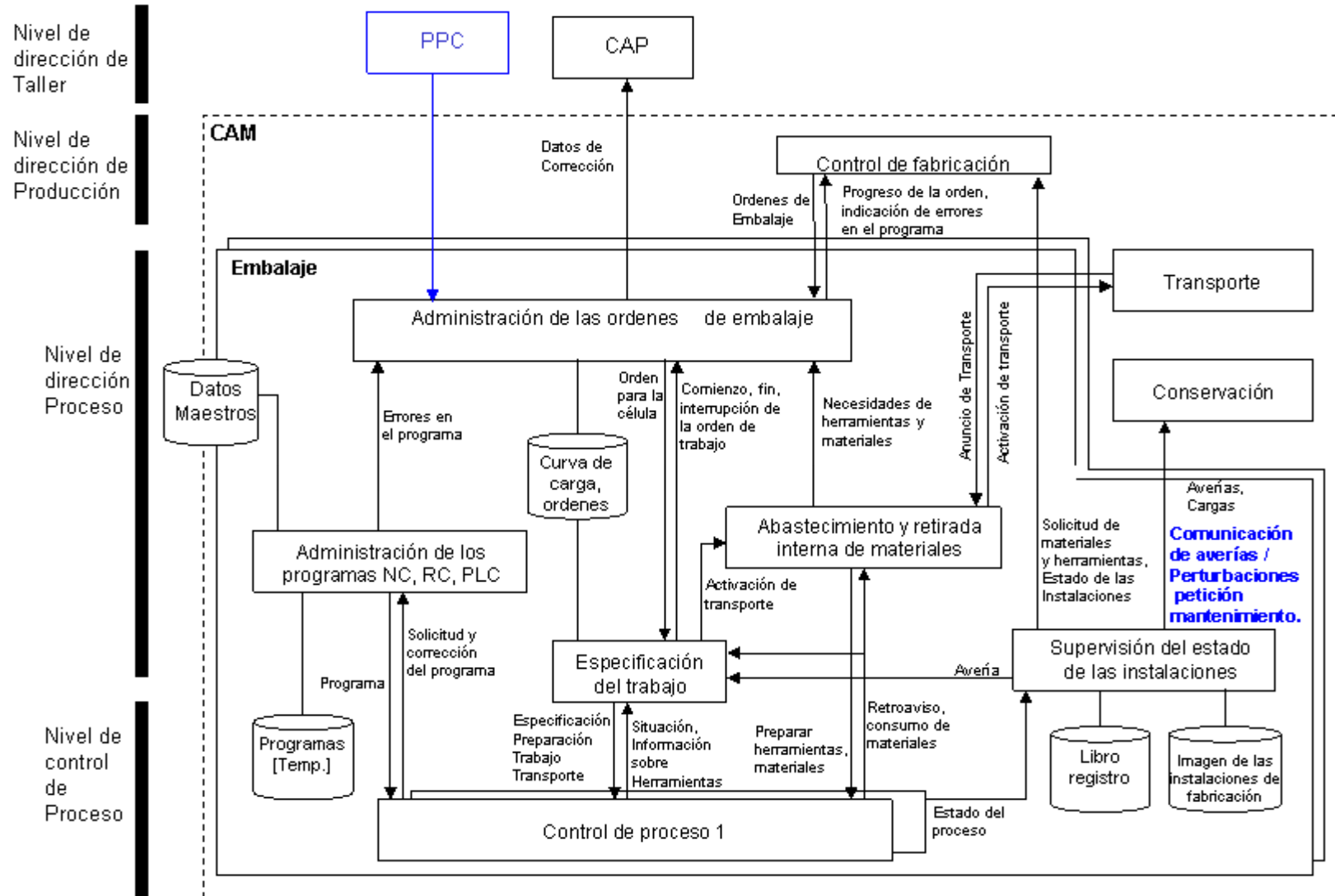


Figura 26 Estructura Interna Embalaje

Tabla 43. Funciones de Conservación

MODELO CIM DE SIEMENS		
BLOQUE	FUNCIÓN	SUBFUNCIÓN
CAM: Conservación	1. Planificación del mantenimiento preventivo	1.1 Establecer un programa de mantenimiento preventivo (10.2) 1.2 Llevar el fichero de los medios de producción (3.1.2A) (3.1.4A) 1.3 Establecer pautas de programación para inspección, pequeñas reparaciones, sustitución de piezas de desgaste (qué, cómo, cuándo)(3.1.2A)(3.1.3) 1.4 Activar la programación(3.1.2A) 1.5 Mantenimiento por turnos(3.1.2A) 1.6 Mantenimiento en función del tiempo de funcionamiento (3.1.2A).
	2. Programación de órdenes	2.1 Planificación (3.1.2A). 2.2 Determinación de fechas(3.1.2A) 2.3 Control de disponibilidad, determinación del material necesario(3.1.2A) 2.4 Reserva de materiales, piezas de recambio, personal (3.1.2A) 2.5 Determinación de las necesidades de material exterior e iniciación de pedidos(3.1.2A) (10.4) 2.6 Coordinar contratos externos de trabajos de mantenimiento (10.5B)
	3. Administración y supervisión de órdenes	3.1 Recepción de : (3.1.2A) - Órdenes de mantenimiento autorizadas - Avisos de averías 3.2 Establecer órdenes de mantenimiento (3.2.3B, 3.1.2A) 3.3 Preparar instrucciones (3.1.3). (3.1.2A) 3.4 Administración de las órdenes (3.1.2A). 3.5 Establecimiento de las órdenes de planificación 3.6 Optimización de la orden de trabajo (3.1.2A) 3.7 Control de las desviaciones respecto al ritmo especificado (3.1.2A) 3.8 Protocolización y transmisión de las causas y duración de las averías y costes de reparación (3.1.2A) 3.9 Brindar realimentación técnica sobre rendimiento y fiabilidad (1.06B) 3.10 Coordinar funciones de ingeniería. 3.11 <i>Reportar el estado de conservación(10.6B)</i>
	4. Ejecución de las órdenes de mantenimiento y reparación	4.1 Monitorear equipos y validar medidas de operaciones para anticipar fallas incluyendo autodiagnóstico (3.2.3)(10.3) 4.2 Diagnóstico e identificación de averías (3.2.5). 4.3 Preparar el equipo para el mantenimiento(3.2.4A) 4.4 Corrección de averías 4.5 Brindar mantenimiento a las Instalaciones Existentes (10.1) 4.6 Establecimiento de informes 4.7 Contabilización de costos de mantenimiento 4.8 Reportar los costos de mantenimiento a CI

Tabla 44. Flujo de Información desde y hacia Conservación

Interfaz		Contenido de datos	
CAM: Conservación	→	CI	Datos relevantes para la liquidación, <i>costos de mantenimiento (10.5A)</i> ¹³ .
	→	Compras	[27] Requerimiento de orden de adquisición de mantenimiento
	→	PPC	Pseudo-órdenes (necesidades de material, personal, fecha y duración previsible)
	←		Confirmación de plazo
	→	CAP	Estadística de fallo de los medios de producción
	←		Especificaciones de planificación, orden de control, [24] Estándares y métodos de mantenimiento
	→	CAQ	Estadística de fallo de los medios de producción, resultados del control
	←		Datos Básicos (plazos propuestos y planificación)
	→	Control de Fabricación	Estado de conservación/repación, Pseudo-órdenes, [23] Estado de conservación/repación, como respuesta de mantenimiento, [25] Realimentación técnica del mantenimiento
	←		Datos Básicos(plazos propuestos y planificados)
		Entrada de Mercancías Almacén, Fabricación de piezas, Montaje, Banco de Pruebas, Embalaje, Expedición	Comunicación de Averías, datos de máquina(MDA), [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
	→	Transporte	Activación de Transporte
	←		Avería, datos sobre medios de transporte, anuncio del transporte
	↔	Datos Maestros	Datos de Herramientas, Medios de producción, Materiales, Programas NC, RC, PLC, verificación, procesos de verificación

¹³ Reportar los costos de mantenimiento a CI (10.5A)

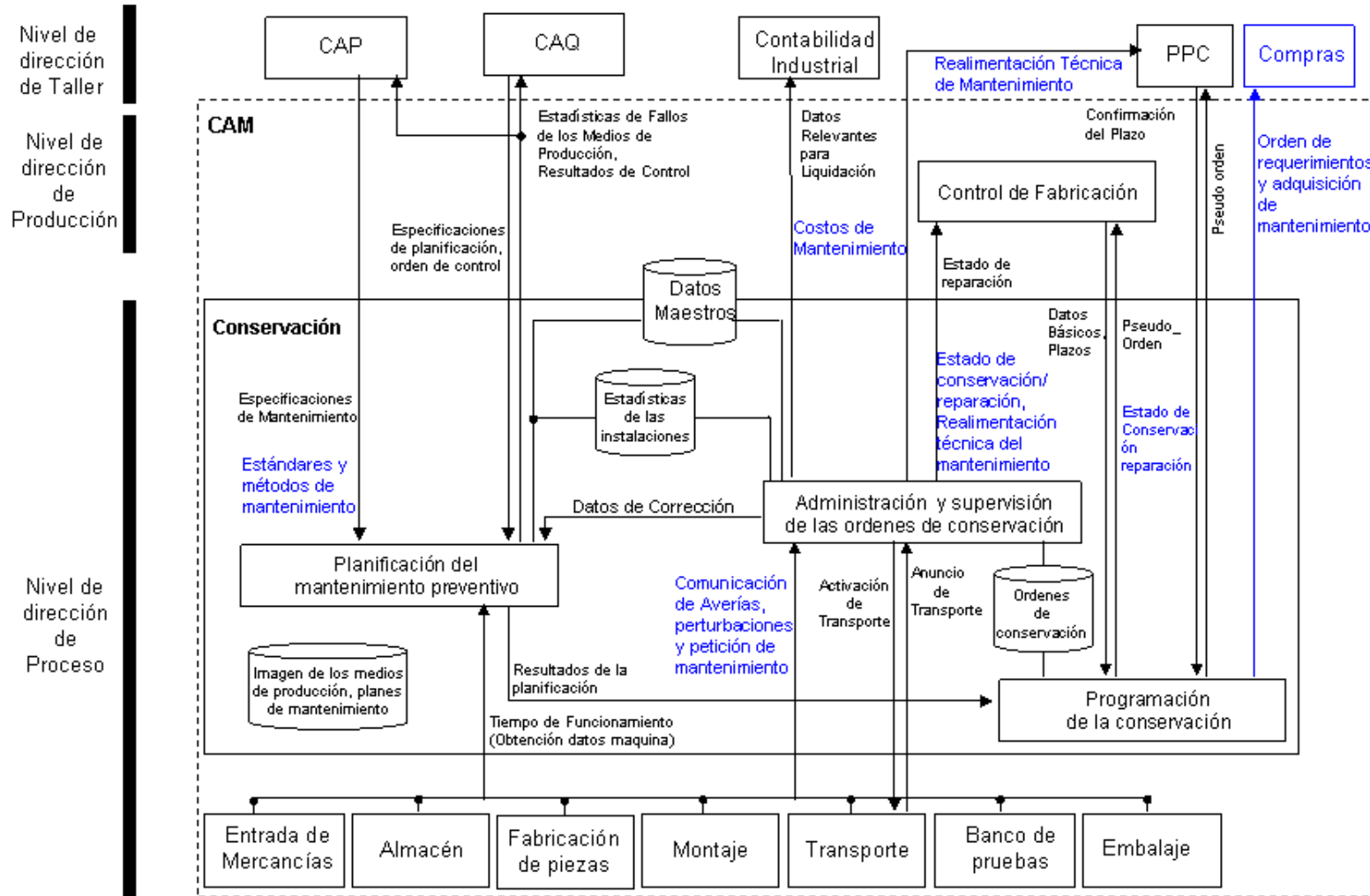


Figura 27 Estructura Interna Conservación

4. APLICACIÓN ILUSTRATIVA AL CASO DE ESTUDIO

4.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Como caso de estudio se tomará el proceso de ensamble y fabricación de bicicletas de montaña de diferentes características, llevado a cabo en la empresa Mosca Ltda., cuyo domicilio estaba ubicado en la ciudad de Popayán.

La sociedad propietaria de Mosca Ltda. se constituyó el 29 de noviembre de 1996, amparada en las ventajas e incentivos que permitía la creación de empresas bajo la Ley 218 de 1995 o ley Páez. El objeto social de la empresa eran las siguientes actividades: Fabricación, comercialización y distribución de bicicletas con partes producidas por diferentes fabricantes, la importación y exportación de bicicletas y de partes para éstas, y la representación de compañías nacionales relacionadas con la producción de bicicletas o partes para las mismas.

La fabricación de bicicletas incluía la utilización de componentes y elementos importados y de origen nacional, algunos de cuyos proveedores estaban ubicados en Taiwán, Japón, Estados Unidos, Brasil y Colombia. La importación de componentes y elementos de las bicicletas estaba determinado por los modelos de bicicleta para ensamblar. La característica principal de la empresa es que prácticamente todos los procesos y procedimientos llevados a cabo en ella se hacían de forma manual, por lo que el grado de automatización puede considerarse nulo.

Comercialmente se ofrecía al cliente un catálogo de 12 modelos de bicicletas, consideradas dentro de las especificaciones como de gama media y alta, teniendo en cuenta otros modelos presentes en el mercado. En el Anexo D se detalla la estructura organizacional y el proceso de ensamble realizado en la empresa.


















4.2 APLICACIÓN DEL MODELO RESULTANTE A LA EMPRESA MOSCA LTDA.

Es de recalcar que no ha sido desarrollada una metodología suficientemente detallada para llevar a cabo proyectos de CIM; como resultado cada proyecto presenta su propia metodología, lo cual desafortunadamente incrementa los recursos, costos y conocimiento requeridos para desarrollar proyectos de esta naturaleza.

Por la razón anteriormente mencionada, la metodología empleada para la aplicación del modelo CIM resultante es describir, a través de diagramas de flujo, todo el proceso llevado a cabo en la empresa Mosca para producción de un lote de bicicletas de un modelo específico. Para ser consistentes con el Modelo Siemens, se trabajó como *procedimientos* las realizaciones de cada ámbito funcional y como *subprocedimientos* las subfunciones; en el caso de la transformación física llevada a cabo en el ámbito CAM, se identificaron como *procesos* las realizaciones, específicamente el montaje y embalaje.

Se usa una convención de colores para identificar qué ámbito funcional del modelo CIM de Siemens pertenece cada actividad. Además, cada función será identificada con un número como lo establece el modelo resultante en las tablas de funciones.

Tabla 45. Convención de Colores

Nivel de Jerarquía	Ámbito Funcional	Convención
Nivel de Dirección de Empresa	PE	
Nivel de Dirección de Taller	CI	
	VENTAS (VEN)	
	COMPRAS (COM)	
	PPC	
	CAD	
	CAP	
	CAQ	
Nivel de dirección de la Producción	Control de Fabricación (CF)	
Nivel de Dirección del Proceso	Almacén (ALM)	
	Fabricación de Piezas / Montaje (F/M)	
	Entrada de mercancías (EM)	
	Transporte (TRN)	
	Banco de Pruebas (BP)	
	Embalaje (EMB)	
	Expedición (EXP)	
	Conservación (CON)	

Para la aplicación del modelo CIM resultante, se parte de una visión general de los flujos de información entre los diferentes ámbitos; seguidamente se realiza la descripción de los procedimientos llevados a cabo en cada uno de los ámbitos; posteriormente, para incrementar el nivel de detalle se describen los subprocedimientos llevados a cabo en cada uno de ellos.

Un esquema dinámico del modelo CIM de Siemens mejorado, como el representado en la Figura 28, muestra la integración de los procesos ajustado a la secuencia de producción de una organización y los flujos de producción y material asociado. Esta dinámica abarca todos los niveles jerárquicos de la empresa.

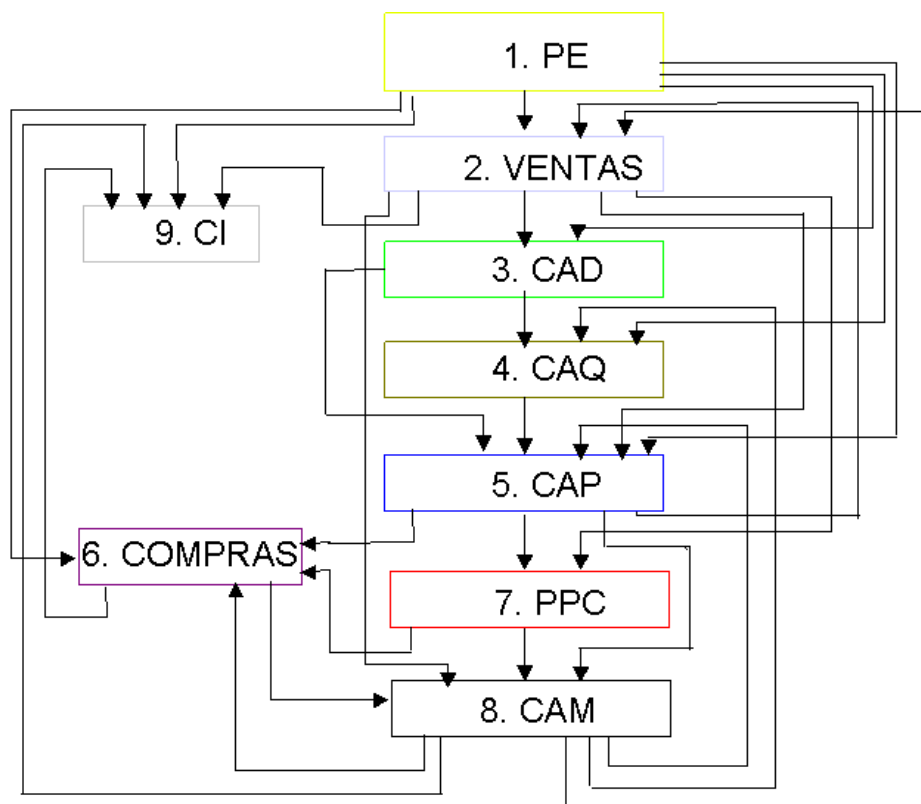


Figura 28. Modelo CIM Dinámico.

En la Figura 29 es posible observar el modelo dinámico del ámbito funcional CAM, el cual está constituido por los ámbitos que consideran el flujo de material desde su recepción y transformación hasta su posterior entrega al cliente en forma de productos terminados; además, también considera "Control de Fabricación", que es el encargado de coordinar todos los ámbitos CAM y de comunicarles las directrices que son enviadas desde los ámbitos superiores CIM.

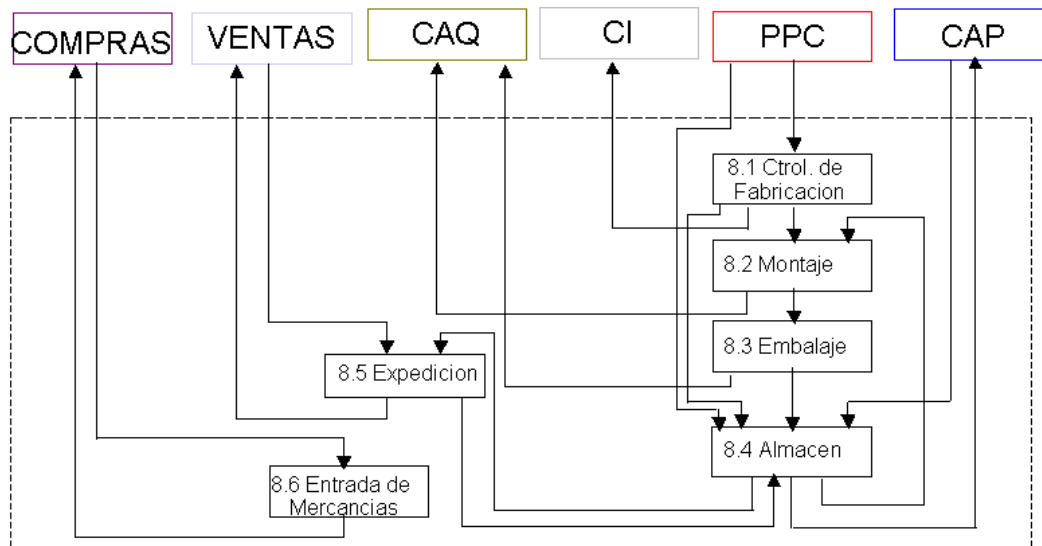


Figura 29. Modelo CIM Dinámico

Continuando con la aplicación, se describen a continuación los procedimientos llevados a cabo en cada uno de los ámbitos funcionales de la figura 28 que son considerados específicamente para el caso de aplicación. A modo de ejemplo, en el siguiente apartado se ilustrarán los procedimientos llevados a cabo para realizar el seguimiento a las órdenes de producción desde su programación hasta el proceso de elaboración del producto; la continuación detallada de cada uno de los ámbitos restantes se encuentran en el anexo E.

Además de la convención en colores de la tabla 45, es posible apreciar la utilización de la simbología mostrada en la Figura 30, en los diagramas de flujo.

Significado	Símbolo
Enlace hacia Proceso	Pro
Enlace hacia Procedimiento	Pro/ to
Salida de Información	→
Entrada de Información	←
Subprocedimiento	▭
Entrada de material	↳
Salida de Material	↘
Consulta	◇

Figura 30. Simbología utilizada en los diagramas de flujo

La programación de la producción se realiza en el ámbito PPC, cuyo procedimiento inicia con la recepción del plan de producción a largo plazo enviado desde CAP, información con la cual se ejecuta el subprocedimiento 3PPC:

“Planificación de Cantidades”, el cual determina la materia prima necesaria para la producción; de este subprocedimiento salen como información los requerimientos para la orden de compra hacia el procedimiento 6: “Compras” y, además, los requerimientos de materia prima hacia Almacén. Con esta información, junto con la de “producto y Proceso Know-How” enviada desde CAP, se ejecuta el subprocedimiento 1PPC: “establecer programas”, el cual se encarga de redactar los programas de embalaje y el programa de producción como tal. Con la recepción del programa de producción y/o el pedido del cliente extraordinario proveniente de Ventas, se ejecuta el subprocedimiento 2PPC: “Planificación del Programa de Producción”, el cual chequea el programa de producción frente a las disponibilidades y realiza la programación aproximada, obteniéndose un plan aproximado del programa de producción, que ejecuta el subprocedimiento 6PPC: “Lanzamiento de la orden”, el cual redacta y envía la orden hacia control de fabricación.

La Figura 31 describe el procedimiento 7 llevado a cabo en el ámbito funcional PPC.

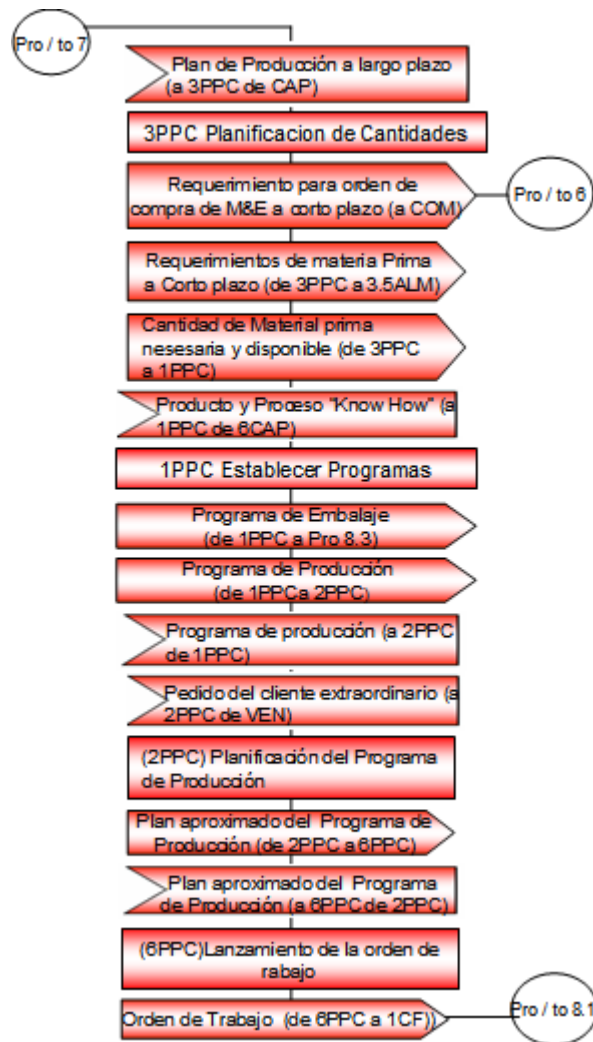


Figura 31. Procedimiento PPC

El Subprocedimiento mostrado en la Figura 32 determina las necesidades en cuanto a requerimientos de producción a partir del Plan de Producción enviado por CAP; posteriormente se envía los requerimientos de materia prima hacia Almacén (Procedimiento 8.4) y se realiza un control de existencias; si existe la mercancía en almacén se envía el listado de materia disponible en almacén para que se ejecute el procedimiento 1PPC: "Establecimiento de Programas"; si no existe la materia prima en almacén, se generan las solicitudes para la compra, la cual es enviada hacia Compras en forma de Requerimiento para la orden de compra de materiales y energía a corto plazo.

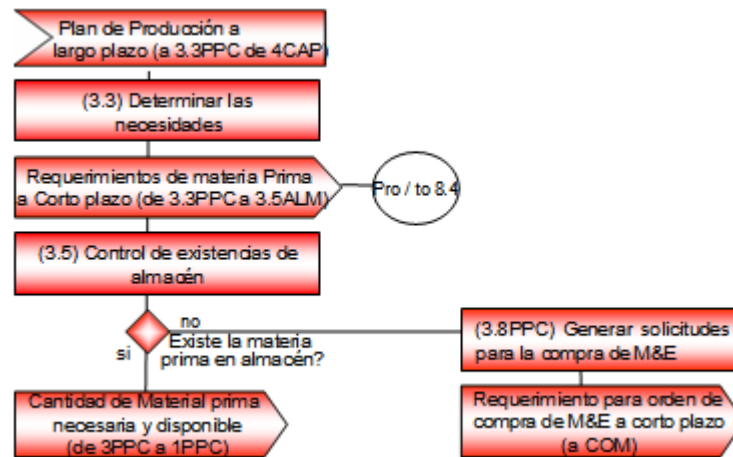


Figura 32. Subprocedimiento 3PPC: “Planificación de Cantidades”

La Gráfica 33 muestra la ejecución del subprocedimiento “establecimiento de programas”, en el que se redactan tanto el programa de embalaje como el programa de producción a partir de las necesidades de materia prima y la información de Producto y proceso “Know How” enviadas por CAP.



Figura 33. Subprocedimiento 1PPC: “Establecimiento de Programas”

La Figura 34 representa el subprocedimiento 2 PPC: “Planificación del programa de producción”; en este subprocedimiento se chequea la programación de la producción frente a la disponibilidad de materias primas, frente a la capacidad de almacenamiento y finalmente frente a la disponibilidad de personal y equipo; si en algunas de estas revisiones se encuentra que se debe modificar el plan, se lo modifica y enseguida se realiza un plan aproximado del programa de producción; en el caso de no presentarse necesidad de modificación, se realiza el plan directamente.

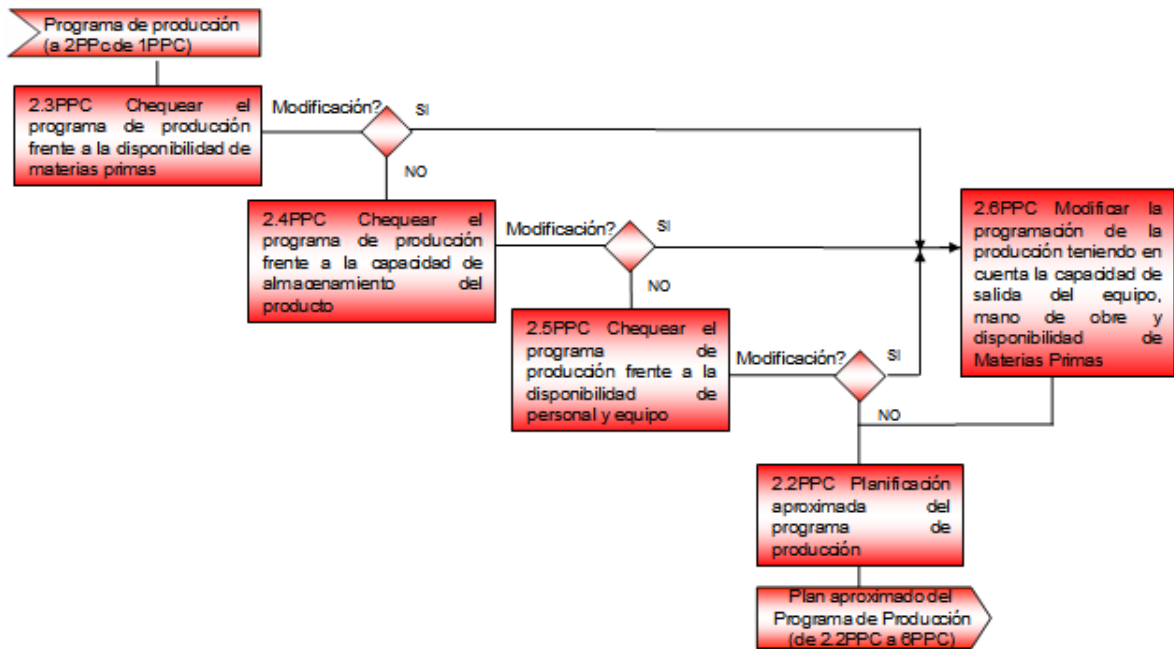


Figura 34. Subprocedimiento 2 PPC: Planificación del Programa de Producción

La Figura 35 representa el subprocedimiento 6PPC: “Lanzamiento de la orden de Trabajo”; en él se realiza la redacción de la orden de trabajo a partir del plan aproximado de la producción; esta orden es enviada a control de fabricación, previa autorización de taller.



Figura 35. Subprocedimiento 6 PPC: Lanzamiento de la Orden de Trabajo

La Figura 36 muestra el procedimiento llevado a cabo en el ámbito Control de Fabricación. Este procedimiento se comienza a ejecutar al recibir las órdenes de trabajo desde PPC, administra estas órdenes y las convierte en órdenes de Fabricación o ‘checking list’, lanzadas a las diferentes células de trabajo de la

planta de producción; además, también realiza en lanzamiento del flujo de materiales hacia los distintos bancos de trabajo. Como resultado de este procedimiento se obtiene una salida de información hacia Control de Fabricación la cual le informa la asignación de trabajo por banco y la solicitud de material a Almacén.

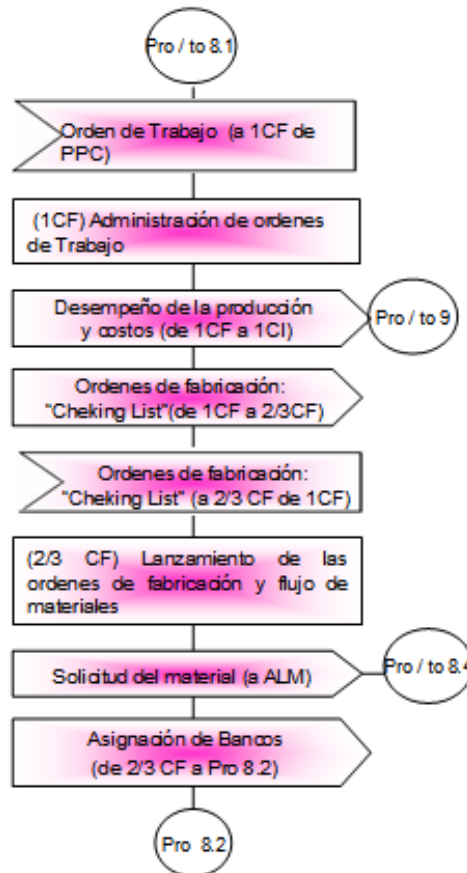


Figura 36. Procedimiento 8.1: Control de Fabricación

A continuación se describe cada uno de los subprocedimientos que hacen parte del procedimiento mostrado en la figura 36.

La Figura 37 representa el Subprocedimiento 1CF: "Administración de las órdenes de Trabajo". Este subprocedimiento acepta y administra las órdenes de trabajo que recibe de PPC. Además, tiene la capacidad de realizar alguna modificación de éstas. Posteriormente convierte las órdenes de trabajo en órdenes de Fabricación o 'Cheking list' para cada célula de trabajo de la planta. Como realimentación del proceso este subprocedimiento envía a CIO el desempeño de la producción y costos.

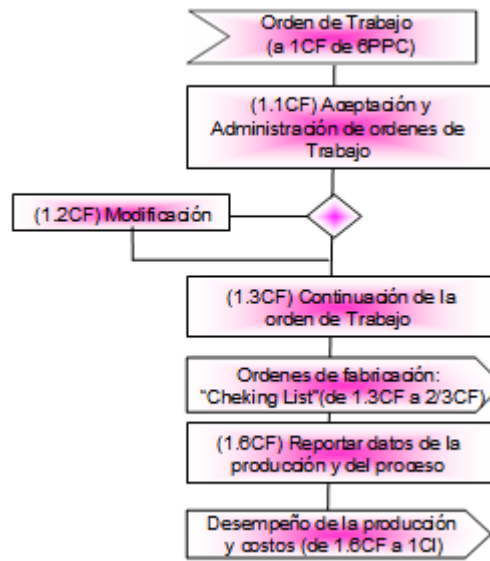


Figura 37. Subprocedimiento 1 CF: “Administración de Órdenes de Trabajo”

El subprocedimiento mostrado en la Figura 38 realiza el lanzamiento de las órdenes de fabricación y del material al mismo tiempo, con base en la ‘cheking list’ recibida.

Para el lanzamiento de las órdenes de fabricación se verifica primero la oferta y capacidad de las células de trabajo; ya obtenida la información acerca de la ocupación, se asignan las órdenes a los diferentes bancos de trabajo. Para el lanzamiento de materiales, primero se administra el material circulante en la planta, y con base en éste se realiza la solicitud del material necesario a Almacén, con el objetivo de que éstos estén disponibles en cada banco.

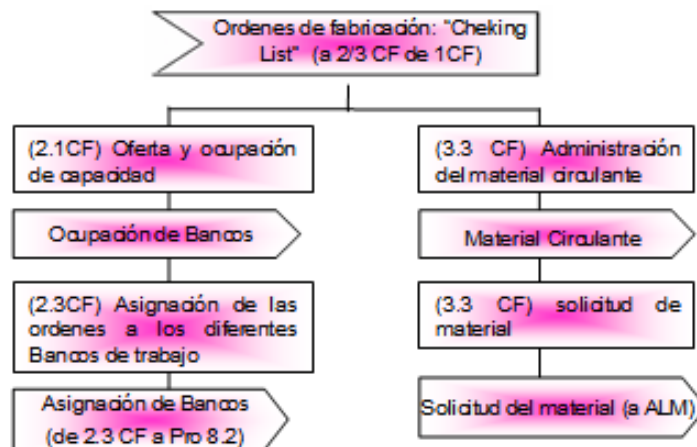


Figura 38. Subprocedimiento 2/3 CF: “Lanzamiento de Órdenes de Fabricación y Flujo de Materiales”

Como resultado del procedimiento realizado en control de Fabricación, es enviada la asignación de banco, la 'cheeking list' y el material necesario hacia Montaje para que se lleve a cabo el proceso de montaje, como se ilustra en la Figura 39.

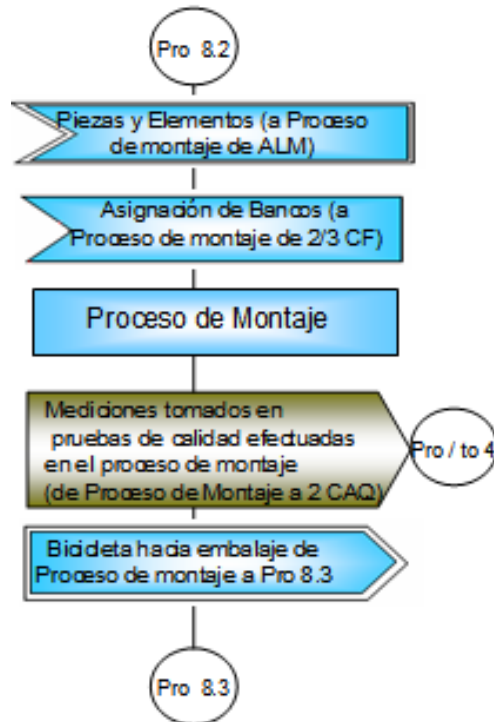


Figura 39. Proceso 8.2: Montaje

Es importante observar que en el ámbito Montaje se realiza un proceso, no un procedimiento, porque éste trata la transformación física del material; por lo anterior tiene entradas y salidas de material dibujadas en doble recuadro. Las mediciones de las pruebas de calidad efectuadas en proceso salen de este proceso hacia CAQ en forma de flujo de información. En la Figura 40 se detalla el proceso de Montaje realizado en la empresa Mosca:

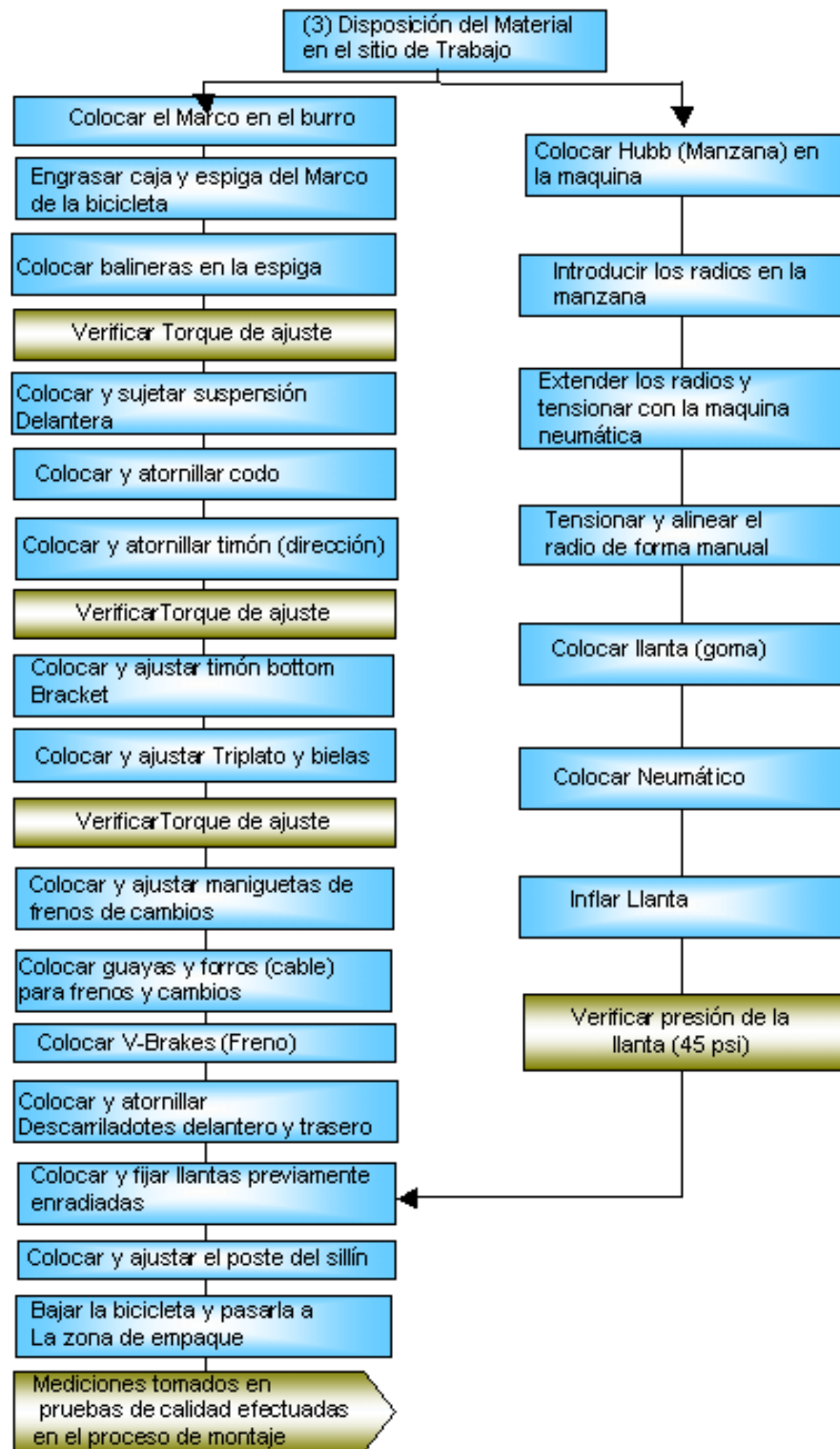


Figura 40. Proceso de Montaje detallado

4.3 APLICACIÓN DE LA NORMA ISA 88 A LA EMPRESA MOSCA LTDA

En la Sección anterior se aplicó el modelo resultante, el cual tiene en cuenta la Norma ISA 95; en esta parte se muestra la aplicación de la Norma ISA 88 con el fin de demostrar que ésta es susceptible de ser aplicada como un complemento del modelo en el proceso de integración en una empresa.

El proceso de ensamble de bicicletas llevado a cabo en la empresa Mosca es un proceso de posición fija, ya que el producto permanece en una posición y las herramientas y piezas usadas para su fabricación son traídas hacia él; así mismo, el operario que es responsable de su montaje gira en torno a él. Este proceso de montaje completo de una bicicleta, iniciando con la recepción de partes y terminando con una bicicleta como producto, se lleva a cabo en cada uno de los ocho bancos de montaje dispuestos en la empresa.

Teniendo en cuenta que un proceso discreto es aquél en el cual una cantidad finita de material se mueve como una unidad entre los puestos de trabajo y cada parte mantiene su identidad única [3], es posible considerar que en cada banco de montaje de la planta de producción de la empresa Mosca se realiza un proceso discreto, por cuanto el proceso de ensamble considera una serie de etapas desde cuando se disponen las partes en el banco de fabricación hasta cuando se entrega la bicicleta terminada para llevar a cabo el embalaje del producto.

Por otro lado, el ensamble de las bicicletas Mosca es completamente manual, debido a que el tamaño de la producción así lo requiere. En este proceso es el operario el responsable de ejecutar todo el procedimiento previamente establecido y volverlo a ejecutar cuantas veces sea necesario de acuerdo con las condiciones y requerimientos dados.

Aunque la familia de estándares ISA 88 originalmente estaba redactada para el control de procesos de manufactura por lotes, el estándar realmente define una forma efectiva e internamente coherente para aplicar el control procedimental a otros tipos de manufactura. Por esta razón, los principios de este estándar han sido progresivamente aplicados para controlar procesos continuos y discretos donde el control procedimental es necesario [9]. Teniendo en cuenta lo anterior y que la norma no especifica el grado de automatización de las empresas para su aplicación, es posible aplicar el estándar ISA 88 al proceso llevado a cabo en la empresa Mosca Ltda.

Para identificar la norma ISA 88 en la empresa se consideran el modelo físico, el modelo de control procedimental y el modelo de proceso, así como también la relación entre estos.

4.3.1 Modelo Físico. El Modelo Físico para el proceso discreto teniendo en cuenta la Norma ISA 95 [4] y la Norma ISA 88 [3] se muestra en la Figura 41:

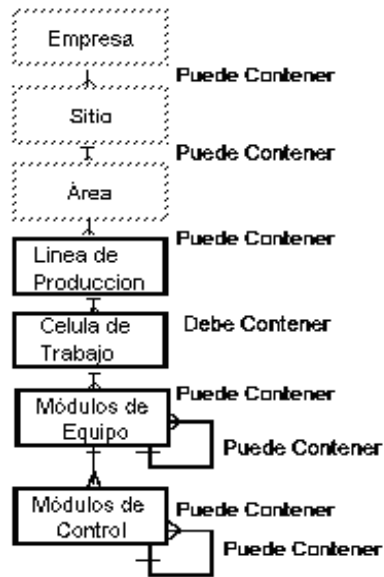


Figura 41. Modelo Físico

El Modelo Físico se utiliza para describir los recursos físicos de una empresa, en términos de empresa, lugar, área, línea de producción, célula de trabajo, módulo de equipo y módulo de control[3]; de éstos los tres primeros niveles son del alcance de la Norma ISA 95[4] y los niveles inferiores los trata la Norma ISA 88[3].

Empresa: Organización de negocios con una misión definida. Agrupamiento de uno o más sitios que pueden contener sitios y/o áreas. Es responsable de determinar qué productos serán producidos, en qué sitios serán producidos y, en general, cómo serán producidos.

Sitio: Agrupamiento físico, geográfico o lógico determinado por la empresa. Éste puede contener áreas, líneas de producción, células de trabajo y unidades de producción. Los sitios son utilizados frecuentemente para planificación y programación y generalmente tienen bien definidas las capacidades de manufactura.

Área: Agrupamiento físico, geográfico o lógico determinado por el sitio. Un área debe tener uno o más de alguno de los elementos de bajo nivel dependiendo de los requerimientos de manufactura.

Línea de Producción: Serie de equipos dedicados a la manufactura de un número específico de productos o familias, contiene todas las células de trabajo, módulos de equipo y módulos de control requeridos para la producción en un proceso discreto.

Célula de Trabajo: Máquinas agrupadas para producir una familia de partes que tienen requerimientos de manufactura similares, está compuesta por módulos de equipo y módulos de control; estos módulos pueden configurarse como parte de la célula o pueden adquirirse temporalmente para llevar a cabo tareas específicas.

Módulos de Equipo: puede componerse de módulos de control o módulos de equipo secundarios; un módulo de equipo puede ser parte de la célula de trabajo o un equipo autosuficiente dentro de una línea de producción.

Módulos de Control: Son típicamente una colección de sensores y actuadores y otros módulos de control que desde el punto de vista del control son operados como una única entidad.

Modelo Físico Aplicado a la Empresa Mosca. Aunque los tres primeros niveles del Modelo Físico descrito en la Figura 24 están fuera del alcance de la norma ISA 88, es posible describirlos en la empresa Mosca para tener una visión completa de ésta.

Empresa: La empresa se denomina Empresa Mosca y está dedicada al ensamble de bicicletas.

Lugar: La empresa Mosca tiene un lugar o sitio geográfico de funcionamiento localizado en la ciudad de Popayán, en el Departamento del Cauca, donde se encuentra tanto la parte administrativa como la planta de producción.

Área: En Mosca es posible visualizar 5 áreas bien definidas: el área de montaje, el área de embalaje, el área de ventas, el área administrativa y el área de almacén. En la Figura 42 se especifica la distribución de la Empresa Mosca.

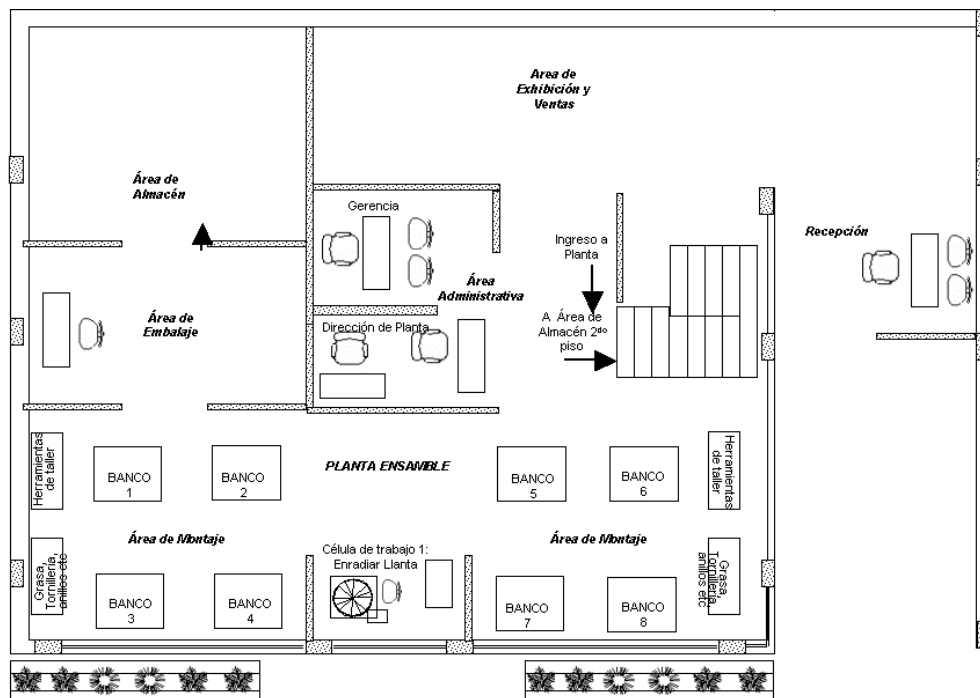


Figura 42. Distribución de Planta en la Empresa Mosca

A continuación se aplicarán los conceptos de la norma ISA 88 a las áreas de Montaje y Embalaje, debido a que las otras áreas están fuera del alcance de la Norma ISA 88.

Área de Montaje

Línea de Producción: En el área de Montaje no se consideran líneas de producción como lo ilustra la figura 42.

Células de Trabajo: Cada Banco de montaje se considera una célula de trabajo; en cada una de estas células se llevan a cabo varias etapas del proceso de forma similar; otra célula de trabajo es aquella en donde se enradian las llantas; de esta manera son 9 células de trabajo las que hacen parte del área de montaje, distribuidas en la planta como lo ilustra la figura 42.

Célula de trabajo 1: En esta célula de trabajo se enradian las llantas para que estén listas para el ensamble de las bicicletas realizado en las células de trabajo descritas anteriormente.

Módulos de equipo: Esta célula de trabajo cuenta con una máquina neumática cuya funcionalidad es colocar y sujetar los radios al rin por medio de unos topes (cabezas).

Módulos de control: Esta célula de trabajo no se compone de módulos de control.

Células de trabajo 2 – 9: Están dotadas de todas las herramientas necesarias para el ensamble de las piezas que conforman una bicicleta. Antes del montaje las piezas se disponen en cada célula de trabajo de acuerdo a la 'Cheking List'. Estas células operan todas de manera similar.

Módulos de equipo: Estas células de trabajo no se componen de módulos de equipos debido a que el ensamble de las bicicletas se realiza de forma manual.

Módulos de control: Estas células de trabajo tampoco se componen de módulos de control.

Área de Embalaje

Línea de Producción: En el área de Embalaje no se considera línea de producción como lo ilustra la figura 42.

Células de Trabajo: Esta área solo cuenta con una célula de trabajo donde se realizan todas las funciones de embalaje de la bicicleta. Ella cuenta con todas las herramientas y materiales adecuados para esto.

Módulos de equipo: Se cuenta con una grapadora neumática para el armado y sellado de las cajas.

Módulos de control: Esta célula de trabajo no se compone de módulos de control.

4.3.2 Modelo de Control Procedimental. La figura 43 a) es el Modelo de Control Procedimental según al Norma ISA 88 y la figura 43 b) es el Modelo de Control

Procedimental adecuado a los procesos discretos; se observa que la diferencia entre ambos radica en la terminología:



Figura 43. Modelo de control Procedimental, a) según la Norma ISA 88, b) adecuado a procesos discretos.

Para este caso se considerará el modelo representado en la figura 43 b), debido a que el proceso realizado en la empresa es un proceso discreto como ya se había descrito antes.

Procedimiento. Cómo hacer un producto. Está definido en términos de un orden ordinario de procedimientos de células de trabajo para el caso de procesos discretos.



Procedimientos de Célula de Trabajo. Consiste en un orden fijo de operaciones que origina una secuencia continua de producción, la cual se ejecuta completamente dentro de una única célula de trabajo.

Operación. Es un orden específico de fases que define una secuencia de proceso especializado que toma el material y lo procesa de un estado a otro; usualmente involucra un cambio químico o físico.

Fase. Es el componente más pequeño de los elementos de control de procedimiento que completa el proceso orientado a tareas. Puede ser ejecutada en forma secuencial o paralela y está en capacidad de terminar su ejecución por sí misma. Las fases se encargan de la ejecución del control básico

Modelo de Control Procedimental Aplicado a la Empresa Mosca. La convención utilizada para la descripción de este modelo en la empresa Mosca se muestra en la tabla 46:

Tabla 46. Convenciones de procedimiento y operaciones

	Color
Procedimiento de célula de trabajo	
Operaciones	

En Figura 44 se describe el procedimiento llevado a cabo para producir una bicicleta Mosca:

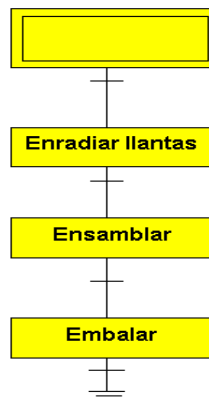


Figura 44. Procedimiento para producir una bicicleta Mosca

En la Figura 45 se presenta el Procedimiento de la célula de trabajo 1, 'enradiar llantas':

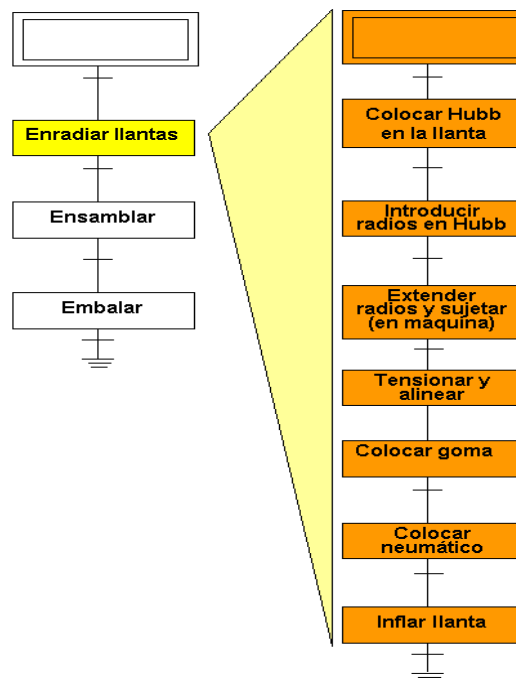


Figura 45. Procedimiento de la Célula de Trabajo Enradiar Llantas

El procedimiento de la célula de trabajo Enradiar Llantas contiene 7 operaciones como lo ilustra la Figura 45, las cuales se ejecutan en la célula de trabajo número 1. La operación 'extender radios y sujetar' se realiza en la máquina neumática de esta célula. Para este procedimiento de célula de trabajo no se detallan fases.

En la Figura 46, se presenta el Procedimiento "ensamblar" de las células de trabajo 2 hasta la 9:

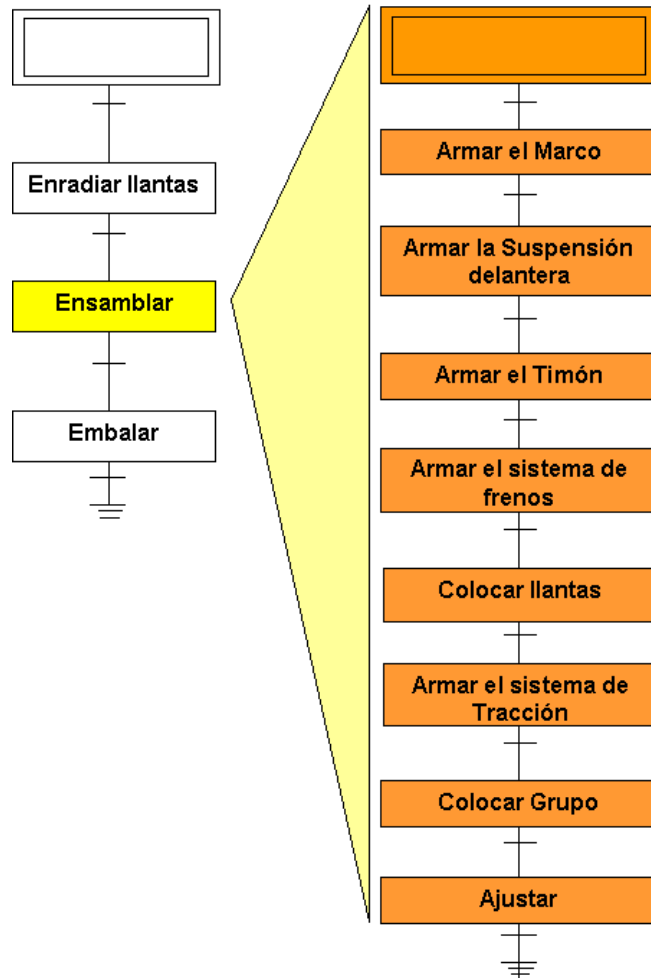


Figura 46. Procedimiento de la Célula de Trabajo Ensamblar

El procedimiento representado en la figura 46 lo ejecuta un operario en cada uno de los ocho bancos de ensamble, los cuales corresponden a las células de trabajo designadas desde el número 2 hasta el 8.

Este procedimiento de célula de trabajo está conformado por ocho operaciones, cada una de las cuales se ejecuta según sus fases. La tabla 47 describe las fases correspondientes a cada operación.

Tabla 47. Descripción de fases para las operaciones del procedimiento de célula de trabajo 'ensamblar'.

Procedimiento de célula de trabajo Ensamblar	
Operaciones	Fases
Armar el Marco	Colocar el Marco
	Engrasar la espiga
	Colocar el Bottom Bracket
	Colocar copas y balineras
Armar la suspensión delantera	Insertar la suspensión en marco
	Colocar los anillos de sujeción
	Ajustar y cortar la espiga
Armar el Timón	Colocar el codo
	Ajustar el codo, la araña y los tornillos de sujeción
	Colocar el timón
Armar el Sistema de Frenos	Insertar las fundas
	Insertar las Guayas
	Cortar y ajustar
	Colocar los v- Brakes
	Colocar las pastillas
Colocar Llantas	Colocar la llanta delantera
	Colocar la llanta trasera
Armar el sistema de Tracción	Colocar el triplato y la biela
	Colocar la cadena
	Cortar la cadena
Colocar Grupo	Colocar maniguetas
	Colocar el descarrilador delantero
	Colocar el descarrilador trasero
Ajustar	Ajustar
	Probar
	Alinear

En la Figura 47, se presenta el Procedimiento de la célula de trabajo ‘embalar’:

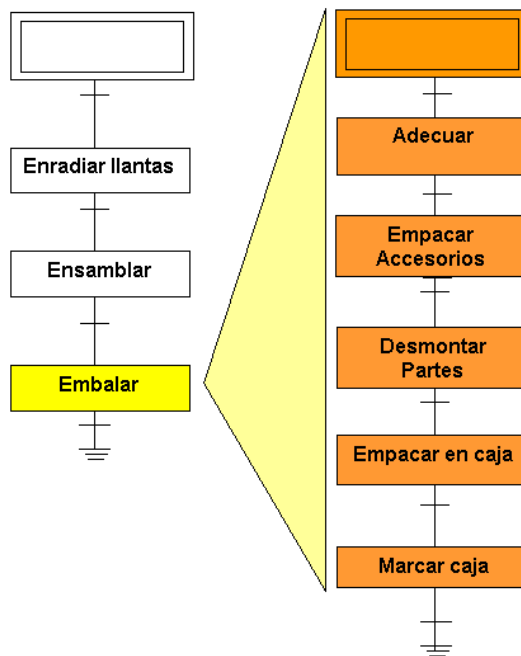


Figura 47. Procedimiento de la Célula de Trabajo Embalar

El procedimiento representado en la Figura 47 está conformado por cinco operaciones, las cuales ejecutan a su vez una serie de fases. La tabla 48 describe las fases correspondientes a cada operación en este procedimiento de célula de proceso.

Tabla 48. Descripción de fases para las operaciones del procedimiento de célula de trabajo ‘embalar’

Procedimiento de célula de trabajo Embalar	
Operaciones	Fases
Adecuar	Limpiar con alcohol
	Pegar calcomanías
	Colocar los mangos en timón
	Colocar los tapones al timón
Empacar Accesorios	Empacar los reflectivos
	Empacar los pedales
	Empacar el manual de usuario
Desmontar parte	Desmontar la llanta delantera
	Desmontar el timón
Empacar en caja	Colocar marco en caja
	Colocar llanta delantera
	Acomodar timón
	Tapar y sellar caja
Marcar Caja	

4.3.3 Modelo de Proceso



Figura 48. Modelo de Proceso



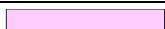
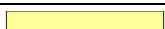
Etapas del Proceso: El Proceso consiste en una o más etapas del proceso las cuales son organizadas como un conjunto ordenado que puede ser serial, paralelo o ambos. Una Etapa del Proceso es una parte del proceso que usualmente opera en forma independiente de otras etapas. Ésta usualmente resulta en una secuencia de cambios físicos o químicos en el material procesado.

Operaciones del Proceso: Una Etapa del proceso consiste en un conjunto ordenado de una o más Operaciones del proceso. Las Operaciones del Proceso representan las actividades mayores del proceso. Una Operación del Proceso usualmente resulta de un cambio físico o químico del material procesado.

Acciones: Cada Operación del Proceso puede ser subdividida en un conjunto ordenado de una o más Acciones del proceso que llevan a cabo el proceso requerido para la operación del proceso. Las Acciones del proceso describen actividades menores del proceso que se combinan para construir una operación.

Modelo de Proceso en la Empresa Mosca. El Modelo de Proceso en la empresa Mosca describe tres etapas con sus respectivas Operaciones y Acciones, tal como lo muestra la Figura 49. Las dos primeras etapas pueden o no ejecutarse en paralelo, eso depende de la orden de producción. La figura 8 usa las siguientes convenciones descritas en la tabla 49.

Tabla 49: Convenciones para la figura 49

	Color
Proceso	
Etapas	
Operación	
Acción	

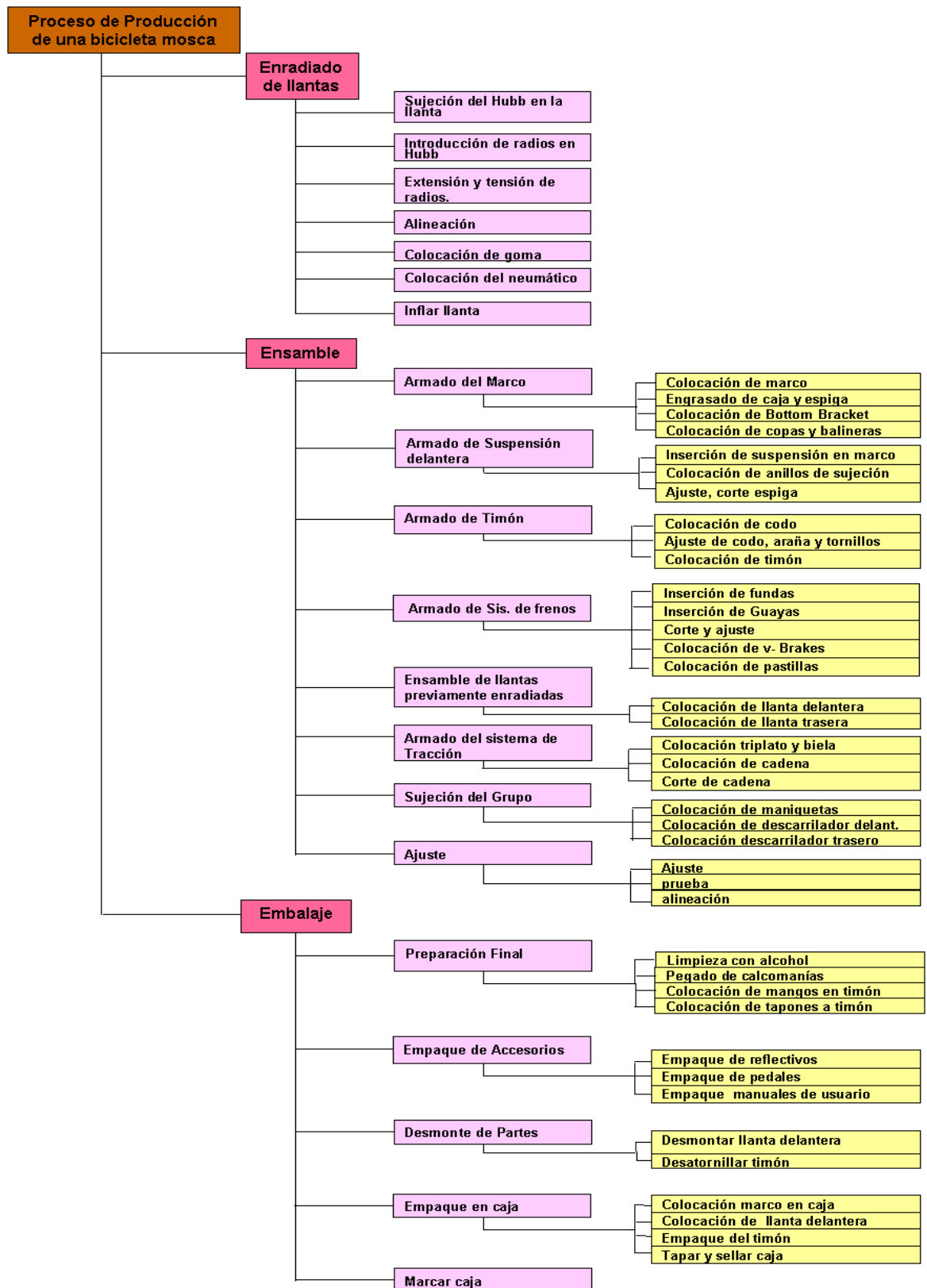


Figura 49. Modelo de Proceso en la empresa Mosca.

4.3.4 Relación del Modelo de Control Procedimental, El Modelo Físico y el Modelo de Proceso en la Empresa Mosca

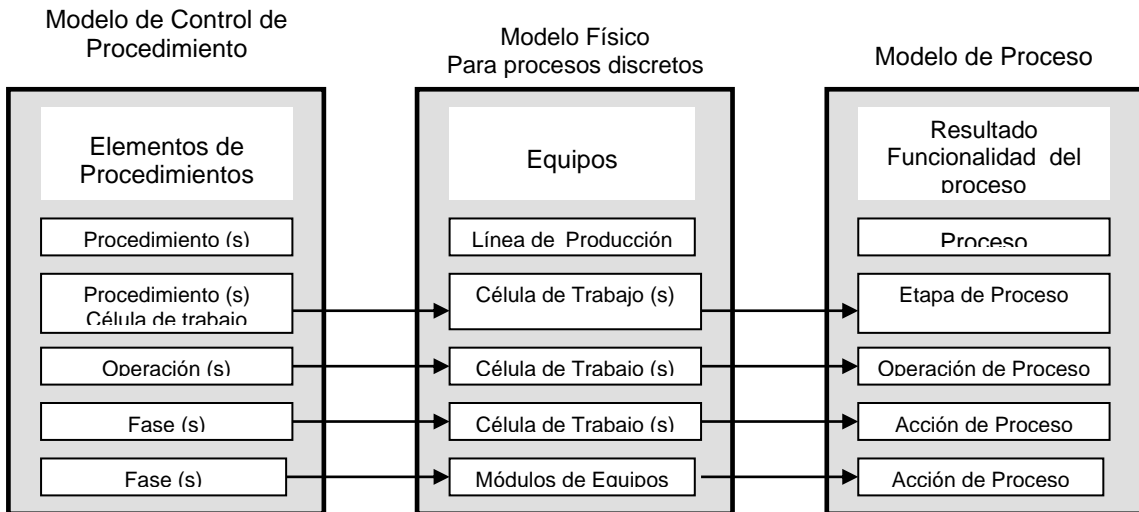


Figura 50. Relación entre modelos para el caso de Mosca

Como se mencionó antes, la distribución de planta en la empresa Mosca no considera una línea de producción como se observa en la Figura 42; sin embargo, las etapas del proceso realizadas en cada Célula de trabajo se consideran discretas, de esta forma se considera el proceso realizado en Mosca como discreto.

Siguiendo la relación mostrada en la figura 50, el procedimiento de célula de trabajo Enradiar Llantas ejecutado en la célula de trabajo 1 provee funcionalidad al proceso para llevar a cabo la etapa de enrradiado; así mismo, el procedimiento de célula de trabajo 'ensamblar' ejecutado por cualquiera de las células de trabajo de la 2 a la 8 provee funcionalidad al proceso para llevar a cabo la etapa de ensamble; finalmente, el procedimiento de célula de trabajo 'embalaje', ejecutado en la célula de trabajo de embalaje, provee funcionalidad al proceso para llevar a cabo la etapa de embalaje.

De la misma manera la ejecución de una operación como 'alinear y tensionar' en una célula de trabajo provee funcionalidad al proceso para llevar a cabo una operación del proceso como la Alineación. De igual manera sucede para todas las operaciones del proceso.

Así mismo, las fases ejecutadas en la célula de trabajo o en un equipo perteneciente a ésta, proveen funcionalidad al proceso para llevar a cabo una acción.

5. MODELO CIM DE SIEMENS MEJORADO VISTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CONTROL

Bajo el nombre de CIM se engloba un conjunto de aplicaciones informáticas cuyo objetivo es automatizar las diferentes actividades de una empresa industrial, desde el diseño de productos hasta su entrega al cliente y posterior servicio. Por ser un conjunto de aplicaciones informáticas siempre se ha modelado desde el punto de vista software.

Dado que el concepto CIM es muy complejo, la comunicación del mismo dentro de la empresa frecuentemente lleva a interpretaciones erróneas a pesar de los esfuerzos realizados para que se lleve a cabo dicha integración. Por esta razón, el presente trabajo busca contribuir a la solución de estos problemas a través del mejoramiento del modelo CIM de Siemens, haciendo de éste un modelo más actual y amplio, ya que se ajusta a las normas ISA, que hoy en día definen las tendencias en la integración empresarial. Sin embargo, este modelo resultante puede ser sujeto de algunas falencias en cuanto a factores como el manejo de la información; por esto, se debe buscar un mejoramiento continuo de este modelo para responder a las necesidades de integración actuales.

Teniendo en cuenta que el concepto de integración va de la mano con el concepto de automatización y control, es posible ver el modelo CIM de Siemens desde el punto de vista del Control y de esta forma aprovechar los conceptos de la teoría del control para posibilitar el análisis en búsqueda de un modelo mejorado.

5.1 SISTEMA DE CONTROL EN MALLA CERRADA

Un sistema de Control en malla cerrada es un modelo de Control que puede ser aplicado a cualquier sistema; está conformado por un diagrama en bloques como el mostrado en la figura 51:

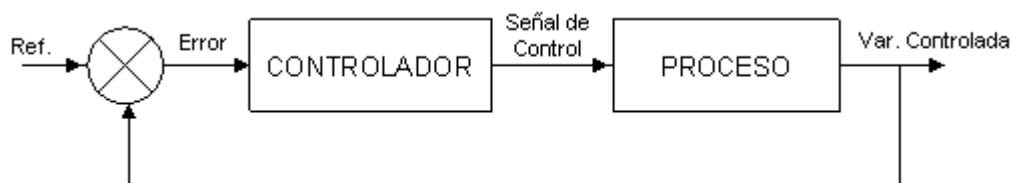


Figura 51. Control en malla cerrada

Proceso: constituye la parte del sistema donde se realizan una serie de operaciones con un objetivo específico.

Controlador: es el encargado de realizar las correcciones necesarias dentro del sistema para que el proceso se mantenga dentro de las condiciones deseadas.

Señal de referencia: constituye la entrada al sistema especificando las condiciones deseadas.

Variable Controlada: es la salida del sistema de Control; en un sistema de control a malla cerrada se busca que esta variable se aproxime a la referencia, por lo que se hace uso de una señal de realimentación.

Señal de error: constituye la diferencia entre la variable de referencia y la variable controlada.

Señal de Control: es la salida del controlador; ella ejecuta una acción de control al proceso con el fin de que se mantengan las condiciones deseadas.

Un sistema de control en malla cerrada considera una señal de realimentación permanente de la variable controlada, con el fin de mantener las condiciones del proceso dentro de unos parámetros deseados. Para ello la variable controlada es comparada con un valor de referencia constituyendo una señal de error, la cual es la entrada al controlador; en él se realizan las correcciones necesarias dentro del sistema para que se mantengan las condiciones; estas acciones de control llegan al proceso mediante una señal de control, la cual permite que el proceso esté dentro de los parámetros deseados.

5.2 ANALOGÍA DEL SISTEMA DE CONTROL EN MALLA CERRADA Y EL MODELO CIM DE SIEMENS MEJORADO

El modelo CIM de Siemens puede ser visto como un sistema de control con el fin de optimizar sus flujos de Información, como lo muestra la figura 52.

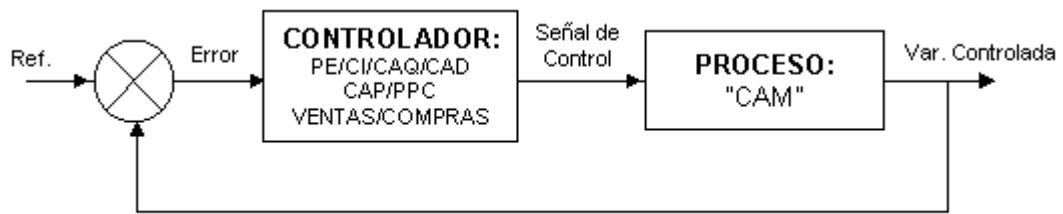


Figura 52. Control en malla cerrada

Proceso: El proceso en esta analogía lo constituye el **Ámbito Funcional CAM**, ya que éste está conformado por aquellos ámbitos que intervienen en la transformación y manipulación física de la materia prima, desde su ingreso hasta la salida en forma de productos.

Controlador: Este lo constituyen todos los ámbitos superiores del Modelo CIM de Siemens, los cuales son los encargados de llevar a cabo acciones de planeación y dirección en la empresa y dan las directrices para que CAM lleve a cabo la realización del proceso.

La Señal de Referencia: En el caso del Modelo CIM de Siemens los **Objetivos** de la empresa en términos de producción o de productos terminados y vendidos.

El modelo CIM de Siemens se basa en un intercambio de información entre sus ámbitos funcionales; a continuación se representa el flujo de información que se da entre los ámbitos que constituirían el “controlador” y el “proceso”; en ellos aparecen en línea punteada aquellos bloques de información que incluyen órdenes.

En la figura 53, es posible observar el flujo de Información dentro del Controlador.

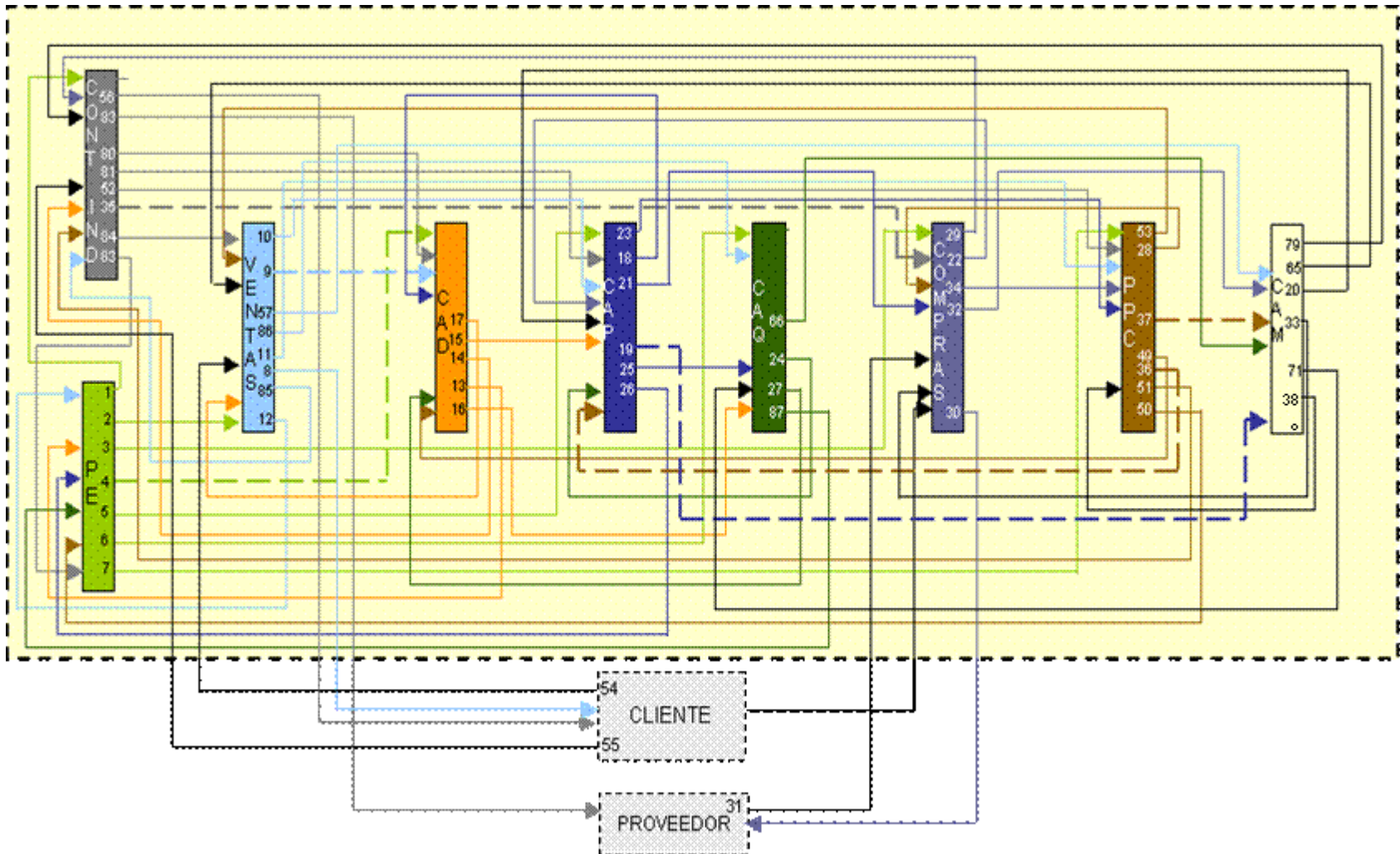


Figura 53. Flujo de Información dentro del Controlador

A continuación se describe el flujo de información dentro del controlador, ilustrado en la figura 53. El criterio tenido en cuenta para la numeración obedece a una lógica del proceso que se considera adecuada, sin descartar, que pueden tomarse en cuenta otros criterios; se ha resaltado en negrita la información transmitida en forma de orden o referencia.

1. **Planificación de presupuesto**
2. **Plan del Programa de producción, Estrategia de productos, objetivos de ventas**
3. **Objetivos de costos para suministro y distribución de materiales y energía**
4. **Encargos de desarrollo**
5. **Objetivos de costo de Producción**
6. **Objetivos de calidad**
7. **Proyectos de inversión, Plan del programa de producción**
8. Oferta, confirmación de pedido, confirmación de suministro, factura, reclamación de pago, modificación de plazo, servicio de asistencia
9. Consulta técnica y plazos, **Orden de desarrollo o modificación de acuerdo con los estándares y requerimientos del cliente**, Renuncia de producto terminado
10. Pedido del cliente ordinario
11. Pedido del Cliente extraordinario, **programa de ventas**, necesidades del producto, consulta de existencias y plazos de suministro
12. Estadística, Información de Mercado, **Plan de Ventas**
13. Progreso de la orden
14. Cálculo previo de precios, costes
15. Número de dibujo, de listas de piezas, instrucciones de montaje, de conservación, **Producto y proceso know-How, Estándares y métodos de mantenimiento**
16. Número de dibujo, **características de calidad**, datos del producto, **Requerimientos de producto y proceso**
17. Cálculo previo de costos, especificación técnica, Principio de solución, situación de la orden de trabajo
18. **Requisitos y directrices de diseño**, solicitud de modificación, Número de procesos de trabajo existentes, datos NC, Solicitud de información de producto y proceso
19. Información desde CAP hacia CAM
 - A. **Autorización/ Bloqueo del programa** (Control de la Fabricación)
 - B. Datos de corrección (Programa, documentación de trabajo) (Fabricación /montaje)
 - C. Consulta de existencias de requerimientos de materiales y energía a largo plazo (Almacén)
 - D. **Especificaciones de mantenimiento para los medios de producción, Estándares y métodos de mantenimiento** (Conservación)
20. Información desde CAM hacia CAP
 - A. Datos de corrección de los procesos de trabajo (Control de la Fabricación)
 - B. Inventario de Material y energía (Almacén)

- C. Estadísticas de fallo de los medios de producción (Conservación)
- 21. Pedido de los medios de producción, Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a largo plazo
- 22. Confirmación de pedido, plazo de suministro, comunicación de la recepción de la mercancía
- 23. Capacidad necesaria, datos de capacidad, progreso en la preparación de los planes de trabajo, numero de plan de trabajo, **Objetivos de costo de Producción, Plan de producción a largo plazo, Producto y proceso know – How**
- 24. **Requisitos y especificaciones de calidad**
- 25. Número de proceso de trabajo (proceso de trabajo neutro)
- 26. Marco de inversiones, costes
- 27. Exigencia de calidad, solicitud de modificación
- 28. Necesidades netas (fabricación exterior), Requerimientos para la orden de compra de materiales y energía a corto plazo.
- 29. **Programación de pedidos**, Facturas, Datos Contables, Confirmación de Pedidos, Aviso del proveedor, Recibo y costos de Material entrante e ingreso de energía
- 30. Consulta, pedido
- 31. Oferta, confirmación de pedido, retraso en el plazo de suministro, factura, reclamación
- 32. Lista diaria de entrada de mercancías (Entrada de mercancías)
- 33. Información desde CAM hacia PPC
 - A. Albarán de suministro, Lista de falta de piezas, Resultado de verificación, Confirmación de orden entrante, Recibo y costos de Material entrante e ingreso de energía. (Entrada de Mercancías)
 - B. Requerimiento de orden de adquisición de mantenimiento(Conservación)
- 34. Comunicación de recepción de mercancías, retraso en el plan de entrega del pedido
- 35. **Bloqueo de Pedidos**
- 36. Capacidad disponible, **Encargo de establecimiento del plan de trabajo**, propuesta del tamaño del lote, perfil de cargas, Disponibilidad
- 37. Información desde PPC hacia CAM
 - A. **Orden de trabajo, reserva de medios de producción**, modificación de la orden, anulación, activación de inventario. (Control de Fabricación)
 - B. Lista de encargos, activación de inventario, reserva de materiales, Consulta de existencias de requerimientos de Material y energía a largo plazo (Almacén)
 - C. **Programa de embalaje** (Embalaje)
 - D. Promesa de plazo.(Conservación)
- 38. Información desde CAM hacia PPC
 - A. Datos de producción, progreso de la orden de trabajo, Comunicación de disponibilidad, Cantidad y causa de rechazos, Movimiento de materiales, Datos de inventarios, Resultados de la ejecución del programa (Ctrl. De Fabricación)

- B. Movimiento de almacén, Variación de existencias, diferencia de inventario, Inventario de Material y energía, Inventario de producto terminado (Almacén).
- C. Pseudo-pedidos (Necesidades de material, de personal, plazo previsto y duración) (Conservación)
- 39. Realimentación técnica del proceso y producto
- 40. Necesidades del personal, Plantilla, Cuellos de botella en el personal, Necesidades de capacitación
- 41. Costos
- 42. Consulta de aprovechamiento del centro de costos, tarifas de compensación
- 43. Plazo de entrega, progreso del pedido del cliente, datos de existencia, comunicación de terminación, precio de fabricación
- 54. Consulta, pedido, recepción de pago, reclamación, consultas.
- 55. Recepción del pago
- 56. Reclamación
- 57. **Orden de expedición**, autorización de suministro (Expedición)
- 65. Comunicación de la realización (Expedición)
- 66. Información desde CAQ hacia CAM
 - A. Informe de calidad (Control De Fabricación)
 - B. Especificaciones para planificación, **Orden de control** (Conservación)
- 71. Información desde CAM hacia CAQ
 - A. Cantidad y causa de rechazo, Solicitudes de renuncia en proceso, Datos de proceso (Control de Fabricación)
 - B. Estadística de fallo de medios de producción, resultado del control (Conservación)
- 79. Información desde CAM hacia CI
 - A. Datos de salario, Desempeño de producción y costos, Balance y pérdidas de producto (costos), Costos de envío (Control de Fabricación)
 - B. Datos relevantes para la liquidación, Costos de mantenimiento (Conservación)
- 80. Costo total del producto
- 81. Costo total de la producción
- 82. Pago de facturas
- 83. Costes, Estadísticas
- 84. Cálculo de precios a posteriori, consultas
- 85. Emisión de Facturas
- 86. Defectos de calidad
- 87. Estadística de calidad (Evaluación acumulada)

En la figura 54 es posible observar el flujo de Información dentro del Proceso.

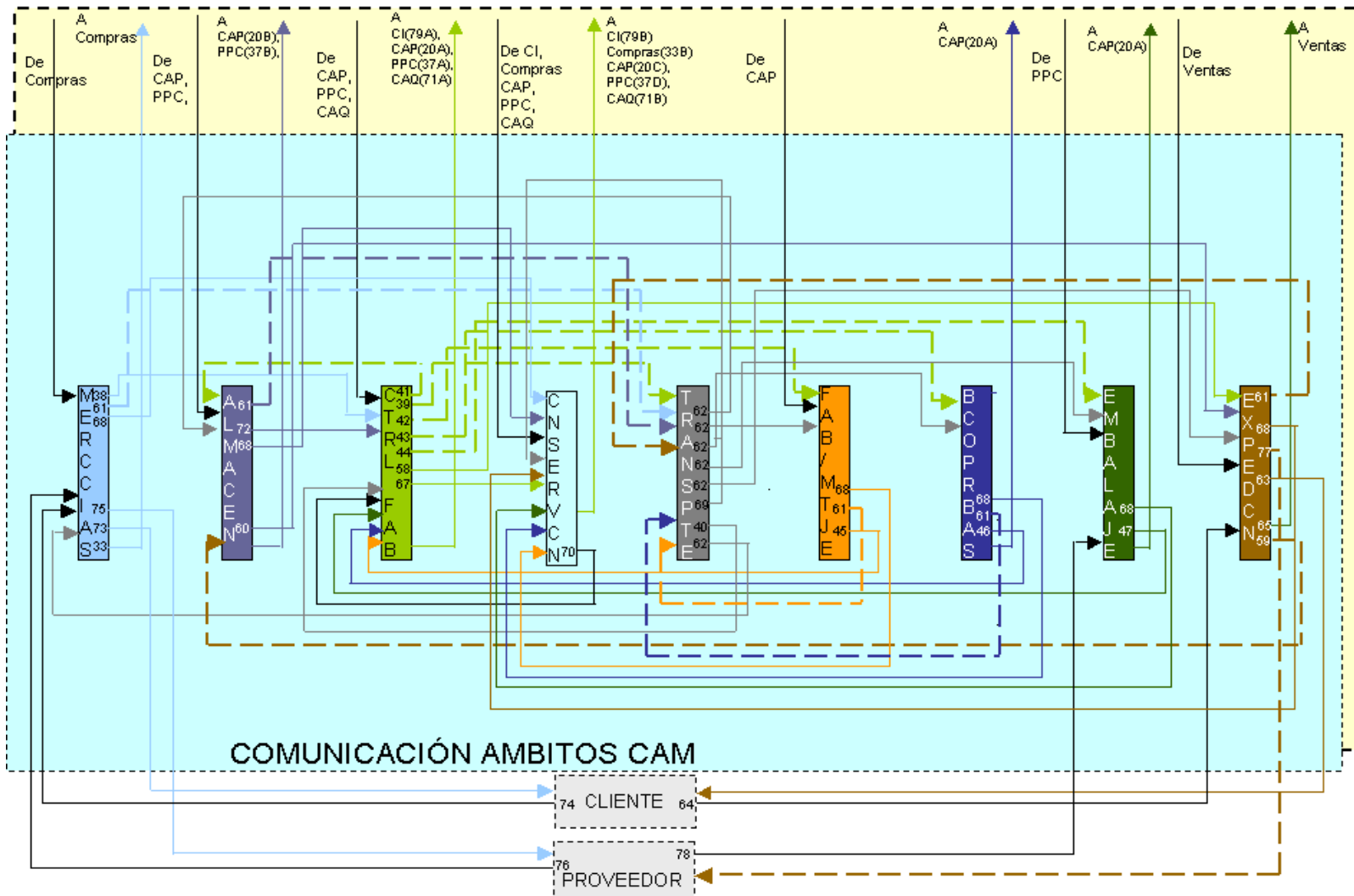


Figura 54. Flujo de Información dentro del Proceso

A continuación se describe el flujo de información del proceso ilustrado en la figura 54. Se ha resaltado la información transmitida en forma de orden.

38. Aviso de entrada de mercancías, Solicitud de transporte
39. **Orden de transporte**
40. Datos de estado, Progreso de la orden, costos de envío
41. **Orden de almacén**, Resultados del aseguramiento de la calidad, Datos de proceso
42. **Orden de trabajo a fabricación / montaje**, Resultados del aseguramiento de la calidad
43. **Orden de trabajo a banco de pruebas**
44. **Orden de trabajo a embalaje**
45. Datos de estado, progreso de la orden, solicitud / devolución de materiales, herramientas, nota de corrección, Solicitud de renuncia en proceso, Balance y pérdidas del producto
46. Datos de estado, progreso de la orden, solicitud / devolución de materiales, herramientas, nota de corrección. Resultados del aseguramiento de la calidad
47. Datos de estado, progreso de la orden, solicitud / devolución de materiales, herramientas, nota de corrección
58. Asignación y autorización de mercancías, anuncio de transporte.72. Datos de situación, progreso de la orden
59. **Orden de preparación y salida de almacén, Liberación para embarque**
60. Datos locales de existencias, Confirmación de embarque
61. **Activación de transporte**
62. Anuncio de transporte
63. Documentación de expedición
64. Confirmación de recepción
67. Datos básicos (Plazos propuestos y de planificación)
68. Aviso de perturbación, Datos de máquina (Obtención de datos de máquina MDA), Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
69. Perturbaciones, Datos sobre medios de transporte, Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento
70. Estado de conservación / reparación, Pseudos-orden, Estado de conservación / reparación, como respuesta de mantenimiento, Realimentación técnica del mantenimiento
73. Confirmación
- 74 Reclamación
- 75 Justificante de entrada, albaran de devolución (Motivo de la reclamación)
- 76 Albarán de suministro
77. **Orden de transporte**
78. Factura de portes

Desde el punto de vista del control, es posible plantear futuros trabajos dirigidos a optimizar el flujo de información del Modelo CIM de Siemens mejorado, realizando un análisis minucioso de esta información, con el fin de determinar qué flujos de información permiten verificar si se cumplieron los objetivos de la empresa , los cuales se identificarían como “variables controladas”; así mismo, se debe determinar qué flujo constituye “la señal de control” teniendo en cuenta para ello la información que se transmite en forma de directrices u órdenes hacia el proceso (CAM).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través del desarrollo de este proyecto se observa que es posible adecuar el modelo CIM de Siemens a la normas ISA 95; no sucede lo mismo con la norma ISA 88 ya que esta norma y el modelo CIM de referencia tienen alcances diferentes para el caso de la integración empresarial; sin embargo, es posible observar que la norma ISA 88 y el modelo CIM se complementan en el caso de una aplicación de integración.

En la obtención del Modelo se hizo necesario considerar algunos elementos como la comunicación entre ámbitos que antes no se contemplaba, añadir funciones y subfunciones a los correspondientes ámbitos funcionales para estar acorde con la norma.

Los resultados de este trabajo permiten presentar un modelo CIM de Siemens actualizado que cumple con las exigencias actuales en el caso de la Integración empresarial, optimizando los Flujos de información al interior de la empresa de tal forma que esta se encuentre sectorizada y organizada. De esta manera se obtiene una visión dinámica de todas las áreas de la empresa facilitando acciones como la planeación y la toma de decisiones.

Mediante la aplicación de la metodología es posible observar que las Funciones del modelo CIM pueden corresponder a diferentes niveles de los contemplados por el modelo jerárquico de la norma 95 o a ninguno; esto hace que sea difícil observar en el modelo CIM de Siemens la frontera entre la manufactura y el área de negocios como lo determina la norma.

Se encontró que algunos Flujos de información establecidos por ISA, corresponden en el modelo CIM de Siemens a flujos de información internos dentro de un ámbito funcional; así mismo, algunas funciones de la norma encontraron su correspondencia en el modelo CIM de Siemens en forma de Flujos de información.

Las principales diferencias entre el modelo de referencia y la norma radican en la terminología utilizada, lo cual hace difícil su interpretación dadas las pocas referencias bibliográficas que se encuentran.

En el modelo CIM de Siemens, no se incluía una sección de la empresa dedicada a la investigación y desarrollo; esto representaba algunas limitaciones que se pretenden eliminar con el modelo obtenido.

La norma ISA 95 considera dentro de sus funciones la “Administración de la documentación”, la cual constituye la única función ISA que no se consideró necesario mapearla hacia el modelo CIM de Siemens debido a que éste cuenta con una estructura para el manejo de datos bien definida la cual constituye una de sus principales ventajas.

En el caso de la implementación de un sistema de integración empresarial como lo es el modelo CIM de Siemens o las normas ISA, la fase del diseño debe considerar como primer paso recopilar la información de la empresa, partiendo del manual de funciones de ésta; en caso de no existir, se debe empezar por levantarlo.

Es posible dirigir trabajos futuros orientados a hacia la búsqueda de la eficiencia en el manejo de la información del modelo CIM de Siemens resultante, tomando como referencia conceptos relacionados con la teoría del Control; Para ello se debe realizar un análisis minucioso de esta información, con el fin de determinar qué flujos de información se identificarían como “variables controladas”; y cuales como “señal de control”.

7. BIBLIOGRAFÍA

[1] BAUMGARTNER, Horst; KNISCHEWSKI, Klaus; WIEDING, Harald. CIM Consideraciones básicas. Siemens Aktiengesellschaft & Marcombo, Barcelona, 1991.

[2] UNICEN. Modelos. Presentacion parte B. 2003. <http://www.fi.net.ar/materias/7565/U3-Modelos-parte-B.pdf>

[3] ISA S88.01. "Bath Control. Part 1: Models and Terminology". International Society for Measurement and Control. 1995

[4] ISA S95.01. "Enterprise - Control System Integration Part 1: Models and Terminology". International Society for Measurement and Control. 1995

[5] HARRINGTON, J. Computer Integrated Manufacturing, Huntington NY: R.E. Kreiger, 1973.

[6] Jiménez, R. Manufactura Integrada por Computador (CIM). Cátedra M.Ing. Jorge Ierache em <http://www.fi.net.ar/materias/7565/U3-Modelos-parte-B.pdf> 2003

[7] CUBILLOS, Jean Alejandro y MONTUFAR, Enrique Alberto. "Diseño de un esquema de modelo CIM, aplicado como caso de estudio a la Empresa Friesland Colombia S.A.", Trabajo de Grado. Universidad del Cauca 2005.

[8] ALVARES, Alberto J. Tecnologia CIM - Manufactura Integrada Por Computador. Grupo de Automação e controle (GRACO). Universidade de Brasilia. En línea [agosto de 2006] <http://www.graco.unb.br/~alvares/capp/cap2.html>

[9] ISA 88/95. "Technical Report Using ISA-88 and ISA-95 Together Draft 4". Junio de 2005

[10] FERRERO, Francisco. Control de Procesos Cerveceros a través e la S-88.VI Congreso Técnico. Mayo de 2004.
http://www.batch.com.br/es/default_arquivos/frame.htm

[11] S88 part 3. "General and Site Recipes". http://www.s88.nl/S88.03_en.htm

[12] S88 part 4. "Production Records". http://www.s88.nl/S88.04_en.htm

[13] JHONSON, Charlotte. "Isa 95 How and where can it be applied?", Lund Institute of technology. Department of Automatic Control Sweden 2003.

[14] Addison Gary. "Overview of ISA-S95 / IEC 62264 Enterprise/Control System Integration". ISA-SP95 Committee