

**DISEÑO DE UN ESQUEMA DE MODELO CIM, APLICADO COMO CASO DE
ESTUDIO A LA EMPRESA FRIESLAND COLOMBIA S.A.**

**JEAN ALEJANDRO CUBILLOS ROJAS
ENRIQUE ALBERTO MONTÚFAR FANDIÑO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
LÍNEA DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

POPAYÁN

2005

**DISEÑO DE UN ESQUEMA DE MODELO CIM, APLICADO COMO CASO DE
ESTUDIO A LA EMPRESA FRIESLAND COLOMBIA S.A.**

**JEAN ALEJANDRO CUBILLOS ROJAS
ENRIQUE ALBERTO MONTÚFAR FANDIÑO**

Trabajo de Grado

Presentado para optar al título de Ingeniero en Automática Industrial

Director: Ing. Juan Martín Velasco Mosquera

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
LÍNEA DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

POPAYÁN

2005

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control, Programa de Ingeniería en Automática Industrial.

Al ingeniero Juan Martín Velasco, paciente Director de este Trabajo de Grado, quien con su experiencia en el área de la investigación fue factor de constante motivación y de quien recibimos paternal respaldo. Al Ingeniero Carlos Enrique Serrano cuyo apoyo hicieron posible el acercamiento entre la academia y la empresa. Al Ingeniero Delio Henríquez quien ha sido un amigo en este proceso de aprendizaje. A Sandra Milena Jurado quien con su sinceridad y disposición fue determinante en la consecución de este logro.

A Friesland Colombia S.A., empresa orientada al mejoramiento continuo y que en la búsqueda de la excelencia abrió sus puertas y apoyó continuamente este proyecto. A los asesores José Luis Pabón y al Ingeniero Paulo Cesar Silva quienes compartieron su conocimiento y experiencia del ambiente industrial.

**A mis padres Flor Alba Rojas y Mariano Cubillos,
y a mis hermanos César y Fabián.
A Sandra Milena Jurado.**

Jean Alejandro Cubillos Rojas

A mi madre Amparo Fandiño.

A mi tía Nelly Montúfar.

A mi padre Enrique Alberto Montúfar.

Enrique Alberto Montúfar Fandiño

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. MARCO TEORICO	24
1.1 DEFINICIÓN BÁSICA DE CIM	24
1.2 MODELOS Y ARQUITECTURAS DE REFERENCIA CIM	26
1.2.1 GERAM	26
1.2.2 PERA	27
1.2.3 ARIS	28
1.2.4 GIM (<i>GRAI Integrated Methodology</i>)	28
1.2.5 ARDIN	28
1.2.6 GRAIGREY	29
1.2.7 CIM - OSA (Open System Architecture)	29
1.2.8 SIEMENS	32
1.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ARQUITECTURAS	

Y MODELOS CIM	32
1.4 EL MODELO SIEMENS	34
1.4.1 Definiciones de Ámbitos Funcionales	36
2. METODOLOGÍA DE MODELAMIENTO	46
2.1 MODELOS DE REFERENCIA Y BASES DE MODELAMIENTO	48
2.2 MODELO DE REFERENCIA ESTATICO	52
2.2.1 Selección del Modelo de Referencia para el Esquema Estático	52
2.2.2 Definiciones Básicas relacionadas con el Modelo seleccionado	52
2.2.3 Herramientas Gráficas (Codificación)	54
2.2.4 Rutina de Modelamiento para el Esquema Estático	55
2.3 MODELO DE REFERENCIA DINAMICO	56
2.3.1 Selección de las bases para el desarrollo del Modelo Dinámico	56
2.3.2 Definiciones básicas relacionadas con el Modelo desarrollado	57
2.3.3 Herramientas Graficas (Codificación)	59
2.3.4 Rutina de modelamiento del Esquema de Modelo Dinámico	63

3.	EMPRESA CASO DE ESTUDIO: FRIESLAND COLOMBIA S.A.	64
3.1	PROCESO PRODUCTIVO BASICO	65
3.1.1	Adquisición de Materias Primas	67
3.1.2	Adecuación y Almacenamiento de Materias Primas	70
3.1.3	Pasteurización de Leche	72
3.1.4	Empacado, Embalaje, Almacenamiento y Distribución	74
3.1.5	Ultrapasteurización Proceso (UHT)	75
4.	CONSTRUCCIÓN DE ESQUEMAS AUXILIARES	80
4.1	IDENTIFICACION DE VARIABLES EN FRIESLAND COLOMBIA S.A.	80
4.1.1	Compra y Recepción de Leche	80
4.1.2	Lavado de Líneas, CIP, Esterilización y Arranque	81
4.1.3	Termización	81
4.1.4	Almacenamiento	82
4.1.5	Estandarización de Leche	82
4.1.6	Producción de Leche Pasteurizada	83

4.1.7	Producción de Ultrapasteurizados	84
4.1.8	Empacado y Embalaje de Leche	84
4.1.9	Almacenaje	84
4.2	CONCEPTO DE INTEGRACIÓN	85
4.3	CONSTRUCCIÓN DE ESQUEMAS ESTATICOS AUXILIARES	88
4.3.1	Dominio Planificación de la Empresa (PE)	90
4.3.2	Dominio Contabilidad Industrial (CI)	94
4.3.3	Dominio Ventas	97
4.3.4	Dominio Compras	101
4.3.5	Dominio CAD	105
4.3.6	Dominio CAP	109
4.3.7	Dominio CAQ	113
4.3.8	Dominio PPC	117
4.3.9	Dominio CAM	122

4.4	CONSTRUCCION DEL ESQUEMA DINAMICO AUXILIAR	152
5.	DISEÑO DEL ESQUEMA DE MODELO CIM	154
5.1	IDENTIFICACIÓN DEL ESQUEMA ESTATICO DE REFERENCIA DE MODELO CIM	154
5.2	IDENTIFICACIÓN DEL ESQUEMA DINÁMICO DE REFERENCIA DE MODELO CIM	171
5.3	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ESQUEMA DE MODELO DINÁMICO DESARROLLADO	171
6.	VALIDACIÓN DEL ESQUEMA FINAL	203
6.1	TRAMITACIÓN DE UN PEDIDO	203
6.2	TRAMITACIÓN DE UN RECLAMO	210
7.	PLAN GENERAL DE IMPLANTACION DEL CIM	215
7.1	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	218
7.2	PLANIFICACIÓN	218
7.2.1	Asignación de Funciones	216
7.2.2	Estructura de la Organización	217
7.2.3	Planificación del Concepto del Sistema	218

7.2.4	Planificación de la Ejecución	219
7.3	EJECUCIÓN	221
8.	CONCLUSIONES	223
	BIBLIOGRAFÍA	227
	ANEXO 1. FRIESLAND COLOMBIA S.A.	
	ANEXO 2. PLIEGO	

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	PRINCIPALES ARQUITECTURAS DE REFERENCIA	31
Figura 2.	ÁMBITOS FUNCIONALES CIM	35
Figura 3.	NIVELES JERÁRQUICOS DE LA EMPRESA	49
Figura 4.	CÓDIGO DE COLORES DE LOS DOMINIOS	59
Figura 5.	PROCESO	60
Figura 6.	SIMBOLOGÍA PARA LOS NIVELES JERÁRQUICOS	60
Figura 7.	CODIFICACIÓN DE SEÑALES DEL ESQUEMA	61
Figura 8.	CODIFICACIÓN DE BLOQUES DEL ESQUEMA	62
Figura 9.	EQUIPOS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS IDENTIFICADOS	79
Figura 10.	INTEGRACIÓN BAJO CONCEPTO CIM	87
Figura 11.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON PE	91
Figura 12.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON PE	93

Figura	13.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CI	95
Figura	14.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CI	96
Figura	15.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON VENTAS	98
Figura	16.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON VENTAS	100
Figura	17.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON COMPRAS	102
Figura	18.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON COMPRAS	104
Figura	19.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CAD	106
Figura	20.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CAD	108
Figura	21.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CAP	110
Figura	22.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CAP	112
Figura	23.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CAQ	114

Figura	24.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CAQ	116
Figura	25.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON PPC	118
Figura	26.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON PPC	121
Figura	27.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CONTROL DE FABRICACIÓN	123
Figura	28.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CONTROL DE FABRICACIÓN	126
Figura	29.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS	127
Figura	30.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON ENTRADA DE MP, INSUMOS Y MERCANCÍAS	129
Figura	31.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON ALMACÉN	130
Figura	32.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON ALMACÉN	133
Figura	33.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON TRANSPORTE	134

Figura 34.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON TRANSPORTE	136
Figura 35.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON PRODUCCIÓN	137
Figura 36.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON PRODUCCIÓN	139
Figura 37.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON EMBALAJE	140
Figura 38.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON EMBALAJE	142
Figura 39.	DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON BANCO DE PRUEBAS	143
Figura 40.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON BANCO DE PRUEBAS	145
Figura 41.	DIAGRAMA DE INTERRELACION DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON EXPEDICIÓN	146
Figura 42.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON DOMINIO EXPEDICIÓN	148
Figura 43.	DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON DOMINIO MANTENIMIENTO	150

Figura 44.	ESQUEMA DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO BÁSICO	153
Figura 45.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO VENTAS	155
Figura 46.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO COMPRAS	156
Figura 47.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO PPC	157
Figura 48.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CAD	158
Figura 49.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CAP	159
Figura 50.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CAQ	160
Figura 51.	DOMINIO CAM	161
Figura 52.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CONTROL DE FABRICACIÓN	162
Figura 53.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y MERCANCÍAS	163

Figura 54.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO ALMACÉN	164
Figura 55.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO TRANSPORTE	165
Figura 56.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO PRODUCCIÓN	166
Figura 57.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO BANCO DE PRUEBAS	167
Figura 58.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO EMBALAJE	168
Figura 59.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO EXPEDICIÓN	169
Figura 60.	ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO MANTENIMIENTO	170
Figura 61.	SINTAXIS GRÁFICA BÁSICA INTERNA DE UN PROCESO	173
Figura 62.	EJEMPLO DE LA SECUENCIA DE PROCESOS	174
Figura 63.	EJEMPLO DE LA VISTA INTERNA DE UNA ACTIVIDAD	175
Figura 64.	ESQUEMA DINAMICO DE MODELO CIM	176

Figura 65.	PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 1	204
Figura 66.	PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 2	205
Figura 67.	PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 3	206
Figura 68.	PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 4	209
Figura 69.	PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 5	211
Figura 70	PRUEBA DE ESCRITORIO – RECLAMO	213
Figura 71.	PLAN GENERAL DE IMPLANTACIÓN DEL CIM	217
Figura 72.	PROPUESTA DE LA SECUENCIA DE FASES DE INTEGRACIÓN	222

LISTA DE TABLAS

			Pág.
Tabla	1.	PLANIFICACIÓN DE EMPRESA. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS	92
Tabla	2.	VENTAS. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS	99
Tabla	3.	COMPRAS. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS	103
Tabla	4.	CAD. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS	107
Tabla	5.	CAP. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS	111
Tabla	6.	CAQ. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS	115
Tabla	7.	PPC. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS	119
Tabla	8.	CONTROL DE FABRICACIÓN – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	124
Tabla	9.	ENTRADA DE MP. INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	128
Tabla	10.	ALMACÉN. INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	133
Tabla	11.	TRANSPORTE – INTERFACES Y CONTENIDO DE	

		DATOS	135
Tabla	12.	PRODUCCIÓN – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	137
Tabla	13.	EMBALAJE – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	141
Tabla	14.	BANCO DE PRUEBAS – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	144
Tabla	15.	EXPEDICIÓN – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	147
Tabla	16.	MANTENIMIENTO – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS	149

INTRODUCCIÓN

La automatización, apoyada en otros campos, converge en la denominada “Fábrica del Futuro”¹, un concepto que encausa esfuerzos hacia la empresa, entendida como un todo, donde de un modo integrado se puede obtener y administrar información y gerenciar con comodidad, todo esto alrededor de la mejora de los procesos productivos, para que la empresa productiva pueda adaptarse a los rápidos cambios del mundo moderno según necesidades reales.

CIM² (*Computer Integrated Manufacturing*), es un concepto integral de la automatización que dista del enfoque tradicional³ y que le permite obtener excelentes resultados al implementarse en ambientes industriales. Los grandes volúmenes de información de todo tipo que se manejan en una empresa exigen prever sistemas que permitan optimizar los flujos de información al interior de la misma, de tal forma que ésta se encuentre organizada y sectorizada e idealmente se obtenga en tiempo real. Una decisión a tiempo, a partir del mejoramiento del manejo de la información, representa beneficios significativos para la organización. Los cambios en los mercados exigen de las empresas productivas gran flexibilidad y adaptabilidad en los ámbitos productivo y organizacional. CIM parte del manejo integral de la empresa productiva, que con la inclusión de apropiados sistemas informáticos, facilita cambiar los programas en las máquinas, administrar las órdenes de trabajo, re proyectar inventarios y pedidos a proveedores, logra atender eficientemente los cambios detectados en ventas, entre otras ventajas.

¹ Expresión usada como sinónimo para CIM (Manufactura Integrada por Computador).

² Las definiciones y algunas funciones de las estructuras mencionadas se encuentran en el planteamiento del problema en el ítem Marco Teórico: Definiciones Básicas.

³ Enfoque tradicional de la automatización: instrumentación y control, únicamente.

Es importante destacar, desde el inicio, que un modelo CIM para determinada empresa, es siempre una solución específica y no existe una solución estándar para todas las organizaciones. Por otra parte, los sistemas de Manufactura Integrada por Computador, no implican necesariamente una gran inversión de capital, pues pueden orientarse y dimensionarse de acuerdo a los requerimientos, necesidades y disposición de cada empresa.

El presente proyecto, pretende diseñar un esquema de modelo CIM, aplicable al proceso productivo de la empresa Friesland Colombia S.A., como parte de las investigaciones en la línea de automatización industrial de la “Facultad de Ingeniería Electrónica” de la “Universidad del Cauca”. El estudio y el planteamiento del diseño generan una herramienta académica que posibilita el desarrollo de proyectos de automatización, contemplando una visión global de las organizaciones y, además es un aporte para la empresa, caso de estudio, con el fin de ayudar a asegurar sus próximos pasos en la carrera de modernización. La introducción del concepto de “Manufactura Integrada por Computador” a la “Industria Colombiana” es reciente en los procesos productivos. Este diseño busca llevar a la práctica el concepto CIM, diseñando un esquema para la empresa antes mencionada, convirtiendo esta experiencia en un caso documentado⁴ pionero en el ámbito nacional y realizado por una institución de educación superior, en donde se registrarán problemas enfrentados al aplicar el concepto CIM, ventajas, desventajas, y recomendaciones que sirvan de soporte para posteriores proyectos de automatización bajo el enfoque de integración de empresa.

⁴ Dentro de la documentación encontrada no se cuenta con aplicaciones o experiencias prácticas, además las investigaciones realizadas en este campo en su gran mayoría han sido realizadas por empresas multinacionales que encontraron en CIM una herramienta para garantizar su proceso de mejora continua (manufactura flexible), pero estas soluciones particulares no ofrecen una documentación de acceso público.

En la realización de este proyecto se toma como referencia inicial el modelo CIM de SIEMENS, complementado con bases conceptuales del modelo CIMOSA, para diseñar un esquema ajustado a las características de la industria regional y nacional, que una vez validado e implementado permitirá formular un modelo adecuado para la pequeña y mediana industria. Además se contó con información recolectada por la empresa estudiada; esta documentación generada en Friesland Colombia S.A. fue el resultado del “Sistema de Gestión de la Calidad”, que en su mayoría esta relacionada con el área productiva. También se recolectó información en la etapa inicial del proyecto de las áreas de Producción, Almacén, Calidad y Mercadeo Agropecuario. Sin embargo la falta de información de otras áreas como Recursos Humanos, Sistemas, Contabilidad, Financiera, Ventas, etc. se constituyó en una limitante debido a que se requiere para la realización de un modelo integral ajustado. Esta limitante se presentó debido a situaciones imprevistas propias de una organización de las características de la empresa.

La fase de implementación del esquema del modelo CIM diseñado, no hace parte de este trabajo, por cuanto un proyecto de esta envergadura se implementa de manera paulatina durante un período de tiempo que no aplica para un trabajo de grado. El costo relacionado con la implementación, exigirá de la empresa un tiempo y un análisis que no es posible predecir, pues responde a intereses y factores de autonomía de la organización.

El presente trabajo está dividido en siete capítulos en los cuales se registra la información recopilada, depurada y analizada; se muestran los modelos auxiliares que se tomaron como referencia para el diseño de los esquemas dinámicos y estáticos para un modelo de integración CIM; la base conceptual de los esquemas diseñados; se presentan los esquemas desarrollados y las conclusiones generadas en la realización del proyecto.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 DEFINICIÓN BÁSICA DE CIM

Los cambios en el ambiente económico del mundo, junto con el desarrollo de nuevas tecnologías, especialmente en el campo de la información, compone una “nueva estructura de acción” para las empresas. La nueva y dinámica estructura de acción, se caracteriza principalmente por cuatro “Fuerzas Externas”, las cuales afectan directamente la competitividad de las empresas (Vernadat, 1994):

1. La “extensión mundial (*World-Wide*) del mercado”, la cual fuerza a la empresa a crecer y extender su radio de acción, y al mismo tiempo introduce nuevos competidores en su tradicional área de influencia. (Brown y Sackett, 1994).
2. Las crecientes “demandas de los clientes” los cuales obligan a la empresa a que produzca con un mayor énfasis en la calidad; demanda personalizada; en el ofrecimiento de mejor servicio y en la reducción de costos.
3. El “Desarrollo tecnológico” el cual provee notables oportunidades para mejorar el desempeño de la empresa.
4. El “Impacto ambiental” el cual resultará en corto o mediano plazo en restricciones impuestas por la ley, las cuales impulsan a la empresa a modificar sus sistemas de operación.

Los sistemas de Manufactura Integrada por Computador (*CIM: Computer Integrated Manufacture*), están siendo cada vez mas usados como instrumentos por las empresas de manufactura en ambientes competitivos de negocios. La complicada naturaleza de estos sistemas y la elevada inversión inicial requerida han necesitado su modelamiento exacto. Un número de modelos, metodologías de modelamiento y herramientas de modelamiento, han sido desarrollados y utilizados con este propósito.

Jorysz y Vernadat (1990) plantearon el objetivo de **CIM** como la integración apropiada de las operaciones de la empresa, por medio de intercambios eficientes con la ayuda de tecnologías de la información. Esto indica que **CIM** incluye todas las funciones de diseño y manufactura asistidos por computadora, CAD/CAM (*CAD: Computer Aided Design, CAM: Computer Aided Manufacture*), así como todas las funciones de negocios (comerciales) como mercadeo y contabilidad.

Una definición comprensible de **CIM** ha sido dada por Doumeingts en el año 1995: “**CIM** se refiere a un acercamiento global en un ambiente industrial cuyos objetivos están orientados a mejorar el desempeño industrial. Este acercamiento es aplicado de forma integrada para todas las actividades, desde el diseño de la entrega hasta después de la venta y el uso de varios métodos, recursos y técnicas (computarizadas y automáticos) para mejorar simultáneamente la productividad, reducir costos, incrementar la calidad del producto, asegurar la flexibilidad a un nivel global o local en un sistema de manufactura que involucre a cada actor. De igual forma un acercamiento a los aspectos económico, social y humano, que no son menos importantes que los técnicos.”

Nagata en el año 1993 describe **CIM**: “Un sistema integrado que combina las áreas de producción, mercadeo e I+D, para administrarlos y operarlos bajo una sola estrategia gerencial con el apoyo de computadores para que la operación productiva pueda ser eficiente y flexible”.

1.2 MODELOS Y ARQUITECTURAS DE REFERENCIA CIM

Modelo de referencia o arquitectura es un concepto muy importante en CIM. Sin embargo no hay una definición de arquitectura mundialmente aceptada. Una arquitectura de un sistema CIM puede definirse como un conjunto de “modelos” que representan bloques invariantes de todo el sistema CIM. Llevar a cabo el proyecto de plan maestro e implementación de un “sistema de empresa integrada” es un proceso extremadamente complejo el cual envuelve diferentes elementos tecnológicos, humanos y organizacionales. Algunas arquitecturas y modelos de referencia se listan a continuación:

- **IBM** Model (EE.UU., 1973)
- **NIST** Model (E.U., 1981)
- **DEC** Digital Equipment Corp. (EE.UU., 1988)
- **SIEMENS** (Alemania, 1989)
- **ESPRIT CIM-OSA** (C.E, 1989)
- **Amherst-Karlsruhe** CIM Model (EE.UU. y Alemania, 1989)
- **PERA** (EE.UU. 1993).
- **GIM** (Francia, 1992).

1.2.1 GERAM. Un importante resultado del proyecto “IFAC/IFIP Task Force on Architectures for Enterprise Integration” (*IFAC: International Federation Automatic Control –IFIP: International Federation Information Processing*) (Bernus, 1996), en

el segundo período de tres años de trabajo (1994-1996), fue la definición de los requerimientos y componentes que una Arquitectura de Referencia (*RA: Reference Architecture*) debe cumplir para ser considerada completa. Estos requerimientos y componentes son sintetizados en GERAM (*Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology*), y han sido estudiados por la ISO (International Standard Organization) en el grupo de trabajo TC 184/SC5/WG1.

1.2.2 PERA. Arquitectura desarrollada por Purdue University, EE.UU. (Williams, 1993). Desde que PERA, cumple con las condiciones establecidas en GERAM, puede usarse para representar cualquier empresa. Documentos similares, herramientas, productos, etc. se usan en diferentes industrias. PERA como Modelo Genérico de la Empresa comprende tres componentes básicos: Medios de la producción, Personas / Organización, y Sistemas de Control e Información. Cada uno de los componentes tiene una interfaz con los otros dos.

PERA, indica que la manera más básica de estructurar el modelo de la empresa, es a través de "fases". Durante cada fase de la empresa, se usan diagramas diferentes para reflejar en detalle las vías de desarrollo por donde la empresa se mueve, desde la definición inicial, fase de funcionamiento, hasta la disolución. Aunque los formatos para documentar cada uno de los componentes del modelo (Medios, Personas y Sistemas de Información) varíen, el objetivo es el mismo: proporcionar una representación coherente y coordinada de la empresa durante una fase. Para los componentes del modelo, cada fase agrega detalles adicionales a la fase sucesiva, y así, la información definida en la fase anterior, es contemplada en la actual. Puesto que PERA representa el ciclo de vida completo de la Empresa, toda la existencia de la empresa, documentos y herramientas pueden encajarse dentro de su estructura. Cuando la empresa se desarrolla, y los

niveles crecientes de detalle se definen, es posible ver cómo cada uno de los grupos está contribuyendo y cómo los documentos entregados por cada componente en cada fase se relacionan unos con otros.

1.2.3 ARIS. Metodología y Arquitectura (Genéricas). La arquitectura ARIS distingue entre las visiones de Organización, Función e Información y Control. Usa un sistema de modelado gráfico apoyado por software que organiza el movimiento de los datos y tareas. ARIS se enfoca en la fase del análisis y definición de requisitos durante el diseño de sistemas directivos de información, no en la ejecución de procesos comerciales. El software es complejo de usar y tiene una curva de aprendizaje relativamente larga. La versión actual (2000), no maneja bien múltiples lenguajes.

ARIS proporciona una estructura metodológica genérica y bien documentada. En ARIS, los “procesos comerciales” son descritos por diagramas de cadena de proceso. El modelado está hecho usando un conjunto de herramientas en lugar de un lenguaje. Varias herramientas subalternas están disponibles, y cada una se despliega en su propia ventana. La información capturada por el set de herramientas ARIS, se guarda en un banco de datos siguiendo el modelo ERM (*Entity Relationship Model*). Scheer (1994) afirma que un lenguaje formal impone restricciones en la utilidad diaria para potenciales usuarios finales.

1.2.4 GIM (GRAI Integrated Methodology). Arquitectura derivada del trabajo llevado a cabo por varios proyectos subsidiados por el programa ESPRIT de la Unión Europea como IMPACS (número 2338) por el laboratorio GRAI de la Universidad de Bordeaux, Francia (Doumeingts, 1992).

1.2.5 ARDIN. El grupo IRIS de la Universidad Jaume I de Castellón, España está trabajando en el proyecto de investigación ARDIN desde 1994. El objetivo es desarrollar y validar un paso adelante del estado del arte de las Arquitecturas de Referencia para Integración de la Empresa. Esta arquitectura posee una fuerte orientación hacia aplicaciones prácticas para medianas y pequeñas empresas, para lo cual se basa en estudios reales de empresas específicas.

Entre las principales características de la arquitectura ARDIN se destacan:

1. Posee una visión empresarial orientada hacia procesos comerciales.
2. Establece el ciclo de vida del sistema de la empresa basado en un proceso de mejora continua.
3. Utiliza el modelamiento y la simulación como herramientas para analizar el impacto de decisión.
4. Describe un método para integrar y coordinar la consistencia de las decisiones y las operaciones con los objetivos estratégicos.

1.2.6 GRAIGREY. Otra metodología es **GRAIGREY**, de la Universidad de Burdeos, que analiza y describe la estructura de toma de decisiones de un sistema productivo de manufactura y realiza una propuesta de integración.

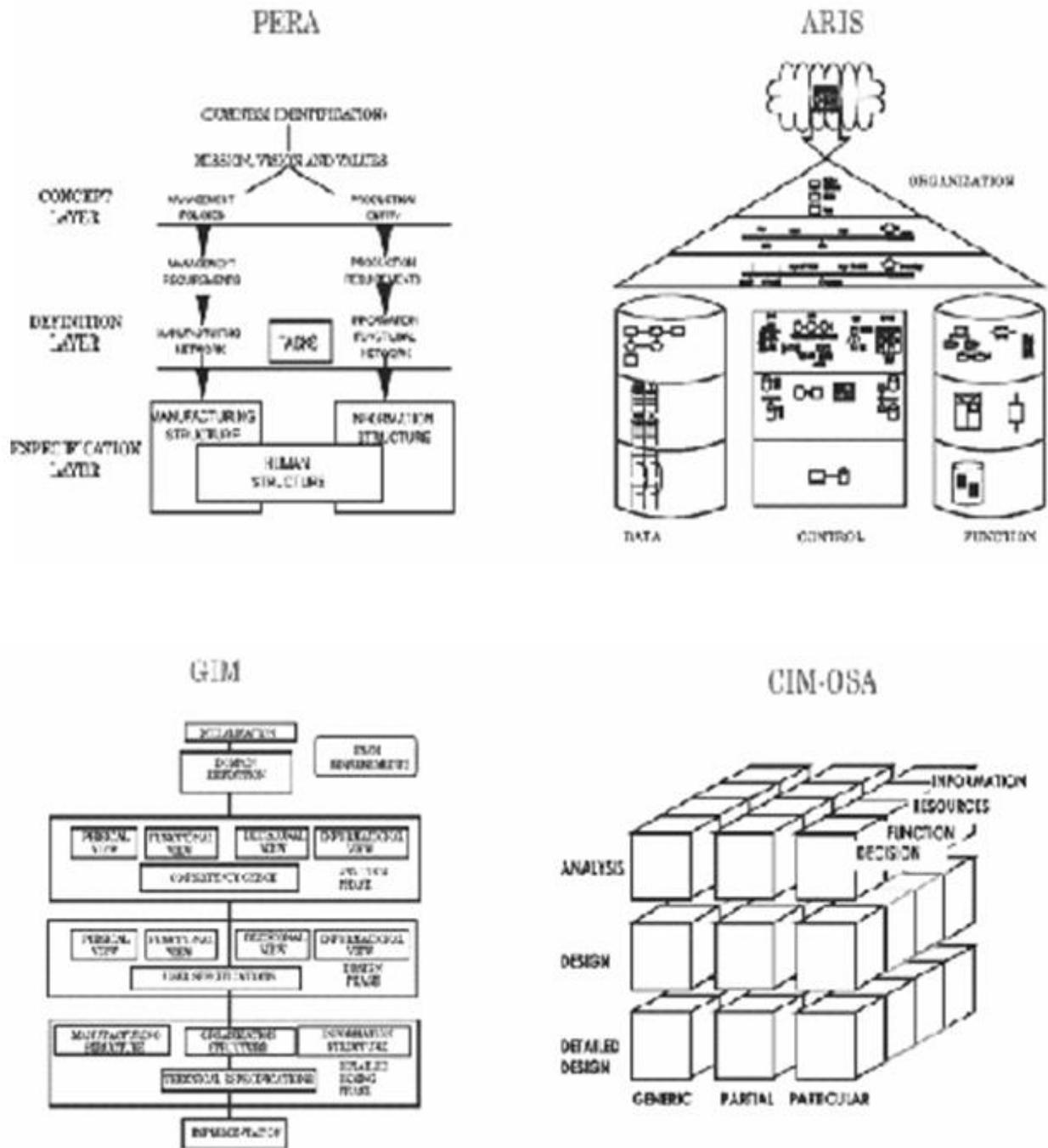
1.2.7 CIM - OSA (Open System Architecture). CIMOSA es una Arquitectura de Sistema Abierto CIM muy conocida (number 688, 2422 and 5288), desarrollada por el Consorcio AMICE (Amice, 1991), y la iniciativa de CIM más importante del programa ESPRIT. El término AMICE es una sigla invertida para 'Arquitectura CIM' Europea. Su objetivo es elaborar una arquitectura abierta para CIM y definir un juego de conceptos y reglas para facilitar la construcción de sistemas CIM futuros, un aspecto importante es su involucramiento directo en actividades de

regularización. Los dos resultados principales del proyecto son: el Esquema de Modelado y la Infraestructura de Integración.

CIMOSA incorpora el manejo de eventos y el modelado basado en procesos, con el objetivo de cubrir aspectos esenciales de la empresa en un modelo íntegro. Los principales aspectos son el funcional, orgánico, recursos, información y gestión. Para cada uno de los aspectos, están disponibles estructuras modeladas. CIMOSA proporciona un idioma formal para modelamiento que se especifica en la forma BNF. Además, CIMOSA también apunta a la ejecución de “procesos comerciales”, no sólo a su planeación. La meta es manejar una infraestructura de información con todos los procesos modelados. CIMOSA insiste, particularmente, en que el modelo propuesto por la arquitectura, debe ser procesable o ejecutable y evolutivo. Por ejemplo, que pueda modificarse fácilmente durante el tiempo de ejecución.

CIMOSA también proporciona una metodología para mostrar cómo usar la arquitectura de referencia para conseguir una arquitectura particular de la empresa estudiada.

Figura 1. PRINCIPALES ARQUITECTURAS DE REFERENCIA



R. Chalmeta / The Journal of Systems and Software 57 175-191 (2001)

1.2.8 SIEMENS. Formulado por la empresa alemana Siemens en 1989. Se trata de un modelo de referencia en que se observa la empresa como un conjunto de estructuras funcionales, cada una con asignaciones específicas e interrelaciones, con diferentes membresías y pesos, con cada una de las otras estructuras. De esta forma, el modelo Siemens propone el análisis de la empresa a partir de un diagnóstico preciso, para proyectar la empresa automatizada a partir de relaciones específicas entre todos los ámbitos, desde la manufactura hasta la administración de la empresa. Esto permite evitar la duplicidad de funciones y la inexistencia de responsabilidades y relaciones vitales para la empresa. Una de las principales características del modelo es la integración al esquema empresarial de las relaciones con el entorno y, en especial, lo relacionado con la valoración a los clientes y los proveedores. Otra característica es que en el modelo prevalece el uso de herramientas computacionales, dejando abiertas las posibilidades de selección de software, hardware y demás herramientas que sean necesarias.

1.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ARQUITECTURAS Y MODELOS CIM

Entre las diferentes arquitecturas existentes, solo CIM-OSA, PERA, y GRAI/GIM cumplen con los requerimientos de GERAM necesarios para ser considerada una “Arquitectura de Referencia de Integración de la Empresa” por las entidades IFAC e ISO. Otras propuestas como ARIS, CIM-BIOSYS (desarrollada por el Systems Integration Group de la Loughborough University (UK), (Weston, 1993)) son orientados hacia el desarrollo de un sistema integrado de información, no hacia la integración de toda la empresa. El estudio comparativo realizado (Chalmeta, 1997) de las arquitecturas orientadas a la integración de la empresa concluye que:

CIMOSA Y GRAI/GIM, poseen un enfoque hacia la construcción de un *modelo integrado* para asistir en el diseño de la empresa (plan de la empresa), pero no cubren todo el ciclo de vida de la empresa. Es más, utilizan diferentes metodologías para modelar diferentes aspectos de la empresa (informativo, recursos, decisiones y funcional), sin ofrecer ningún método para solucionar las inconsistencias resultantes y sin ser capaz de construir un modelo dinámico integrado. CIMOSA plantea una estrategia global para el desarrollo de todas las etapas del sistema, sin embargo el planteamiento resulta abstracto y requiere cierto trabajo de adaptación para su implementación.

PERA desarrolla con gran nivel de detalle la metodología para la integración de la empresa (Hong and William, 1994). Sin embargo, adopta fundamentalmente un enfoque hacia la construcción de un sistema funcional de la empresa, definiendo inicialmente tareas elementales, y reuniéndolos entonces en actividades de la empresa para satisfacer los objetivos estratégicos. Esta propuesta puede mejorarse introduciendo la identificación específica de los procesos de negocios en una integración piso techo usada para desarrollar diagramas de flujo de datos, materiales y energía. PERA realiza una mezcla entre CIMOSA, anteriormente mencionado, que es considerado como el más completo ya que describe la tecnología disponible en cada nivel del modelo CIM (Computer Integrated Manufacturing) y las aplicaciones posibles.

Otras propuestas como la de **OMG y CIMFRAMEWORK** (1998) plantean modelos para los principales subsistemas comprendidos en manufactura discreta. Pero, los modelos planteados, en tales propuestas, carecen de una asociación entre la fase de descripción (diseño) del sistema y la fase de implementación. Se aborda el problema de un modelo que soporte tanto la descripción - edición - del modelo del taller (diseño), como la implementación del mismo.

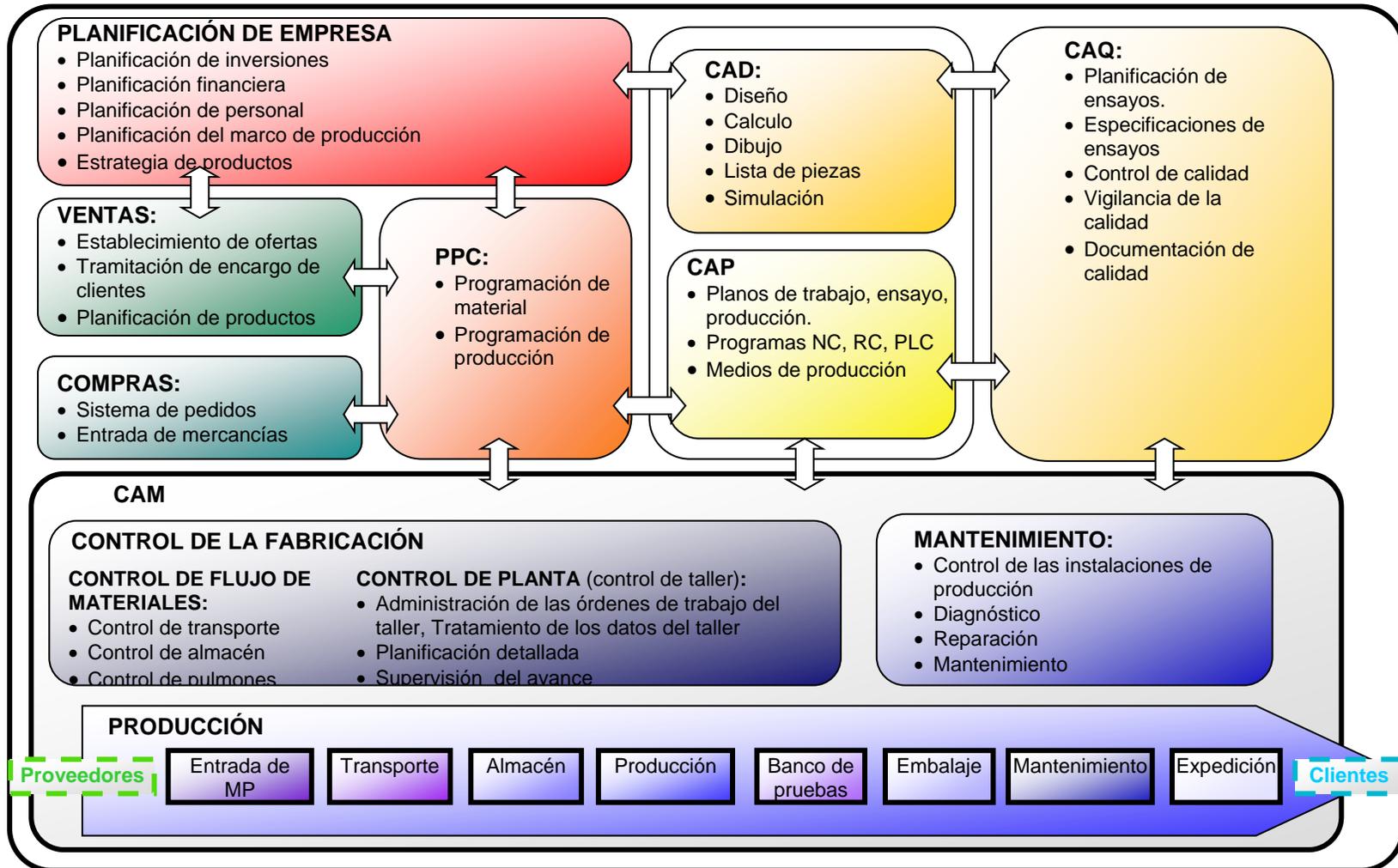
El modelo **SIEMENS** es amplio en cuanto a la concepción de todas las posibles estructuras funcionales que pueda tener una organización, independiente de su tamaño, capacidad o tipo de producto. Incluye las relaciones de la organización con su entorno.

1.4 EL MODELO SIEMENS

El modelo abarca la interacción de los ámbitos funcionales: CAD (Computer Aided Desing), CAP (Computer Aided Planing), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAQ (Computer Aided Quality) y PPC (Production Planning and Control) al nivel de la tecnología de la información. Con ello se busca lograr la integración de las funciones técnicas y organizativas para la fabricación del producto, lo que exige la utilización conjunta de una base de datos.

A continuación se presentan: los Ámbitos Funcionales o Dominios que contempla SIEMENS, excepto FABRICACIÓN DE PIEZAS y MONTAJE por no ser considerados parte del proceso de producción de leche; en su lugar se ha formulado el ámbito funcional PRODUCCIÓN. Además, una serie de definiciones básicas y el resumen de funciones de cada ámbito.

Figura 2. ÁMBITOS FUNCIONALES CIM



1.4.1 Definiciones de Ámbitos Funcionales. Las definiciones que se presentan a continuación son tomadas de: CIM Consideraciones Básicas – Siemens. Baumgartner, Knischewski, Wieding. 1991.

- ✓ **Planificación de la Empresa (PE).** En esta etapa la empresa realiza la formulación de objetivos, pronósticos y toma de decisiones, para lo cual requiere de una considerable cantidad de información.

Funciones de PE:

- Planificación de los objetivos de la empresa.
- Análisis y pronósticos del entorno.
- Análisis y pronósticos de la empresa.
- Planificación de estrategias.
- Planificación operativa.

- ✓ **CAD (Computer Aided Design).** Concepto Global que resume todas las actividades en las que se utiliza la informática directa o indirectamente dentro del marco de las actividades de desarrollo y diseño, generación gráfica interactiva y manipulación de una representación digital de un objeto, (preparación de un dibujo bidimensional o tridimensional). El CAD se entiende como un sistema informático mediante el cual se ayuda al diseño tanto del producto como del proceso productivo. Mediante el uso de sistemas CAD se debe reducir notablemente el tiempo de preparación de variantes de diseño y sus adaptaciones.

Funciones CAD:

- Establecimiento del esquema y dibujos de los productos.
- Cálculos.
- Especificaciones del producto.
- Simulación.

- Cálculos previos de costos.
- Servicio de modificaciones.

- ✓ **PPC (Production Planning and Control).** Utilización de sistemas asistidos por computador para organizar la planificación, control y seguimiento de las diferentes fases: Producción - Oferta - Expedición, en lo referente a: cantidad, plazo y capacidad.

Funciones PPC:

- Planificación del programa de producción.
- Planificación de las cantidades.
- Programación de materiales.
- Programación de fabricación.
- Lanzamiento de órdenes de trabajo.
- Seguimiento de las órdenes de trabajo.
- Inventario.
- Estadística.

- ✓ **CAP (Computer Aided Planning).** Es la sección de CIM que suministra planes y procesos de trabajo requeridos en el proceso de producción: especifica la secuencia de los pasos de fabricación, empaque y embalaje; determina el orden y administra las operaciones.

Funciones CAP:

- Planificación del trabajo.
- Administración de los procesos de trabajo.
- Planificación de la producción.
- Establecimiento de recetas.
- Planificación de los medios de producción.

- Simulación de procesos de fabricación y montaje.
 - Normalización y control de normas.
- ✓ **CAQ (Computer Aided Quality).** Garantía de Calidad Asistida por Computador: planificación y realización de la garantía de calidad asistida por ordenador; esto comprende, por una parte, la preparación de procesos de verificación, programas de ensayo y valores de control y, por otra, la realización de sistemas de medición y ensayos asistidos por computador. Para todo el CAQ se sirve de los medios técnicos auxiliares de información CAD, CAP y CAM.

A menudo se considera CAQ como un ámbito independiente. Desde el punto de vista de la organización, el sistema de calidad debe ser una división autónoma *no subordinada a la dirección de la fábrica*. Las funciones del CAQ son necesarias en todos los ámbitos funcionales. El sistema de calidad, a menudo, permite el direccionamiento de la producción cuando se trata de estructuras de organización bien definidas.

Funciones CAQ:

- Planificación de la calidad.
 - Control y supervisión de la calidad.
 - Verificación de la calidad.
 - Documentación y estadística.
- ✓ **VENTAS.** Es la interfaz entre la empresa y el cliente; permite la captación de los clientes, análisis del mercado, recolección de sugerencias del mercado acerca de los productos ofrecidos por la empresa, y registro, comprobación y seguimiento de los pedidos.

Funciones VENTAS:

- Tramitación de consultas de clientes y ofertas.
- Administración y vigilancia de pedidos.
- Planificación de las ventas.
- Varios (necesidades de productos, órdenes de desarrollo, marketing, etc.)

- ✓ **COMPRAS.** Resuelve las situaciones relacionadas con los suministros requeridos en la planta y en la empresa en general; es una sección centralizada, encargada de la selección y registro de proveedores, registro de precios, pedidos y devoluciones; negociación, reclamaciones y control de los procesos de facturación.

Funciones COMPRAS:

- Selección de proveedores.
- Sistema de pedidos y seguimiento de pedidos.
- Tramitación de devoluciones.
- Activación del sistema de facturas.

- ✓ **CAM (Computer Aided Manufacturing).** Control y supervisión técnica asistidos por ordenador de los medios de producción empleados en la fabricación. Para lograr incrementar la productividad, se requiere realizar una clasificación sistemática de las operaciones y funciones del proceso ideal de la producción, dentro de los niveles jerárquicos de CIM. CAM, define procesos tales como el control de flujo de la materia prima, el control de fabricación, conservación, control de las instalaciones de producción, diagnóstico, reparación y mantenimiento.

Funciones PDA (Obtención de Datos del Taller):

- Determinación de los tiempos del personal.
- Tiempos de preparación y fabricación.
- Interrupciones de preparación y fabricación.
- Motivos de las interrupciones.
- Seguimiento de materiales.
- Progreso de las órdenes de trabajo.
- Garantía de calidad.

Funciones MDA (Obtención de datos de Máquina):

- Determinación de tiempos de funcionamiento.
- Determinación de tiempos de parada.
- Perturbación del programa.
- Daños de herramientas.
- Defectos de materiales.
- Faltas de material.
- Daños de máquinas.
- Fallos de personal.

- ✓ **CONTROL DE LA FABRICACIÓN.** El control de fabricación constituye el núcleo organizativo del ámbito de producción. Su objetivo es el control a corto plazo y la supervisión de la fabricación, es decir, la asignación de las órdenes lanzadas por PPC hacia cada una de las entidades funcionales relacionadas con la producción, teniendo en cuenta las perturbaciones. Los conceptos de Control de la Fabricación y Control de Taller son bastante equivalentes. Debe entenderse como un concepto neutro para cualquier tipo de fabricación (por zonas de taller, continua o en línea y flexible)

Funciones de CONTROL DE LA FABRICACIÓN:

- Administración de órdenes de trabajo.
- Lanzamiento de órdenes de fabricación.
- Lanzamiento de órdenes de flujo de materiales.
- Supervisión del ámbito de fabricación.

✓ **ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS, MERCANCÍAS E INSUMOS.**

Encargado de recibir y revisar las materias primas, mercancías e insumos, comprobando su fecha de suministro, cantidad y calidad, sirviéndose para ello de los pedidos; además, establece la documentación que acompaña a la mercancía al interior de la planta y los informes de control.

Funciones de ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS, MERCANCÍAS E INSUMOS:

- Recepción.
- Revisión.
- Agrupamiento en unidades adecuadas para almacenamiento o fabricación.

✓ **ALMACÉN.** El cometido del almacén es guardar materiales y medios de producción para abastecer en los plazos adecuados a las áreas de fabricación. Para esto se precisan funciones administrativas (administración de los puestos de almacenamiento, control de existencias, administración de órdenes, reservas, etc.) y operativas (comprobaciones de identidad y cantidad, activar y supervisar las órdenes de entrada y salida, inventario, etc.)

Funciones de ALMACÉN:

- Administración de las órdenes de almacén.
- Administración del almacén.

- Especificación de trabajos.
- Control de procesos en el almacén.
- Supervisión del estado del almacén.

✓ **TRANSPORTE.** La función del servicio de transporte, es ejecutar las órdenes de transporte, especificadas por el control de fabricación. El transporte dentro y fuera de una empresa de producción, puede clasificarse en seis niveles:

Nivel 1: (nivel exterior de la empresa) Transporte desde los proveedores y hacia los clientes.

Nivel 2: (nivel interior de la empresa) Transporte dentro de la empresa entre diferentes plantas.

Nivel 3: (nivel de taller) Transporte entre los distintos ámbitos del taller, tales como el almacén y taller.

Nivel 4: (nivel de zona) Transporte entre las diferentes células de una zona.

Nivel 5: (nivel de célula) Enlace entre varias máquinas o centro de mecanizado en una célula.

Nivel 6: (nivel de máquina) Abastecimiento local de una máquina.

Funciones de TRANSPORTE:

- Administración de órdenes de transporte.
- Programación de medios de transporte.
- Administración de la imagen representativa del proceso.
- Control y supervisión del proceso.

✓ **PRODUCCIÓN.** Su finalidad es la ejecución de todos los procesos del área productiva, controlando y supervisando máquinas y equipos, recibiendo y administrando las órdenes de trabajo, administrando las existencias y solicitando materiales, entre otros.

Funciones de PRODUCCIÓN:

- Administración de las órdenes de trabajo.
- Especificación de trabajos.
- Abastecimiento y retirada interna de materiales.
- Supervisión del estado de las instalaciones.
- Administración de programas de Control.
- Control de procesos.

- ✓ **BANCO DE PRUEBAS.** En el banco de pruebas se verifica si el producto cumple con las características exigidas en el proceso de verificación. Las exigencias relativas a una mayor calidad de los productos y la necesidad de simplificar el flujo de materiales han dado lugar a que la verificación se realice directamente en la máquina o inmediatamente después de las operaciones.

Funciones de BANCO DE PRUEBAS:

- Administración y programación de las órdenes de prueba.
- Administración de programas y documentos NC⁵, RC, PLC.
- Alimentación y retirada interna de materiales.
- Supervisión del estado de las instalaciones.
- Control del proceso:
 - Preparación de los medios de producción.
 - Preparación del producto a probar o toma de muestras.
 - Realizar la prueba.
 - Retirar la prueba.

⁵ NC: Control Numérico; RC: Control Robótico; PLC: Control Lógico Programable

- ✓ **EMBALAJE.** Dentro del ciclo, la sección de embalaje es un ámbito que se encuentra a continuación del ámbito de la producción y presenta una complejidad muy inferior. El nivel de automatización de los puestos de embalaje puede ser desde manual hasta totalmente automático dependiendo de la cantidad y complejidad del proceso.

Funciones de EMBALAJE:

- Administración y programación de las órdenes de embalaje.
- Administración de programas y documentos NC, RC, PLC.
- Alimentación y retirada interna de materiales.
- Supervisión del estado de las instalaciones.
- Control del proceso:
 - ✓ Preparación de máquinas de embalar.
 - ✓ Preparación del producto.
 - ✓ Embalar y rotular.

- ✓ **EXPEDICIÓN.** Su misión es tramitar las órdenes de expedición autorizadas por ventas y suministrar los productos a los clientes.

Funciones de EXPEDICIÓN:

- Administración y programación de las órdenes de expedición.
- Control de la expedición.

- ✓ **MANTENIMIENTO.** El servicio de mantenimiento es el responsable de mantener las técnicas de funcionamiento de los medios de producción: máquinas, herramientas, medios de verificación, controles, instalaciones de transporte, etc. Sus cometidos, abarcan dos ámbitos: mantenimiento preventivo y reparación de averías.

Funciones de MANTENIMIENTO:

- Planificación del mantenimiento preventivo.
- Programación de órdenes.
- Administración y supervisión de órdenes.
- Ejecución de las órdenes de mantenimiento y reparación.

2. METODOLOGÍA DE MODELAMIENTO

En el presente proyecto se desarrolló la siguiente metodología general: partiendo de la obtención de una Visión General de la empresa caso de estudio. Segundo, recolección y clasificación de información. Tercero, se realizó el estudio y selección de los modelos de referencia y la formulación conceptual. Cuarto, identificación y definición de elementos tales como: funciones, procesos, actividades, flujos, entre otros, relevantes en el modelamiento. Quinto, desarrollo de esquemas de modelo CIM y su validación. Las palabras “metodología de modelamiento” significan un conjunto de métodos que envuelven el uso de:

- **Arquitecturas y Modelos de Referencia.**
 - Estudio de las Arquitecturas y Modelos de Referencia.
 - Análisis comparativo de Arquitecturas y Modelos de Referencia.
 - Selección de Modelo Estático.
 - Definiciones básicas relacionadas con el modelo seleccionado.
 - Establecimiento de las herramientas gráficas asociadas.
 - Selección de las bases para el Desarrollo del Modelo Dinámico.
 - Definiciones básicas relacionadas con el modelo desarrollado.
 - Establecimiento de las herramientas graficas asociadas.
- **Rutinas de Modelamiento.**
 - Definición de los pasos a seguir para establecer el esquema de modelo estático.

Definición de los pasos a seguir para establecer el esquema de modelo dinámico.

- **Conocimiento de la Empresa caso de estudio**

Obtención de la Visión General de la Empresa.

Reseña Histórica.

Misión de la Empresa.

Políticas.

Organización.

Proceso Productivo.

- **Acercamiento estructurado.**

Identificación de variables.

Desarrollo de esquemas auxiliares.

Desarrollo de esquemas finales.

Validación del modelo.

Con base en lo anterior se puede establecer la siguiente distribución: La parte de Estudio y Análisis Comparativo de Arquitecturas y Modelos de Referencia se trata en el capítulo 1 como parte del marco teórico del proyecto. La selección de Modelos de Referencia y Bases de Modelamiento. La definición de herramientas gráficas, además de las rutinas de modelamiento, se tratan en el presente capítulo. Los resultados del análisis y depuración de la información recolectada con el fin de establecer la Visión General de la empresa, se recogen en el capítulo 3. Y, finalmente, la sección de identificación de variables, desarrollo y validación de los esquemas de modelo CIM para la empresa, se abordan en los capítulos 4, 5 y 6.

2.1 MODELOS DE REFERENCIA Y BASES DE MODELAMIENTO

Las organizaciones desde el punto de vista de la planificación y el manejo de la información pueden ser vistas como estructuras piramidales. A lo largo del tiempo se han desarrollado jerarquías, que responden a las necesidades de las propias empresas y las membresías de responsabilidad, decisión y ejecución. La punta de la pirámide está conformada por tres niveles de dirección, que son:

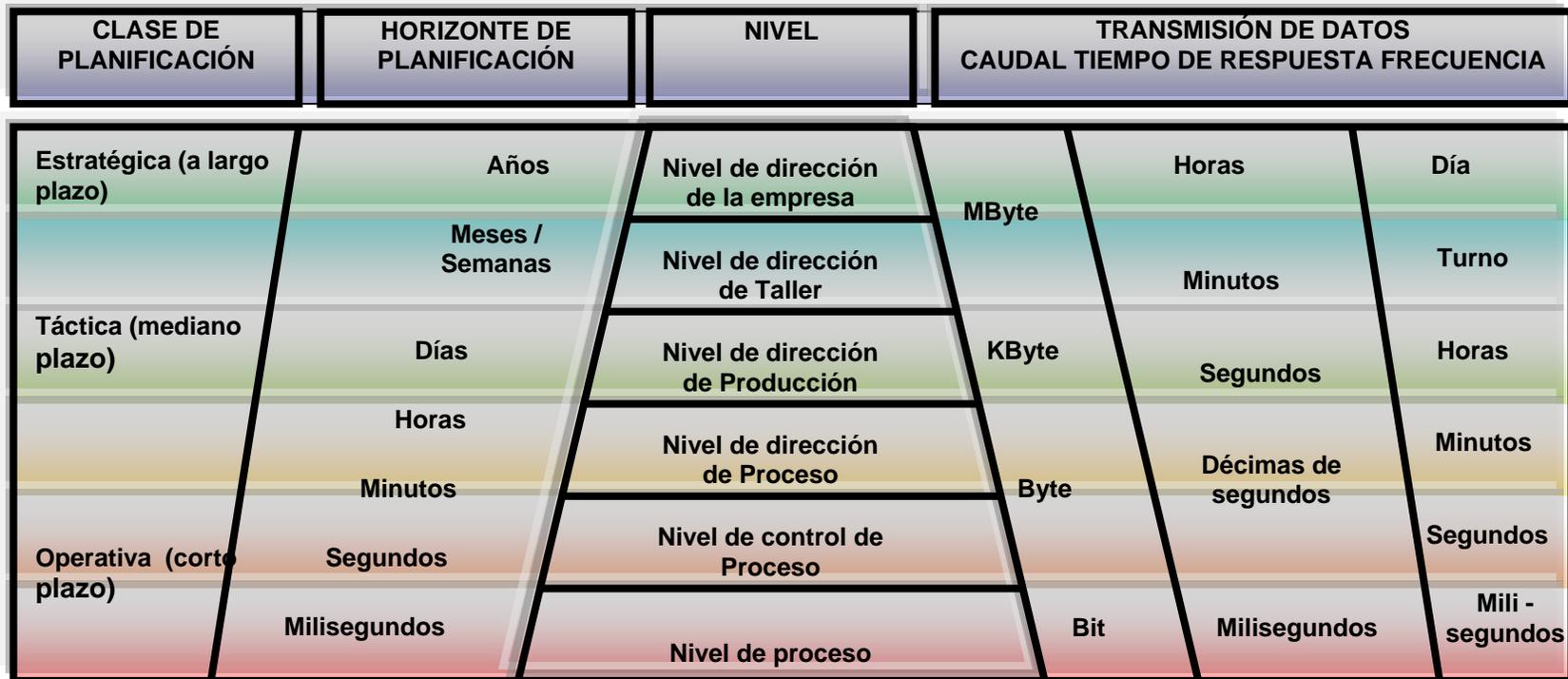
- Nivel de dirección de empresa.
- Nivel de dirección de taller.
- Nivel de dirección de producción.

El ámbito de producción que está bajo el nivel de dirección puede subdividirse, a su vez, en:

- Nivel de dirección de proceso.
- Nivel de control de proceso.
- Nivel de proceso.

Cada nivel plantea necesidades especiales respecto al tratamiento de la información. Lo que caracteriza a esta jerarquía es que, los datos de los niveles inferiores, se condensan y se transmiten en esta forma al nivel inmediato superior y, eventualmente, hasta llegar al nivel de dirección de empresa. A la inversa, las informaciones procedentes de los niveles superiores se transmiten en forma de directriz a los niveles inferiores, donde se complementan con datos específicos, (Ver figura 3). En las empresas de producción la multitud de los sistemas de comunicación, la conservación de los datos y los tratamientos de los mismos pueden gestionarse mejor si las funciones y sistemas se asignan en niveles jerárquicos.

Figura 3. NIVELES JERÁRQUICOS DE LA EMPRESA



CIM Consideraciones Básicas – Siemens. Baumgartner, Knischewski, Wieding. 1991

La pirámide de jerarquía informacional de una empresa de producción es la que nos permite, en una etapa inicial, dimensionar los alcances y la magnitud de un proceso de integración, ya que es aquí donde se aprecia la ubicación, características y competencias de los diferentes tipos de elementos que integran un modelo de integración. En esta sección se parte del hecho de que en toda empresa productiva deben coexistir:

- Un sistema de fabricación (**F**).
- Un sistema de organización (**O**).
- Un sistema de planificación y control (**P**).
- Un sistema de información (**I**).

Se pueden establecer las siguientes relaciones, para el análisis de la integración:

- **O** = **f (F)**
- **P** = **g (O)**
- **I** = **h (P)**

De esta forma, los diferentes niveles de la organización, pueden ser descritos por funciones (**f, g, h**) que tienen como argumentos sistemas, los cuales, a su vez, son funciones de procesos, actividades y operaciones, cuya complejidad y exactitud dependerá del conocimiento que se posea de la empresa y la abstracción que se logre de la misma.

Las condiciones actuales del mercado, ciclos de vida de producto cortos, personalización del producto, diversidad en el tamaño de lotes, altos niveles de calidad, entre otros, exigen un sistema de manufactura integrado, modular y flexible. Mediante un sistema integrado de manufactura, se logra un flujo más eficiente tanto del producto en su proceso de fabricación como de la información

relacionada con el mismo. La modularidad del sistema facilita la integración y aporta flexibilidad en el mantenimiento de los elementos del sistema.

Los Modelos y Arquitecturas de Referencia descritos en el capítulo anterior “pueden mejorarse, ya que no se han generado completamente las metodologías necesarias, técnicas del modelamiento y herramientas de ejecución adecuadas para las diferentes clases de empresas” (Patankar, 1995). En la fase inicial del proyecto, se visualizó la necesidad de plantear dos esquemas complementarios: uno estático y otro dinámico, necesarios para modelar la empresa bajo un concepto CIM. En el esquema estático, se presenta la visión general de la empresa, contemplando unidades sistémicas denominadas ámbitos funcionales, su estructura y las relaciones que se generan en la integración. Por su parte, el esquema dinámico, representa la integración de los procesos ajustados a la secuencia de producción de la compañía y los flujos de información y materia asociados. Esta dinámica abarca todos los niveles jerárquicos de la empresa, tomando como eje central la producción.

De esta manera, lo que se busca, mediante este trabajo de grado no es generar un nuevo Modelo, sino llevar a cabo el diseño de un esquema de modelo CIM para la empresa Friesland Colombia S.A., mediante una metodología que acople las utilidades del modelo SIEMENS con las potencialidades de otras metodologías, principalmente CIMOSA.

2.2 MODELO DE REFERENCIA ESTÁTICO

2.2.1 Selección del Modelo de Referencia para el Esquema Estático. Se ha seleccionado el Modelo de Referencia **SIEMENS**, por dos factores:

- ✓ El modelo Siemens es amplio en cuanto a la concepción de todas las posibles estructuras funcionales que pueda tener una organización, independiente de su tamaño, capacidad o tipo de producto.
- ✓ Incluye las relaciones de la organización con su entorno y, esto es vital por las características de la empresa que se ha seleccionado, para la aplicación como caso de estudio de este proyecto, máxime cuando el proceso productivo de leche y las características del producto de consumo humano requieren una especial atención a las necesidades, gustos y expectativas de los clientes. Además, la regulación a los proveedores de leche y demás materias primas e insumos son de fundamental importancia.

2.2.2 Definiciones Básicas relacionadas con el Modelo seleccionado.

- ✓ **Ámbito Funcional.** Es un agrupamiento de entidades funcionales alrededor de alguno de los objetivos de la empresa. Ejemplos: CAM, CONTROL DE LA FABRICACIÓN, PRODUCCIÓN, CAQ, PE.
- ✓ **Función.** Son objetivos o cometidos específicos alrededor de los cuales se definen los ámbitos funcionales. Pueden ser entendidos, también, como las estructuras funcionales que integran un ámbito. Ejemplo: Administración de Pedidos del ámbito funcional VENTAS.

- ✓ **Relación.** Es el trato que se genera entre dos ámbitos funcionales en el desempeño de sus funciones. Es un sinónimo de interfaz. Ejemplo: la relación entre CLIENTES y VENTAS, entre CAP y PRODUCCIÓN.

- ✓ **Tipos De Comunicación.** Puede ser bidireccional, implicando retroalimentación de datos a la función o estructura funcional, o puede ser unidireccional.

- ✓ **Contenido De Datos.** Es el detalle del tipo de información que fluye entre los ámbitos funcionales. Ejemplo: orden de trabajo, consulta de existencias, etc.

2.2.3 Herramientas Gráficas (Codificación). Para las representaciones del grupo de información (funciones e interfaces) y almacenamientos de datos se utilizan bloques para representar funciones específicas con color correspondiente al ámbito al que pertenece, y los siguientes símbolos:



Ámbito interno, con línea continua (Ej. CAM)



Ámbito externo, con línea punteada (Ej. CLIENTE)



Ámbito funcional considerado, con borde resaltado y fondo blanco. (Ej. MANTENIMIENTO)



Ámbito que se encuentra en comunicación con el ámbito considerado, relleno con su propio color. (Ej. PPC)



Flujo unidireccional de información con indicación de sentido.



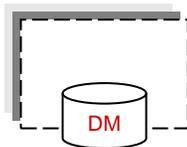
Flujo bidireccional de información.



Acceso de datos: lectura y/o escritura.



Conservación descentralizada de datos (solo dentro del ámbito funcional considerado).



Base de datos central (para datos maestros y otros datos utilizados por varias secciones).

2.2.4 Rutina de Modelamiento para el Esquema Estático. El esquema estático se usa como un medio para representar individualmente cada dominio como un sistema compuesto por funciones, entradas, salidas y el contenido y los flujos de información entre dominios. La rutina de modelamiento se basa en:

- La identificación de las funciones de cada dominio que constituye la empresa.
- La formulación de las funciones que deberían existir como respuesta al Modelo CIM y sus ámbitos funcionales (dominios), aunque, hoy, no existan en la empresa caso de estudio.
- La identificación y predicción de la información que se genera como respuesta a cada función con relación al ejercicio de la naturaleza del dominio al que pertenece.
- La identificación y predicción del flujo de dicha información, incluyendo los dominios de origen y destino.
- La identificación y predicción de interfaces con los proveedores, transportadores y clientes, y las funciones para relacionarse con esos dominios externos.
- La representación en Esquemas Individuales por dominios de lo anteriormente descrito.

2.3 MODELO DE REFERENCIA DINÁMICO

2.3.1 Selección de las bases para el desarrollo del Modelo Dinámico.

Además de la definición de interfaces del esquema estático con la que se delimitan funciones de los sistemas y subsistemas de tratamiento de datos, se necesita una descripción unitaria de las funciones: generación, tratamiento, distribución, representación y gestión. Con los conceptos establecidos para el esquema estático y con el piso teórico de CIMOSA, se desarrolló una metodología de Modelado basado en Procesos y de carácter gráfico.

Con la construcción de un esquema dinámico, se pretende crear una herramienta para visualizar y manejar procesos bajo una representación sistémica que los enlace y denote su interacción. El grado de integración depende, entonces, de la capacidad del modelo para representar la interdependencia entre los sistemas correspondientes a los niveles de la empresa y sus funciones, por lo cual, el esquema dinámico desarrollado en este proyecto, mediante una representación sencilla, proyecta ser el marco donde se articulan los procesos.

Es importante tener en cuenta que algunos de estos procesos pueden representarse bajo modelos matemáticos tradicionales, utilizados para el control de procesos productivos. Sin embargo existen procesos, como los administrativos, que no son modelados con alto grado de exactitud bajo esta visión matemática, debido a la cantidad y diversidad de variables, perturbaciones y condiciones que deben contemplarse. La aclaración pretende que desde ahora se vea la necesidad de modelar cada proceso con la capacidad de integrarse al proyecto macro: una empresa totalmente automatizada.

El éxito del esquema depende del cumplimiento de ciertas reglas:

1. Control de los detalles comunicados entre dominios.
2. Limitación de los dominios y contextos.
3. Etiquetas únicas para evitar duplicidad.
4. Reglas de sintaxis para los gráficos (bloques y flechas).
5. Tipo de información transmitida (codificación, color de la flecha, sintaxis gráfica).
6. Contenido de datos.
7. Funciones de control.

2.3.2 Definiciones básicas relacionadas con el Modelo desarrollado. Se ha usado algunos conceptos del marco teórico de CIMOSA para formular las siguientes definiciones básicas a ser usadas en el Esquema de Integración.

- ✓ **Dominio.** Es un **área funcional** que logra alguno de los objetivos de la empresa. Está compuesto por un conjunto de procesos que interactúan entre sí mediante eventos y objetos. Un dominio no debe ser confundido con un departamento organizacional y debe ser visto como un sinónimo de ámbito funcional (concepto usado en el desarrollo estático). Ejemplo: CAM, CAD, CAQ, CAP, PE, CI, COMPRAS, VENTAS, etc.
- ✓ **Proceso.** Secuencia completa de actividades disparada por algún(os) evento(s) y que produce un resultado final completamente definido. El conjunto ordenado de actividades puede ser serial, paralelo o ambos. Un proceso está completamente contenido en un Dominio. Todo proceso es activado por al menos un evento. Por su carácter secuencial no se debe hablar de procesos en el análisis estático. Ejemplo: Pasteurización, pruebas de laboratorio, diseño de procesos, selección de proveedores, etc.

- ✓ **Actividad.** En un proceso, la actividad es una etapa de procesamiento que transforma y requiere recursos para su ejecución. Una actividad puede definirse como una etapa del proceso cuya salida (**S**) es una función transformacional (**t**) de su entrada (**E**):

$$\mathbf{S} = \mathbf{t}(\mathbf{E})$$

Esta definición incluye las actividades que implican transformación de materia (operaciones) y las que procesan información. Ejemplo: Calibrar un equipo, comparar resultado de pruebas con especificación, activar transporte, inicio o fin de un proceso, etc. A su vez, una actividad está compuesta por operaciones las cuales son pasos detallados para la correcta realización de una actividad y están a cargo de una entidad funcional específica; es importante aclarar que en la cobertura de este proyecto no está contemplado entrar al nivel de detalle del modelamiento interno de las actividades. A partir de este punto se debe diferenciar el concepto función usado en la parte estática, del concepto función transformacional (**t**) observado en la última definición.

- ✓ **Función.** Son los objetivos o cometidos específicos alrededor de los cuales se definen los ámbitos funcionales o dominios. Pueden ser entendidos, también, como las estructuras funcionales que integran un dominio. Ejemplo: Desarrollo, proyecto y diseño del dominio CAD.
- ✓ **Evento.** Acontecimiento o suceso que dispara un proceso. Ejemplo: una orden de trabajo. Dicha orden puede ser tangible como un documento escrito o intangible como una orden verbal.
- ✓ **Respuesta.** De todos los resultados obtenidos de un proceso después de su activación y ejecución, alguno de ellos realimenta al proceso que lo disparó, con una indicación de realización. La respuesta será dicha señal

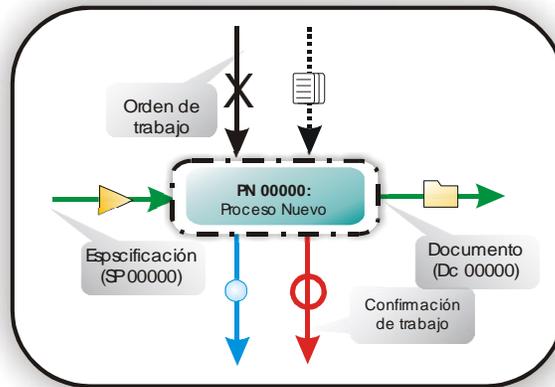
de seguimiento, control o retroalimentación. Ejemplo: Anuncio de Transporte, Progreso de la orden de trabajo.

2.3.3 Herramientas Gráficas (Codificación). Con el fin de facilitar la interpretación de los gráficos se realizó una codificación mixta. Por codificación mixta se entiende la asignación de un código alfanumérico a cada proceso y un color de relleno correspondiente al dominio al cual pertenece. Esto facilitará la identificación del dominio que interviene en el momento determinado en que se analiza un proceso.

Figura 4. CÓDIGO DE COLORES DE LOS DOMINIOS

CI
PE
CAD
CAP
CAQ
PPC
VENTAS
PROVEEDORES
COMPRAS
CLIENTES
CAM
TRANSPORTE
BANCO DE PRUEBAS
ENTRADA DE MATERIA PRIMA, MERCACIAS E INSUMOS
ALMACÉN
PRODUCCIÓN
CONTROL DE FABRICACIÓN
EMBLAJE
EXPEDICIÓN
MANTENIMIENTO

Figura 5. PROCESO

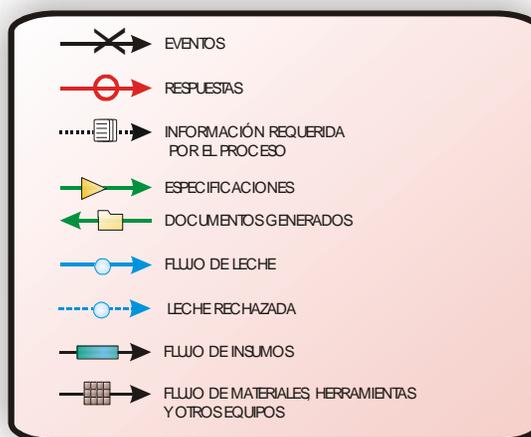


La figura 5, muestra una estructura funcional simple. Este concepto fue modificado durante la realización de este trabajo, mediante la introducción de un código de colores para especificar y clasificar el tipo de señales y/o recursos de un proceso. Un proceso se caracteriza por el doble recuadro, en donde: el color del cuadro interno ayuda a identificar el dominio contemplado y contiene una etiqueta con: el código del proceso (compuesto por tres letras del dominio y los números que especifican el proceso) y el nombre del proceso. La línea exterior indicará el nivel que ocupa dentro de la pirámide de jerarquía de una empresa de producción, de la siguiente forma:

Figura 6. SIMBOLOGÍA PARA LOS NIVELES JERÁRQUICOS DE LA EMPRESA PRODUCTIVA

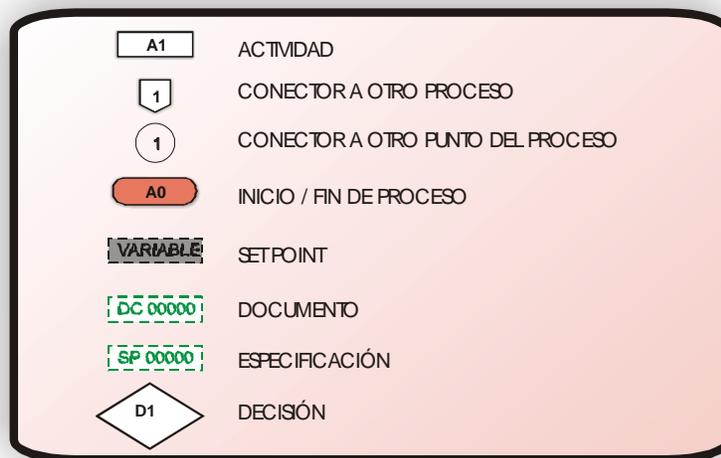


Figura 7. CODIFICACIÓN DE SEÑALES DEL ESQUEMA



Los recursos de entrada y salida (resultados y respuesta), están representados por las flechas con su respectiva codificación gráfica. Como se aprecia en la figura 7, una señal de control, que es un evento que dispara la actividad, está representada por una flecha negra con una “X”. Toda actividad genera uno o varios resultados, propios de su naturaleza, que en general pueden clasificarse en informacionales tangibles, como los documentos físicos y/o digitales (documentos: flecha verde con símbolo de documento, especificaciones: flecha verde con triángulo), informacionales no tangibles (flecha negra punteada con símbolo de información) y físicos (leche: flecha azul con gota, insumos: flecha negra con cuadro azul, materiales y otros: flecha negra con cuadros cafés). Además la respuesta o señal de retroalimentación es representada por una flecha roja con una ‘O’.

Figura 8. CODIFICACIÓN DE BLOQUES



Las actividades son representadas por rectángulos de línea continua, de fondo blanco, con una etiqueta compuesta por la letra 'A' y el número correspondiente a la secuencia de actividad dentro del proceso. La etiqueta 'A0', ha sido reservada para identificar la actividad inicio o fin de proceso, la diferencia es que los bordes son redondeados y el fondo de este bloque es de color naranja. Para realizar conexiones dentro del mismo proceso se usa un círculo y a otros procesos se utilizan pentágonos con un número que indica el destino o fuente de la conexión. Los *Set Points* identificados se muestran en rectángulos de línea negra punteada con fondo gris y una etiqueta que muestra la variable o el valor de ella, en los casos que se identificaron. Las especificaciones y documentos son cuadros de línea punteada verde, con la etiqueta que los define. Usando la convención de los diagramas de flujo, las decisiones son representadas por un rombo con una etiqueta con la letra 'D' y el número que identifica la decisión en la secuencia del proceso.

2.3.4 Rutina de modelamiento del Esquema de Modelo Dinámico. Es un método diseñado para modelar procesos, actividades, acciones y decisiones de un sistema de empresa integrada. La rutina de modelamiento se basa en:

- La identificación de los procesos de la empresa. En este punto se debe aclarar que se hace una distinción de los procesos del proceso productivo básico (Ej. “Pruebas a Leche Cruda” del dominio BANCO DE PRUEBAS, “Recepción o Rechazo de Leche” del dominio PRODUCCIÓN) de los procesos administrativos (Ej. “Correctivos a Proveedores” del dominio COMPRAS, “Administración de las órdenes de Trabajo” del dominio CONTROL DE LA FABRICACIÓN).
- La formulación de los procesos mínimos que deberían existir como respuesta al Modelo CIM y sus ámbitos funcionales. Esto se debe a la visión de futuro o estado deseado: la implementación integrada de todos los ámbitos o dominios, aunque hoy no existan en la empresa caso de estudio (Ej. PPC, CAQ)
- La estructuración de las señales que activan y desactivan los procesos con relación a la secuencia, incluyendo el dominio de donde provienen y el dominio hacia donde fluyen los resultados.
- La inclusión de los procesos de los proveedores, transportadores y clientes como parte de dominios externos y en respuesta a la integración horizontal.
- La Identificación de los recursos necesarios por el proceso, los set points, y las salidas adicionales.
- La creación del Esquema Secuencial de procesos, que involucre lo identificado, con relación a la secuencia de Producción de la Empresa.
- La formulación de una propuesta de la representación de actividades que componen un proceso, y una metodología de modelamiento, en este caso: diagramas de flujo.

3. EMPRESA CASO DE ESTUDIO: FRIESLAND COLOMBIA S. A.

La propuesta de realizar un modelo basado en el concepto CIM fue presentado a la compañía Friesland Colombia S.A., empresa filial de la multinacional Royal Friesland Food, dedicada a la producción y comercialización de productos lácteos y sus derivados, bajo la marca Puracé.

“**FRIESLAND COLOMBIA S. A.** inicia el nuevo milenio con la aspiración de convertirse en una de las mayores empresas colombianas del sector de productos lácteos y atender tanto el mercado nacional como los de otros países de la región.” Con ocasión de la reciente Certificación ISO 9001 otorgada a dicha empresa por ICONTEC y como resultado de la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, la propuesta fue recibida y aceptada a fin de conocer otra perspectiva sobre proyectos que les permitieran dar pasos acertados en su carrera de modernización.

Cuando se inicia un proceso de Integración Empresarial, se debe tener en cuenta que la empresa debe ser analizada como un todo; es por esto, que se requiere conocer la evolución histórica, la visión general de la empresa, su organización, el proceso productivo, las estructuras y el eje común de la empresa. Este fue el objetivo inicial de la investigación.

En la fase inicial de este proyecto, se realizaron visitas a la empresa de las cuales se obtuvo: orientación acerca de la organización, asignación de colaboradores

(asesores) y una agenda de trabajo a fin de incidir lo menos posible en el normal funcionamiento.

Posteriormente, se realizó una visita a la planta para conocer el proceso productivo básico. En el trabajo con los asesores se recibió información de las estructuras, funciones, proyectos, organización, de la cual se obtuvo información importante para el desarrollo del proyecto. Como último paso, se realizaron entrevistas con funcionarios de varios departamentos resaltando la información sobre las expectativas acerca de un modelamiento basado en la integración empresarial.

Finalmente, toda la información recolectada fue depurada y analizada con el fin de obtener los recursos y elementos necesarios para la fase de modelamiento de la empresa caso de estudio. Los resultados obtenidos se presentan en el presente capítulo.

3.1. PROCESO PRODUCTIVO BÁSICO

La marcada tendencia a la integración horizontal comprendida entre proveedores y clientes es una de las principales características de la empresa. Friesland Colombia S.A. realiza labores de acompañamiento, capacitación y control de calidad en las fincas y durante la totalidad del proceso productivo por cuanto los procesos de producción de leche pasteurizada (HTST: High Temperature Short Time) y larga vida (UHT: Ultra High Temperature) exigen una cadena de frío que garantice la conservación del producto. Friesland tiene dos grandes líneas de producción:

- Línea de leche pasteurizada (HTST) con capacidad de 30.000 litros por hora.
- Línea de leche ultrapasteurizada larga vida (UHT) y productos formulados (bebida láctea, arequipe, etc.). con capacidad de 5600 litros por hora.

Con variedad de presentaciones, según los diferentes volúmenes en que la leche es empacada, la empresa produce básicamente leche pasteurizada en bolsa, leche larga vida en bolsa, en caja tetrabrick y en funda tetrafino. Además, se produce: arequipe, crema de leche, mantequilla y queso, leches saborizadas, bebida láctea y jugo pasteurizado Mambo. Los tres últimos en la línea de UHT.

Para el caso del arequipe, queso, mantequilla y crema de leche, se cuentan con equipos independientes a las dos líneas mencionadas. Anteriormente, Friesland, contaba con los equipos necesarios para pasteurizar en una línea de 10.000 litros por hora. Algunos equipos de esta línea se conservan para realizar la adecuación de las materias primas. Las características de procesamiento de los diferentes productos requieren líneas de producción cerradas, en donde ingresan leche cruda e insumos y se transforma en productos empacados listos para embalar.

El proceso productivo puede clasificarse como un proceso batch, ya que se producen cantidades finitas de producto (batches), sometiendo la leche cruda a un conjunto ordenado de actividades sobre un periodo finito de tiempo, usando una serie de equipos. La capacidad productiva de Friesland (tecnología, recursos humanos, etc.) y el amplio mercado de la marca Puracé, requieren el manejo de grandes volúmenes de leche, siendo la capacidad de almacenamiento de materia prima (450.000 litros), y la cantidad de proveedores y acopios de leche, sus grandes fortalezas.

El Sistema de Gestión de Calidad, actualmente, cuenta con una serie de documentos que recogen las instrucciones y especificaciones necesarias para la correcta ejecución de la mayoría de procesos y actividades que componen el proceso productivo. Estos documentos manejan la siguiente codificación, dos letras y 5 dígitos:

- WI 00000** Instrucciones de Trabajo.
- SP 00000** Especificaciones.
- DC 00000** Documentos. Formatos soporte de los procesos.

El código numérico se divide en dos partes: los dos primeros dígitos indican el proceso macro; por ejemplo: 07 corresponde a pasteurización, 23 corresponde a Laboratorio de Calidad, etc. Los últimos tres dígitos, indican la actividad específica dentro del proceso macro. Por ejemplo, WI 08003, es una instrucción de trabajo que corresponde a la actividad de Lavado del Ultrapasteurizador (003) del proceso UHT (08).

Para este proyecto se considerará el proceso de producción de leche pasteurizada como el proceso productivo básico. A continuación se explica el proceso productivo básico de la compañía.

3.1.1 Adquisición de Materias Primas. El proceso de producción de leche pasteurizada y ultra pasteurizada, posee ciertas particularidades. Una de las cuales es la directa relación y marcada labor de acompañamiento que se realiza a los proveedores. Esto también significa que la empresa realiza estrictos controles de calidad con el fin de garantizar el cumplimiento de los estándares que le

valieron la acreditación. La materia prima (leche), que se suministra a la empresa, se clasifica de la siguiente manera:

- Leche fresca: suministrada por proveedores ubicados en sectores cercanos a la empresa.
- Leche fría: suministrada por proveedores apartados de la ubicación de la fábrica (Ej. Centro de acopio en Guachucal, Nariño). Se requiere un manejo y gestión importante de transporte refrigerado, y control de los tiempos de almacenamiento.

A. Recolección y Recepción. La leche fresca, se recoge directamente en las fincas del sector por transportadores de la planta o afiliados a esta. En las fincas, la leche debe estar a una temperatura de 4 °C para que el producto llegue a la planta a una temperatura máxima de 8 °C. Esta temperatura es comprobada por el transportador y el encargado de la finca.

Luego de tomar muestras, que se entregarán al Laboratorio de Calidad a la llegada a la planta, se diligenciará y entregará un recibo al encargado de la finca donde consta el volumen de leche. Después de repetir este procedimiento en todas las fincas de la ruta, los carrotanques transportadores llegan a la planta, y se ubicarán en una zona de descargue, la cual tiene rampas inclinadas que garantizan mantener el punto de descarga a un nivel más bajo, lo que facilita el evacuado de la leche y evita que queden grandes cantidades de materia prima al interior del carrotanque.

Antes de descargar la leche, la parte externa del carro tanque debe lavarse utilizando mangueras de boquilla de cierre automático con agua a presión, para eliminar las partículas de polvo que pudieran estar adheridas al vehículo. Luego, la

leche es evacuada por gravedad a través de mangueras sanitarias que la llevan directamente al área de recibo.

B. Lavado de Carro Tanques. Una vez que ha concluido la descarga de la leche, se lava el interior de los carrotanques. Esta fase tiene 4 etapas:

- Enjuague con agua fría a presión usando una manguera que dispone de un dispositivo de pistola, para facilitar la salida del agua a presión.
- Lavado manual con detergente y cepillo, para lo cual el operador se debe estar en el interior del carrotanque.
- Enjuague con agua caliente a presión.
- Desinfección con vapor de agua para garantizar una limpieza óptima.

El agua utilizada para el lavado del carro tanque debe drenarse y ser evacuada hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales PTAR, posteriormente al alcantarillado y luego al río aledaño a la planta.

C. Control de Calidad de leche cruda. Se realiza en el laboratorio de Control de Calidad. Consiste en la realización de una serie de pruebas para determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima. Luego de realizar las pruebas, el laboratorio entrega un informe con los resultados al encargado del Área de Recibo.

D. Recepción leche cruda. La recepción de la leche se realiza en la tina pasera o tolva de recibo que es un recipiente con filtro de mallas para retener sólidos de tamaño considerable. El encargado del Área de Recibo, autoriza o no la entrada de leche cruda a la línea de proceso.

3.1.2 Adecuación y Almacenamiento de Materias Primas.

A. Filtrado. Para evitar el ingreso de partículas contaminantes al proceso se realiza la filtración de la leche en un filtro de placas.

B. Clarificación y Descremado. La leche pasa por la centrífuga 1 para la clarificación⁶. En este proceso se obtiene leche con un contenido de grasa bajo (según la calibración del equipo), crema de leche como otro producto y sedimentos, impurezas o suciedad que son desechados.

C. Medición de Flujo. Luego se realiza la medición del caudal de ingreso a la planta, con un medidor de flujo.

D. Termización. El objetivo es llevar la leche cruda a una temperatura de inhibición bacteriana (4 °C) para evitar deterioro en la leche mientras se procesa o durante el almacenamiento. Se realiza en el intercambiador de placas que utiliza

⁶ Se usan máquinas centrífugas para separar la crema de la leche desnatada. La centrífuga consiste de unos discos apilados juntos en ángulo de 45 a 60 grados y separados unos 0.4 a 2.0 mm (canales de separación). Se alimenta la leche al borde exterior de la pila de discos, que han sido distribuidos verticalmente alineados de tal forma que se permita la entrada de la leche. Bajo la influencia de fuerza centrífuga los glóbulos grasos (crema), que son menos densos que la leche desnatada, ira al centro o eje de rotación a través de los cauces de separación. La leche desnatada se moverá hacia la parte más externa del juego de discos.

un sistema de enfriamiento con agua fría re-circulada proveniente de un banco de hielo.

E. Almacenamiento. Una vez enfriada la leche cruda en el intercambiador de placas, la leche es impulsada con motobomba por tuberías de acero inoxidable a los tanques de almacenamiento, donde se la mantiene a la temperatura de 4 °C. Al almacenamiento se realiza en tanques y silos de acero inoxidable con capacidad acorde al volumen de producción.

La leche almacenada en los tanques de enfriamiento es evacuada gradualmente, a medida que avanza en la línea de producción. Cada vez que es evacuada la totalidad de la leche, se debe proceder a la limpieza de los tanques. Para el lavado de cada uno de los tanques se procede de la siguiente manera:

- Se realiza un enjuague previo con agua fría.
- Se prepara una solución de limpieza que contiene agua y detergente con base en amonio cuaternario. Esta se deposita al interior de cada tanque.
- La superficie del tanque se friega con cepillo.
- Se enjuaga el tanque con agua fría, hasta sacar todos los residuos del detergente.

F. Estandarización. El objetivo es garantizar los porcentajes de grasa y sólidos totales, y demás características acordes a las especificaciones del producto. En la estandarización, intervienen dos áreas de la empresa, el laboratorio de calidad y producción. Según los resultados de laboratorio y las especificaciones del producto a procesar, el flujo de leche descremada y un porcentaje específico de crema deben ser recombinados. De igual manera si el

porcentaje de sólidos totales son bajos se adiciona lactosa y microingredientes, y si es alto se adiciona agua.

Este proceso se realiza en el Equipo de Rehidratación y Estandarización, pues ahí también se re-hidrata la leche en polvo. Está compuesto por un tanque, una tolva, un mezclador triblender y un juego de válvulas. En este equipo se realiza la formulación de la leche de acuerdo con el producto: Puracé entera, Puracé semidescremada, leche entera UHT, leche UHT semidescremada, bebida láctea, leche saborizada, etc. Luego de la adecuación, almacenamiento y estandarización de la materia prima, la leche es impulsada con motobombas por tuberías de acero inoxidable hacia los equipos de las líneas de Pasteurización o Ultrapasteurización.

3.1.3 Pasteurización de Leche.

A. Recepción en Tanque de Balance. La leche cruda fría a 4° C se deposita en el tanque de balance, llamado así por su función de nunca dejar llegar el volumen a un nivel mínimo, para evitar la interrupción del proceso. A partir de este punto la leche entra a la línea de 30.000 Lt/h o línea de pasterización.

B. Regeneración. Llamada también precalentamiento, el objetivo de esta etapa es acondicionar el fluido en proceso antes de la etapa de calentamiento. El fluido alcanza una temperatura entre 25 y 35 °C. Consiste en transmitir calor desde la leche ya pasteurizada, que fluye en dirección contraria al fluido que

recién entra al proceso, por la otra pared de las placas de acero inoxidable, del pasteurizador⁷ de la línea de 30.000 Lt/h.

C. Descremado. La leche sale del pasteurizador hacia la centrífuga 2 donde es separado el exceso de crema de leche, si la hubiera, de la leche.

D. Homogenización. La leche sale de la centrífuga y es llevada al homogeneizador que funciona con un sistema de pistones operados con un motor eléctrico, que aplican altas presiones al fluido ocasionando la destrucción de las moléculas de grasa.

E. Calentamiento ó Pasteurización. La leche vuelve al pasteurizador para someterla al tratamiento térmico, que es realizado en otra sección del intercambiador de placas. El elemento de calentamiento puede ser vapor saturado o agua caliente.

Se considera leche pasteurizada la que ha sido sometida a 72° C por no menos de 16 segundos (*HTST: High Temperature Short Time*).

F. Retención. A la temperatura de pasteurización, la leche caliente atraviesa el tubo de sostenimiento o serpentín donde permanece por no menos de 16 segundos. La velocidad máxima es controlada por la velocidad de la bomba, diámetro y longitud del tubo de sostenimiento, y superficie de fricción. Para asegurar que la leche llegue a la temperatura requerida, existe un control al final del serpentín donde luego de ser censada la temperatura, la válvula de reversión

⁷ Equipo que consiste en un grupo de placas de acero inoxidable con ondulaciones, sujetadas a un marco. Hay muchos modelos en los que diferentes fluidos pueden utilizarse para aplicar temperatura al fluido a pasteurizar. Se usan empaquetaduras para definir los límites de los cauces para prevenir filtraciones y por ende contaminaciones.

de flujo es la encargada de direccionar el fluido en proceso a la segunda etapa del pasteurizador o retornarla al tanque de balance.

G. Enfriamiento. De inmediato la leche caliente pasa a la tercera etapa del pasteurizador, para aplicar un choque térmico bajando la temperatura del fluido en proceso a 2 °C, mediante el intercambio de calor entre el fluido en proceso caliente y agua fría a temperatura de 1 °C proveniente de un banco de frío.

H. Recepción en Tanque de Producto Terminado. El Tanque de leche pasteurizada en acero inoxidable, es el lugar final de depósito de la leche procesada. Se caracteriza por ser un tanque cerrado para evitar el contacto con el medio mientras se envasa y poder garantizar la conservación del producto.

3.1.4 Empacado, Embalaje, Almacenamiento y Distribución

A. Empacado. El empacado debe realizarse en la línea lo antes posible para garantizar la calidad del producto. Se realiza en tres empacadoras EA 9000, maquina aséptica para empaque de leche pasteurizada semiautomática, que: arman el empaque, envasan el producto, sellan la bolsa y le marcan la fecha de vencimiento y el lote.

B. Pruebas a Producto Terminado. Algunas muestras del producto terminado (muestreo) son llevadas al laboratorio de calidad para la revisión de sus características, previo a la orden de expedición.

C. Embalaje y Almacenamiento en Cuarto Frío Isotérmico. El producto envasado se embala en canastas plásticas y es conducido al cuarto frío desde donde se despacha en camionetas que llevan el producto al mercado, si es para consumo local o se embalan y se transportan refrigeradamente en tractomula a Cali. Esta etapa se considera un buffer de Producto terminado.

D. Distribución.

Es vital para la leche pasteurizada, debido a que se requiere sostener la temperatura y distribuir en el menor tiempo posible (antes de que pierda sus características).

3.1.5 Ultrapasteurización Proceso (UHT). El tratamiento de temperatura ultra alta o de UHT por su traducción en inglés *Ultra High Temperature*, es una técnica de conservación de los productos alimenticios líquidos que consiste en someterlos a una exposición calorífica breve, pero intensa. Este tratamiento destruye los microorganismos existentes en el producto. La leche procesada de esta manera usando temperaturas que sobrepasan los 135 °C, permiten una disminución en el tiempo de sostenimiento necesario (de 2 a 5 segundos). Luego de la adecuación y estandarización de materias primas la leche es impulsada con motobomba por tuberías de acero inoxidable hacia los equipos de UHT. En la línea de UHT, se observaron equipos mas recientes dotados de instrumentación y de equipo de control en algunas etapas.

A. Recepción en Tanque de Balance. La leche cruda se deposita en el tanque de balance de la línea de UHT, de allí es impulsada a la sección de regeneración del pasteurizador.

B. Regeneración. Llamada también precalentamiento, el objetivo de esta etapa es acondicionar el fluido en proceso antes de la etapa de calentamiento. El fluido alcanza una temperatura de aproximadamente 50 °C que la obtiene de la leche caliente, que fluye desde la otra sección del equipo de ultrapasterización (Steriherm).

C. Homogenización. La leche es llevada al homogeneizador 3 para aplicar altas presiones al fluido ocasionando y desintegrar las moléculas grandes de grasa.

D. Ultrapasteurización. Se considera leche ultrapasteurizada la que ha sido sometida a 140° C por no menos de 2 segundos (*UHT: Ultra High Temperature*). El tratamiento térmico es realizado en el Steriherm en la sección de cabezas de inyección de vapor. El elemento de calentamiento es vapor saturado proveniente de la caldera.

E. Retención. A la temperatura de pasteurización y bajo presión, la leche caliente atraviesa el tubo de sostenimiento o serpentín donde permanece por aproximadamente 2 segundos.

F. Enfriamiento. Se realiza un choque térmico bajando la temperatura del fluido en proceso a 2 °C, mediante el intercambio de calor entre el fluido en proceso caliente y agua fría a temperatura de 1 °C proveniente del banco de frío.

G. Recepción en Tanque de Producto Terminado. Una vez el producto es sometido al tratamiento UHT, debe permanecer en condiciones asépticas para evitar su contaminación. Cualquier almacenamiento intermedio entre el tratamiento y el envasado debe tener lugar bajo condiciones asépticas. Después de ser Ultrapasteurizada, la leche se deposita en el Steritrank, tanque aséptico y refrigerado, de donde se enviará a las empacadoras.

H. Empacado.

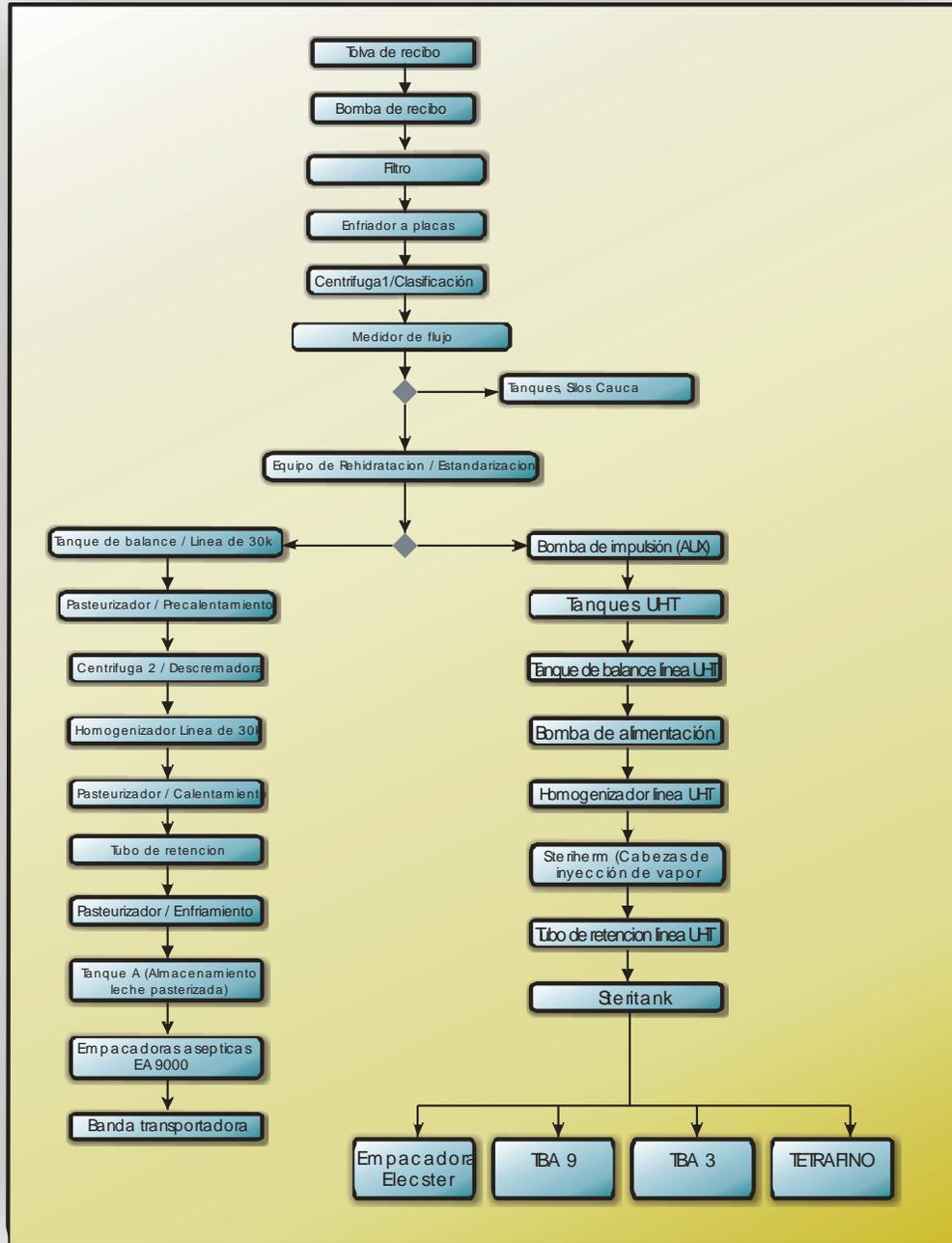
Se envasa el producto en recipientes previamente esterilizados, que, una vez llenados y cerrados, garantizan unas condiciones asépticas de conservación.

La operación de empacado de leche UHT debe ser continua, y se realiza en 4 máquinas, según la presentación deseada. En la ELECSTER se empaca leche larga vida en bolsa. En las máquinas: TBA 9 y TBA 3 se empaca leche larga vida en caja TetraBrik y en la máquina Tetra Fino se empaca en funda Tetra Fino.

I. Embalaje y Almacenamiento. El producto envasado se enbandeja en una base de cartón con un recubrimiento plástico con material termoencogible. Esto se realiza en un equipo llamado enbandejadora. Luego se disponen arrumes en estibas para ser transportados a la bodega de productos terminados.

J. Distribución. Es vital en cuanto leche pasteurizada, debido a que se requiere sostener la temperatura y distribuir en el menor tiempo posible (antes de que pierda sus características).

Figura 9. EQUIPOS RELACIONADOS CON LOS PROCESOS PRODUCTIVOS IDENTIFICADOS



4. CONSTRUCCIÓN DE ESQUEMAS AUXILIARES

Modelamiento es el proceso de crear una abstracción del sistema del mundo real que refleje las propiedades tan detalladamente como se desee (Kochikar y Narendran, 1994). Los modelos filtran los detalles irrelevantes y representan solo información esencial para la tarea. El enfoque tradicional del modelamiento comienza con la identificación del propósito del modelo, entonces el modelador identifica todos los elementos y características pertinentes para el propósito, construye y valida una estructura resumida con suficiente alcance y complejidad para que pueda ayudar a la integración de los componentes del sistema y su interacción bajo suposiciones apropiadas.

4.1 IDENTIFICACION DE VARIABLES EN FRIESLAND COLOMBIA S.A.

4.1.1 Compra y Recepción de Leche

Variables:

- **CÓDIGO:** correspondiente a cada finca.
- **VOLUMEN:** de materia prima.
- **CALIDAD:** de la leche entregada.
- **PORCENTAJE DE GRASA**
- **PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES**
- **TEMPERATURA**
- **PH:** acidez de la leche

Instrucciones:

WI 06001 Manejo de volúmenes de leche cruda.

WI 06002 Liquidación de bonificaciones por Calidad de la leche

4.1.2 Lavado de Líneas, CIP, Esterilización y Arranque.**Variables:**

- **ESTADO:** de limpieza de la línea de producción. Lavada o no?
- **TEMPERATURA:** de fluidos de lavado.
- **PH:** de fluidos de lavado
- **TIEMPO:** de circulación de fluidos de lavado.

Especificaciones:

SP 07010, SP 07013, SP 08002, SP 05001

4.1.3 Termización**Variables:**

- **ESTADO:** de conexión de la línea de 10000. Conectados los equipos y tanques?.
- **ESTADO:** de limpieza de la línea de 10.000. Limpia o no?.
- **TIEMPO:** de uso del filtro. Mantenimiento de equipo?.
- **VOLUMEN:** de materia prima al filtro.
- **ESTADO:** del clarificador. ON / OFF.
- **PORCENTAJE DE GRASA:** a separar en el clarificador. *SET POINT:* según especificación de producto.
- **ESTADO:** del medidor de flujo. ON / OFF, RESET.
- **ESTADO:** del Intercambiador de placas. ON / OFF.
- **TEMPERATURA:** de termización en el Intercambiador. *SET POINT:* 4 °C.

- **RUTA:** dirección de la leche de acuerdo a tanque de almacenamiento a utilizar.
- **ESTADO:** de la bomba auxiliar. ON / OFF.

4.1.4 Almacenamiento

Variables:

- **ESTADO:** de las válvulas de silos 1, 2 y 3 ABIERTO / CERRADO
- **NIVEL:** de los silos 1,2 y 3.
- **TIEMPO:** de almacenamiento en los silos 1, 2 y 3.
- **ESTADO:** de las válvulas de los tanques 1 y 2 ABIERTO / CERRADO.
- **NIVEL:** de los tanques 1 y 2.
- **TEMPERATURA:** de la materia prima almacenada en silos o tanques. *SET POINT:* entre 2°C y 8°C
- **ACIDEZ Y SABOR:** de la materia prima almacenada.
- **TIEMPO:** de revisión de Temperatura, Acidez y Sabor. *SET POINT:* cada 2h.
- **TEMPERATURA:** de los tanques y silos de almacenamiento.
- **TIEMPO:** de almacenamiento en los tanques 1 y 2.

Especificaciones y Documentos:

SP 07005

DC 23043 Registro de datos periódicos de Temperatura, Acidez y Sabor de la leche en cada uno de los tanques.

4.1.5 Estandarización de Leche

Variables:

- **ESTADO:** de agitadores de tanques y silos. ON / OFF.

- **TIEMPO:** Agitar volumen de tanques y silos antes de tomar muestra. *SET POINT:* 10 a 15 Minutos.
- **MUESTRA:** tomar muestra. CANTIDAD: 1 Litro.
- **PORCENTAJE DE GRASA:** según resultado de la prueba.
- **PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES:** según resultado de la prueba.
- **FORMULA:** de producto, para cada uno se adicionan diferentes ingredientes.

Especificaciones y Documentos:

- DC 23043 Registro de resultados de las muestras
- SP 23004 Especificación para adicionar crema o AWF, lactosa o micro ingredientes según resultado de la muestra.
- SP 08001 Especificaciones para adicionar ingredientes a un producto específico.

4.1.6 Producción de Leche Pasteurizada

Variables:

- **ESTADO:** de limpieza de la línea de 30.000. limpia o no?.
- **ESTADO:** de la línea de 30000. ON / OFF.
- **ESTADO:** de limpieza de la empacadora de la línea de 30.000. limpia o no?.
- **ESTADO:** de la empacadora de la línea de 30000. ON / OFF.
- **ESTADO:** del Pasterizador. ON / OFF.
- **ESTADO:** de la válvula de diversión (perilla en el panel de control del pasteurizador). ON / OFF.
- **NIVEL:** del aceite del homogenizador.
- **CALIDAD:** del aceite del homogenizador.
- **ESTADO:** del Homogenizador ON / OFF

- **CORRIENTE:** del Homogenizador (revoluciones) *SET POINT:* 200 Amperios
- **ESTADO:** de la Bomba de Producto ON / OFF.
- **TIEMPO:** de desagüe por tubo. *SET POINT:* 3 minutos.
- **TIEMPO:** de revisión periódica de temperaturas de pasteurización, revoluciones del homogenizador y nivel del Tanque A. *SET POINT:* cada 10 minutos.
- **NIVEL:** del tanque A (Leche Procesada)
- **TEMPERATURA:** de pasteurización. *SET POINT:* 76 – 79 °C.
- **TEMPERATURA:** de choque térmico. *SET POINT* 2 – 4 °C.
- **VOLUMEN:** de litros almacenados inicialmente, litros pasteurizados y litros finales empacados.
- **HORA:** DE entrada al turno.
- **HORA:** DE inicio y finalización de la producción.
- **CANTIDAD:** numero de unidades producidas por cada referencia
- **CANTIDAD:** numero total de unidades producidas.
- **CANTIDAD:** número total de litros utilizados en la producción

Instrucciones, Especificaciones y Documentos:

- WI 07007 Instrucciones de arranque y lavado inicial de la línea de 30.000.
- WI 07023 Instrucciones de lavado, armado y alistamiento de empacadoras.
- SP 07001 Especificaciones del homogenizador.
- SP 07009 Especificaciones de pasteurización.
- DC 07002 Registro de temperaturas de pasteurización.
- DC 07002 Registro de temperaturas de choque térmico.
- DC 07002 Registro de volúmenes de leche almacenada sin procesar, pasteurizada y finales.
- DC 07003 Registro de datos estadísticos de las horas de entrada a turno, inicio y fin de producción, unidades producidas de cada referencia, unidades totales y litros de leche utilizados en la producción.

4.1.7 Producción de Ultrapasteurizados

Variables:

- **ESTADO:** de esterilidad de la línea UHT. Esterilizada o no?
- **ESTADO:** de la línea y programa de producción UHT ON / OFF.
- **VOLUMEN:** de leche a procesar .Verificar entrada total de producto a la línea.
- **ESTADO:** del homogenizador ON / OFF.
- **PRESION:** del homogenizador.
- **TEMPERATURA:** de operación del Steritherm.
- **PRESION:** de operación del Steritherm.
- **TIEMPO:** de registro periódico de las condiciones de operación del Steritherm. *SET POINT:* 30 minutos.
- **NIVEL:** del steritank.

4.1.8 Empacado y Embalaje de Leche

Variables:

- **ESTADO:** de calibración de la selladora, sellado BIEN O MAL.
- **ESTADO:** de calibración del fechado, fechado BIEN O MAL.
- **ESTADO:** de calibración del fotocentrado, fotocentrado: BIEN O MAL.
- **PESO:** según presentación calibrar inyección o llenado.
- **FILTRACIONES:** en el producto empacado HAY O NO HAY.
- **CANTIDAD:** número de unidades por canasta embaladas.
- **ESTADO:** de la canasta LLENA, VACIA, CON CAPACIDAD.

4.1.9 Almacenaje

Variables:

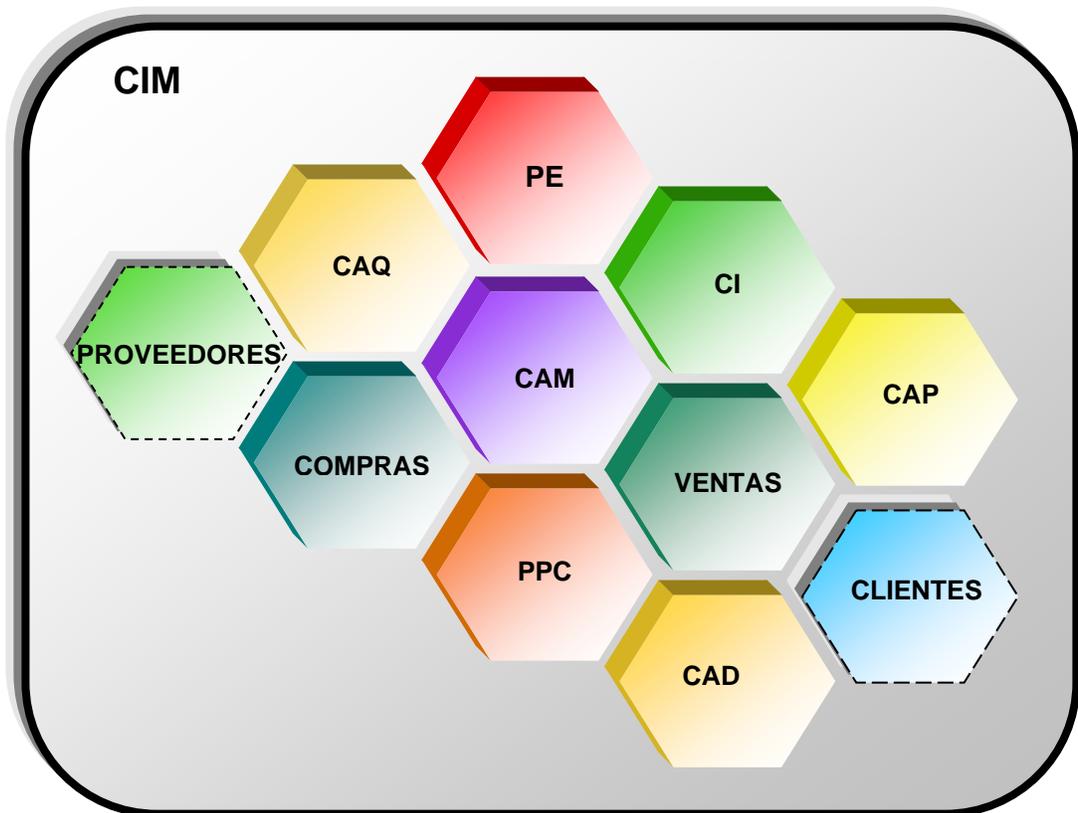
- **TEMPERATURA:** de almacenamiento en cuarto frío.
- **TIEMPO:** de almacenamiento de cada lote en cuarto frío.

- **ESTADO:** LLENO, VACIO, CAPACIDAD del cuarto frío.
- **ESTADO:** LLENO, VACIO, CAPACIDAD de Bodega de Producto Terminado.

4.2 CONCEPTO DE INTEGRACIÓN

Con el fin de no perder el horizonte o cometido del proyecto, se presenta la siguiente figura que muestra los diferentes ámbitos funcionales y su integración. La información gráfica presentada (colores, líneas y ubicación espacial) es válida para todo el desarrollo.

Figura 10. Integración bajo Concepto CIM



Se debe destacar de la figura 10, la relación con proveedores y clientes. Estos dos ámbitos funcionales no pertenecen a la empresa, por lo que tienen línea punteada, pero en un concepto ambicioso de integración horizontal deben ser motivados a adecuar sus procesos. Friesland ha logrado grandes avances en este sentido. En una línea se encuentran los ámbitos: PROVEEDORES,

COMPRAS, CAM (producción), VENTAS y CLIENTES; en rigor al proceso productivo básico, y en relación directa con dichos ámbitos se encuentran los demás: PE, CI, CAQ, CAP, PPC y CAD.

4.3 CONSTRUCCIÓN DE ESQUEMAS ESTATICOS AUXILIARES

En la etapa inicial de recolección de información de la empresa caso de estudio se encontró una estructura organizacional basada en departamentos en donde cada quien cumple las funciones que les han sido encomendadas. Se detectó, además, que personas de uno u otro departamento se desempeñaban dentro de los límites de otros departamentos, cuando sus funciones así lo requerían. Este detalle evidenció la necesidad de identificar, con independencia de los departamentos que intervenían, una serie de ámbitos como agrupamientos de las diferentes entidades (personas, máquinas o equipos) alrededor de un eje de influencia: su funcionalidad.

En segunda instancia se identificó que, como consecuencia de la ejecución de las actividades relacionadas con las funciones particulares, se originaba un intercambio de información entre ámbitos, y que el flujo podía ser unidireccional (desde o hacia otro ámbito) o bidireccional.

Los esquemas estáticos de modelos auxiliares presentan los dominios (o ámbitos funcionales) como cajas negras que permiten generar una perspectiva de la empresa en términos de agrupamientos funcionales e informacionales, en un momento previo a la identificación y tipificación de los procesos.

En esta fase se obtuvieron, siguiendo a Siemens, dos diagramas para cada dominio: el diagrama de interrelación de estructuras funcionales y el diagrama de intercambio de datos. En un siguiente paso se partió de los dos gráficos mencionados para modelar la estructura interna de cada dominio. El resultado es un esquema de modelo estático en el que se distingue el cometido de cada dominio, sin importancia de la secuencia y el movimiento de materia e información, relacionada con los procesos. Los diagramas auxiliares estáticos deben analizarse desde dos perspectivas: el ámbito funcional analizado y sus relaciones con los demás ámbitos.

- **Diagrama de interrelación de estructuras funcionales.** Este tipo de diagrama muestra las principales funciones de cada ámbito funcional o dominio y su relación con los demás ámbitos, mostrando el tipo de comunicación (unidireccional o bidireccional).
- **Tabla de relaciones y contenido de datos.** Tabla que especifica la direccionalidad y el contenido de datos de la interrelación del Dominio analizado con los demás.
- **Diagrama de intercambio de datos.** El diagrama muestra el contenido de datos enviados desde el ámbito analizado y sus respectivos destinos; además, señala nuevamente la dirección en la que se realiza la comunicación.

A continuación se muestran dos diagramas y una tabla que deben interpretarse de la siguiente manera, para cada Ámbito Funcional: El primer diagrama muestra sus

principales funciones y mediante la activación cromática se indican sus relaciones. La tabla muestra, en detalle, el intercambio de datos con los demás Ámbitos Funcionales. Finalmente se resume lo analizado en el Diagrama de Intercambio de Datos con el Ámbito analizado.

4.3.1 Dominio Planificación de la Empresa (PE). La empresa de productos lácteos Friesland Colombia S.A. pertenece a la multinacional Royal Friesland Dairy Foods, y en este sentido las directrices organizacionales son mundiales. La planificación de la empresa en el ámbito nacional es realizada por la Junta Directiva, y su cometido incluye planificación de los objetivos, análisis del entorno, pronósticos de la empresa, planificación estratégica y operativa.

Se puede observar en el diagrama que no existe comunicación directa entre PE y los dominios del ámbito productivo CAM. Los tipos de información de cada uno de ellos son disímiles pues pertenecen a niveles diferentes. El nivel de dirección de la empresa tiene una planeación estratégica con un horizonte de tiempo de años. PE se sirve de los dominios del nivel de dirección de taller como medios de enlace con los dominios de CAM y en ellos se adapta la información. Así se observa que hay comunicación bidireccional con todos excepto con CAP quien realiza entregas de información, únicamente.

Figura 11. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON PE

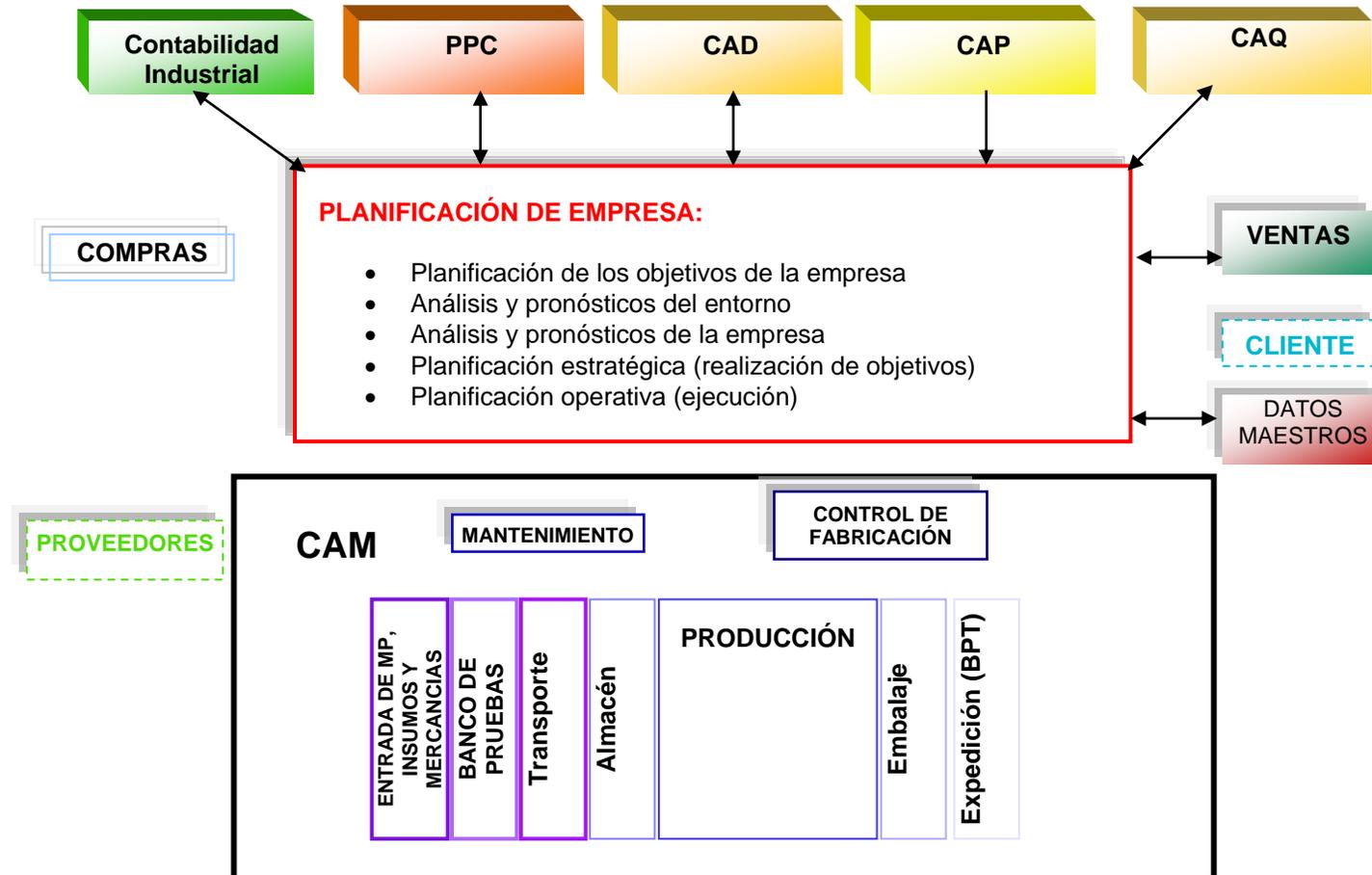
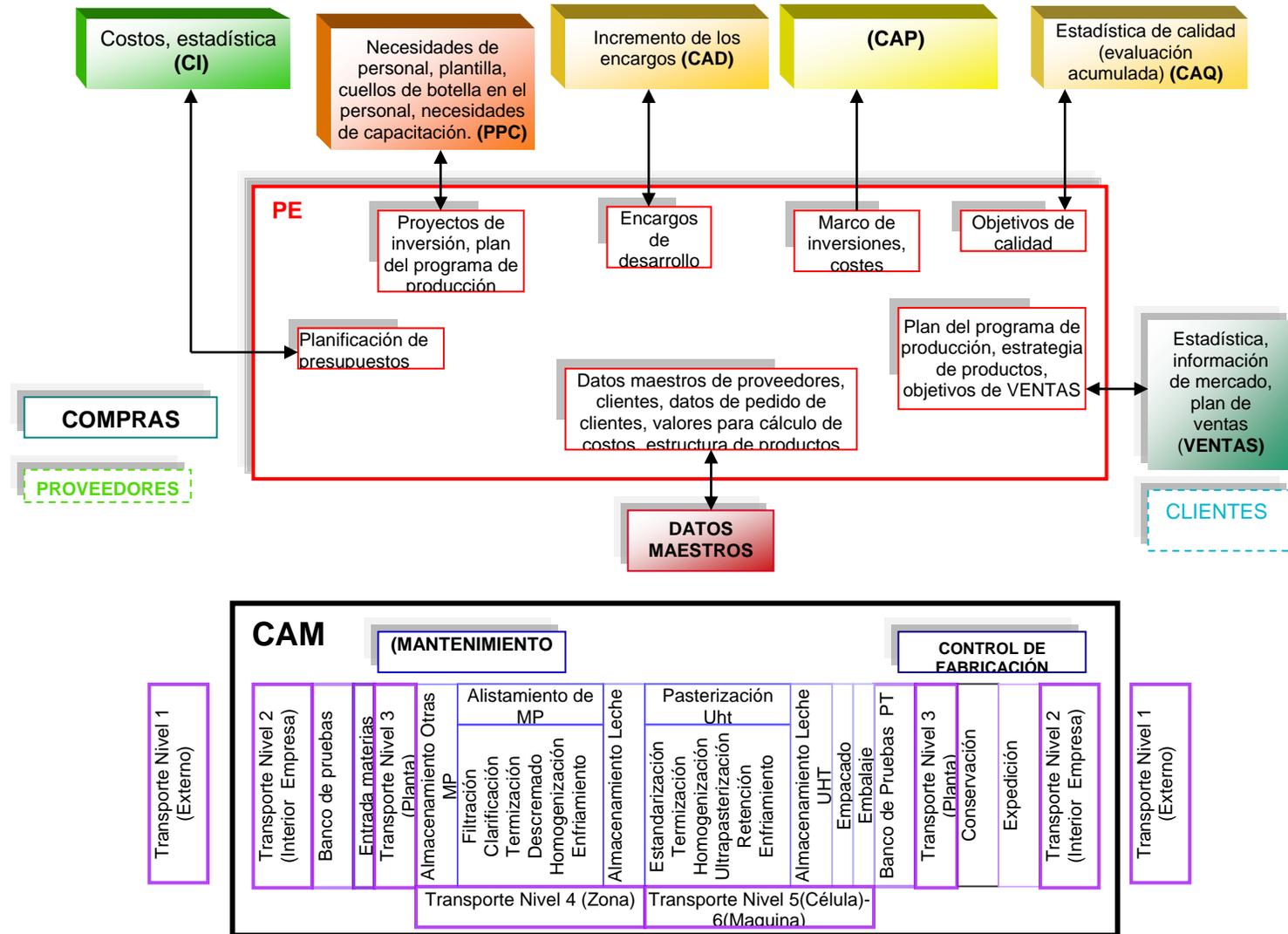


Tabla 1. PLANIFICACIÓN DE EMPRESA. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
PE – CI	⇒	Planificación de presupuestos
	⇐	Costos, estadística
PE – VENTAS	⇒	Plan del programa de producción, estrategia de productos, objetivos de ventas
	⇐	Estadística, información de mercado, plan de ventas
PE – PPC	⇒	Proyectos de inversión, plan del programa de producción
	⇐	Necesidades de personal, plantilla, cuellos de botella en el personal, necesidades de capacitación.
PE – CAD	⇒	Encargos de desarrollo
	⇐	Incremento de los encargos
PE – CAP	⇒	-----
	⇐	Marco de inversiones, costes
PE – CAQ	⇒	Objetivos de calidad
	⇐	Estadística de calidad (evaluación acumulada)
PE – MAESTROS DATOS	↔	Datos maestros de proveedores, clientes, datos de pedido de clientes, valores para cálculo de costos, especificaciones de productos

Figura 12. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON PE



4.3.2 Dominio Contabilidad Industrial (CI). En Friesland, el área financiera y contable está en una línea de acción relacionada con la dirección administrativa y financiera y el contador de la compañía. CI es un dominio que contiene las funciones necesarias para controlar los flujos de dinero, calcular costos, controlar la rentabilidad de los procesos de taller, y gestionar lo necesario para pagar a los proveedores y recibir pagos de clientes.

Las funciones de CI incluyen lo relacionado con los sueldos y salarios y el cálculo de costos de los servicios prestados al taller, y la contabilidad financiera (deudores, acreedores, etc.). Se destaca la función de facilitar a la dirección de la empresa la documentación necesaria para futuras planificaciones, la comunicación bidireccional con datos maestros, y unidireccional con CAD, Control de la Fabricación y Mantenimiento. Su horizonte de planificación comprende las semanas y los meses. Un ejemplo de la integración que se requiere de esta área de “apoyo” al proceso productivo se puede observar en la liquidación y pago a los proveedores, quienes reciben incentivos por calidad de la leche, porcentaje de grasa, y también reciben sanciones si encuentran que se le ha adicionado agua a la leche o inhibidores (antibióticos). Además en Friesland, los proveedores, además de recibir capacitación de la dirección de mercadeo agropecuario, reciben órdenes de crédito en almacenes agropecuarios para adquirir insumos con el fin de mejorar las condiciones de los pastos, la salud de sus hatos y en consecuencia la calidad de la leche cruda.

Figura 13. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CI

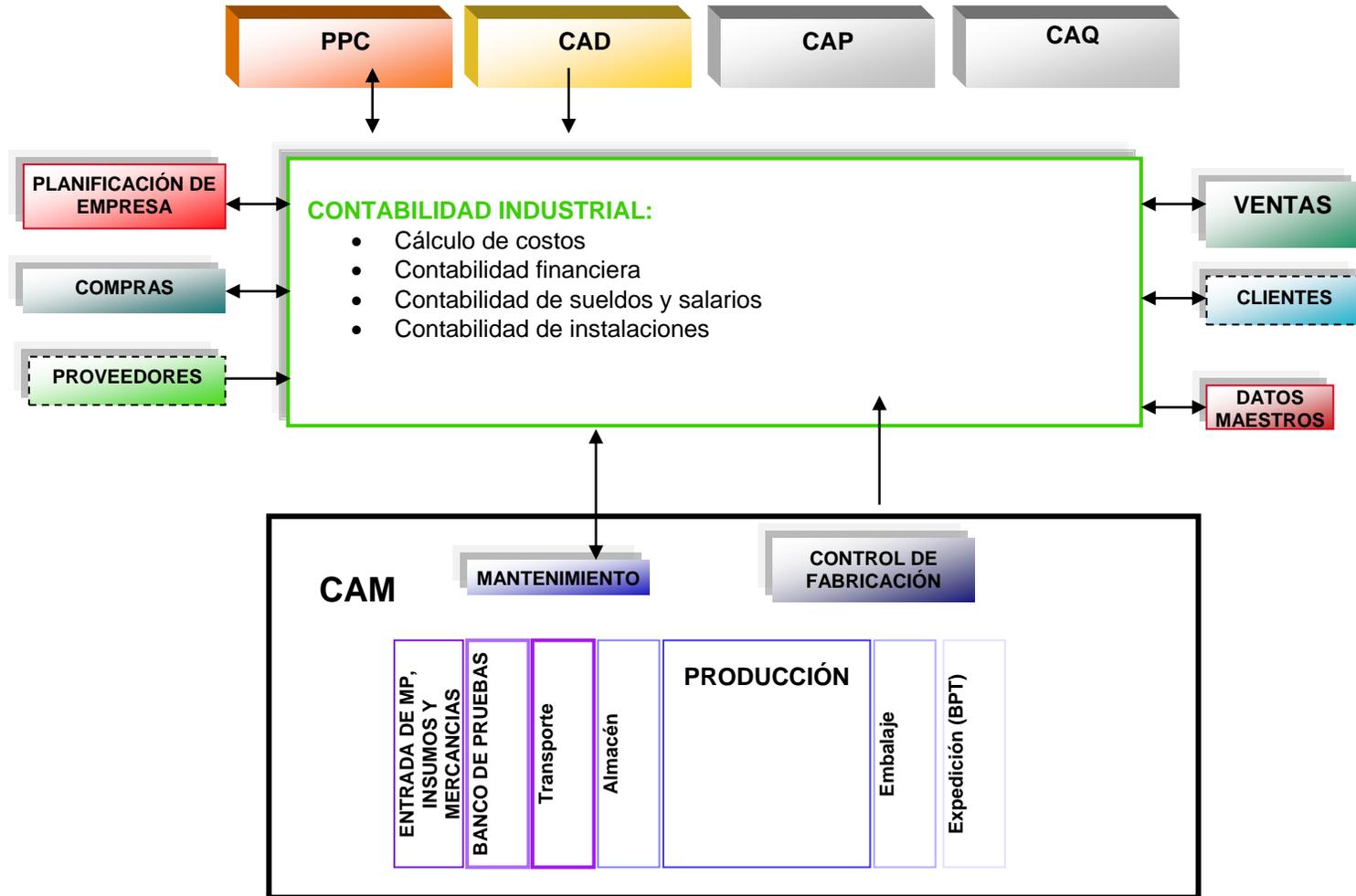
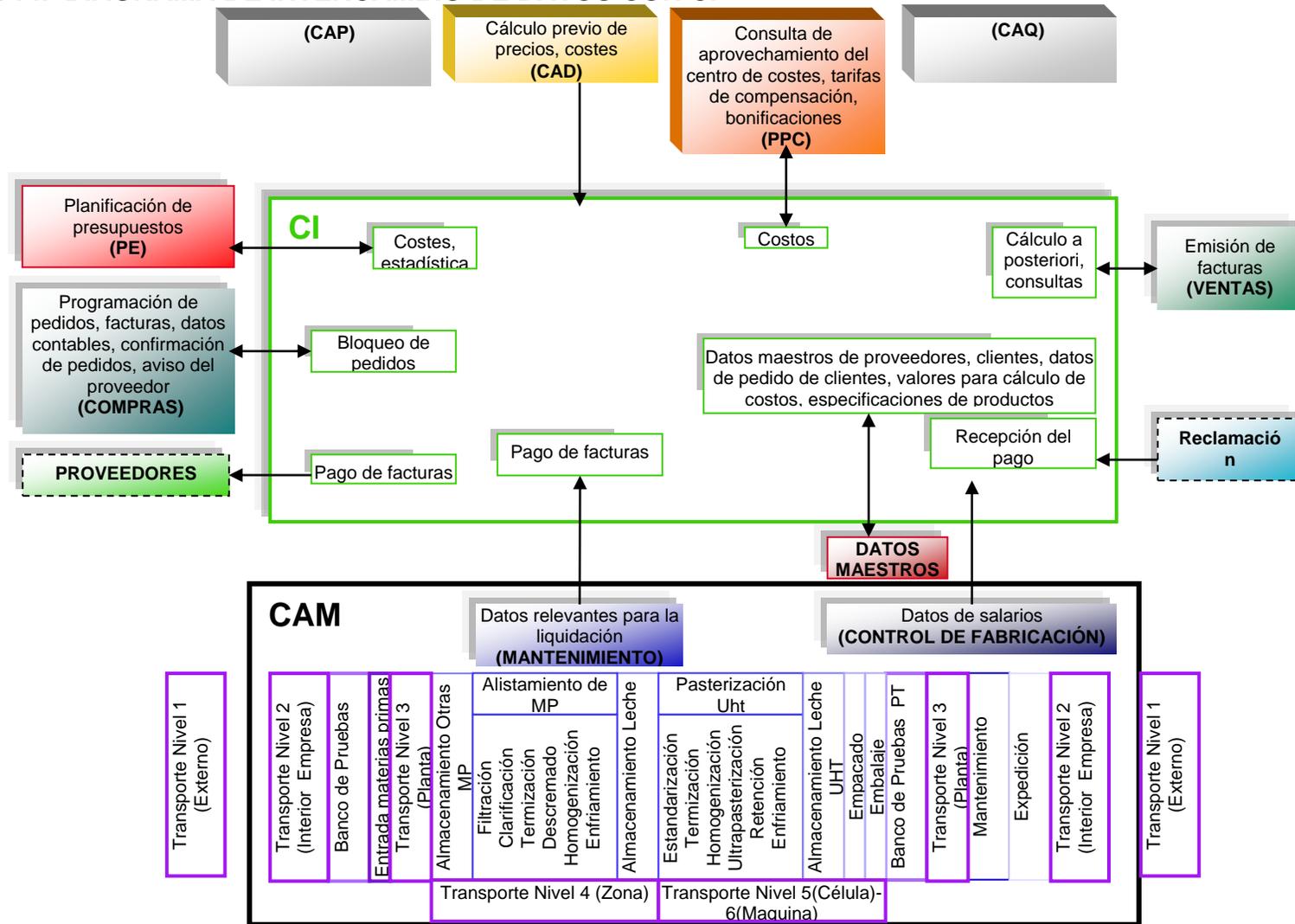


Figura 14. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CI



4.3.3 Dominio Ventas. Friesland tiene un departamento de ventas que contempla las ventas locales (sede Popayán), regionales y nacionales (sede Cali). Además ha incursionado en las exportaciones especialmente hacia Venezuela.

El área desarrolla funciones de Atención al Cliente, Marketing y Planificación de Ventas. En una industria Láctea Ventas también es la sección encargada de realizar la oferta, venta y gestión de la distribución de la leche y demás productos lácteos. Para el caso de la leche pasteurizada la distribución se realiza con una frecuencia 6, lo que significa que solo se deja de repartir el producto el día domingo; y aunque esto lo hacen contratistas que reciben leche y la reparten en las tiendas según rutas específicas, el manejo de los minoristas, atención al tendero y demás hacen parte de una necesidad de integración a la que la industria láctea está sujeta por las características del producto.

Las funciones de ventas se desarrollan en el nivel de dirección del taller. Se incluye lo relacionado con la tramitación de los pedidos, y se constituye como la interfaz entre cliente y empresa. Se destaca la comunicación unidireccional hacia calidad, a quien le entrega lo relacionado con reclamaciones del consumidor.

Figura 15. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON VENTAS

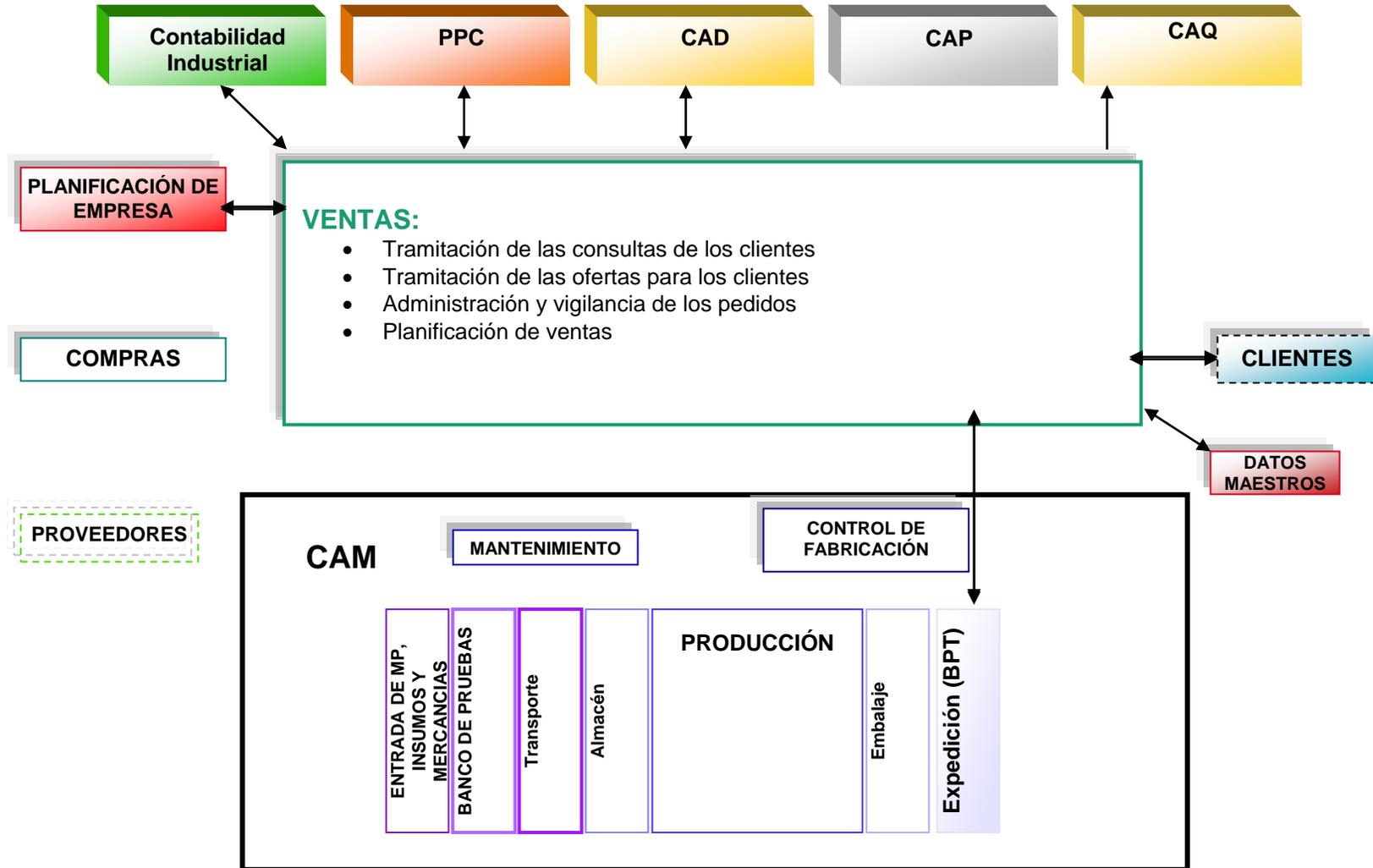
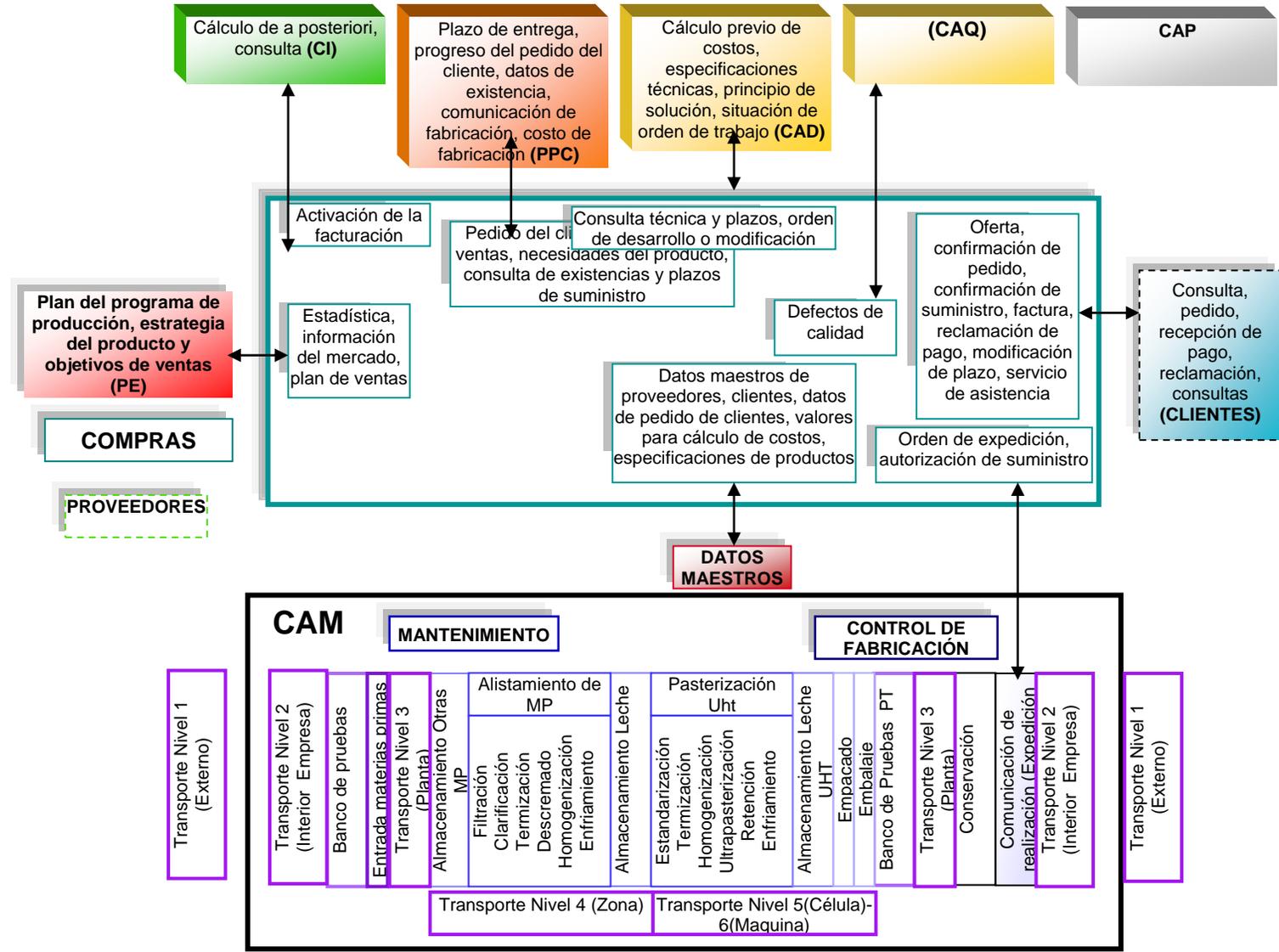


Tabla 2. VENTAS. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS.

<p>VENTAS – CI</p>	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Activación de la facturación</p> <p>Cálculo a posteriori, Consulta</p>
<p>VENTAS – PPC</p>	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Pedido del cliente, programa de ventas, necesidades del producto, consulta de existencias y plazos de suministro</p> <p>Plazo de entrega, progreso del pedido del cliente, datos de existencia, comunicación de fabricación, costo de fabricación</p>
<p>VENTAS – CAD</p>	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Consulta técnica y plazos, orden de desarrollo o modificación</p> <p>Cálculo previo de costos, especificaciones técnicas, principio de solución, situación de orden de trabajo</p>
<p>VENTAS – CAQ</p>	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Defectos de calidad</p> <p>-----</p>
<p>VENTAS EXPEDICIÓN (BPT)</p>	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Orden de expedición, autorización de suministro</p> <p>Comunicación de realización</p>
<p>VENTAS DATOS MAESTROS</p>	<p>⇔</p>	<p>Datos maestros de proveedores, clientes, datos de pedido de clientes, valores para cálculo de costos, especificaciones de productos</p>
<p>VENTAS CLIENTES</p>	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Oferta, confirmación de pedido, confirmación de suministro, factura, reclamación de pago, modificación de plazo, servicio de asistencia</p> <p>Consulta, pedido, recepción de pago, reclamación, consultas</p>

Figura 16. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON VENTAS.



4.3.4 Dominio Compras. Resuelve las situaciones relacionadas con los suministros requeridos en la planta y en la empresa en general, es una sección centralizada, encargada de la selección y registro de las fincas (proveedores de la leche), selección de proveedores de insumos (lactosa, vitaminas, empaque, etc.) y mercancía (cajas embalaje, repuestos y piezas, etc.), registro de precios, pedidos y devoluciones, negociación, reclamaciones y control de los procesos de facturación.

COMPRAS es la interfaz entre los proveedores y la empresa caso de estudio. Además de CI, PPC y CAP también tiene relación bidireccional con Almacén y Entrada de Mercancías, Insumos y Materia Primas, quienes se integran del nivel de dirección del proceso.

Figura 17. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON COMPRAS

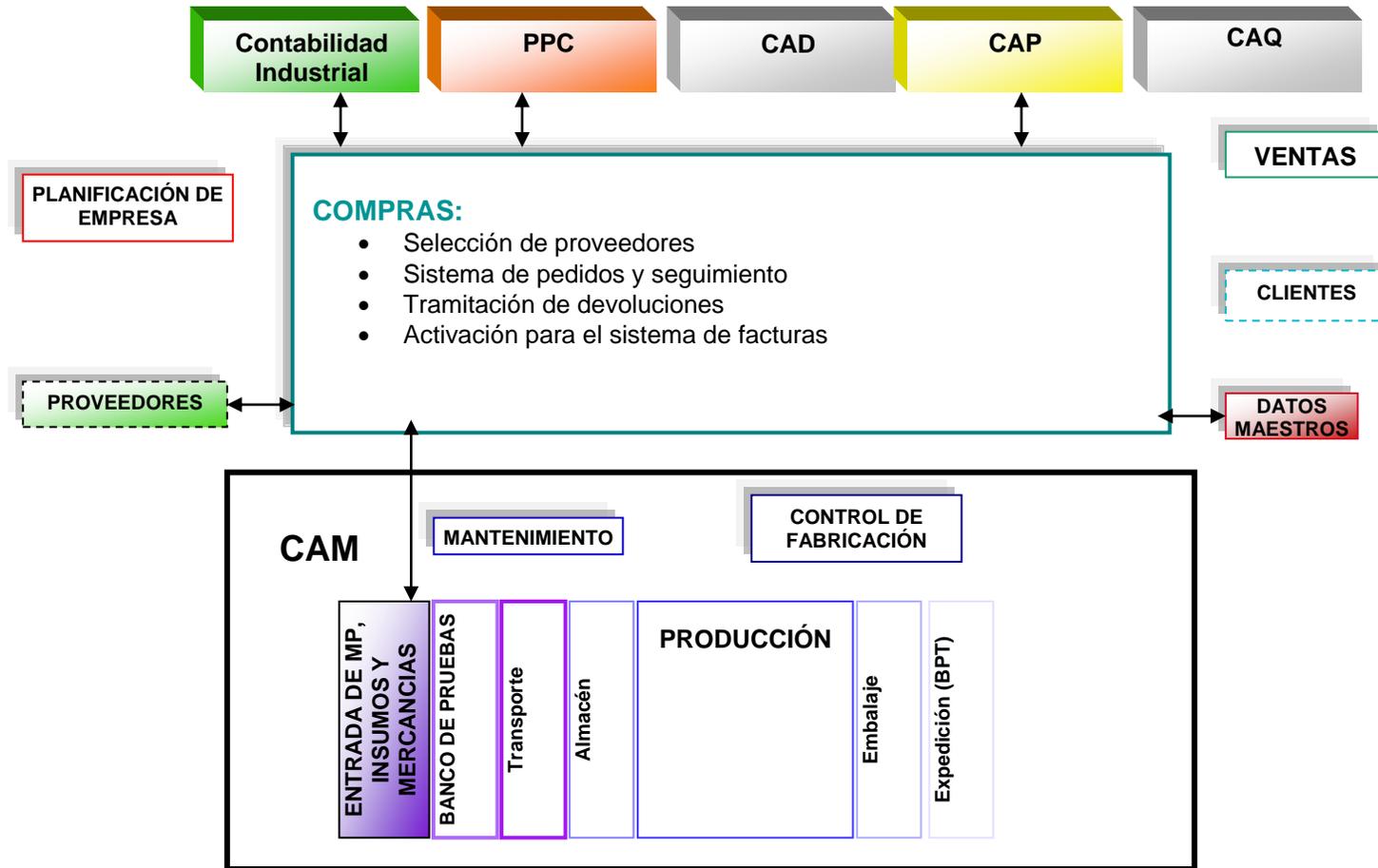
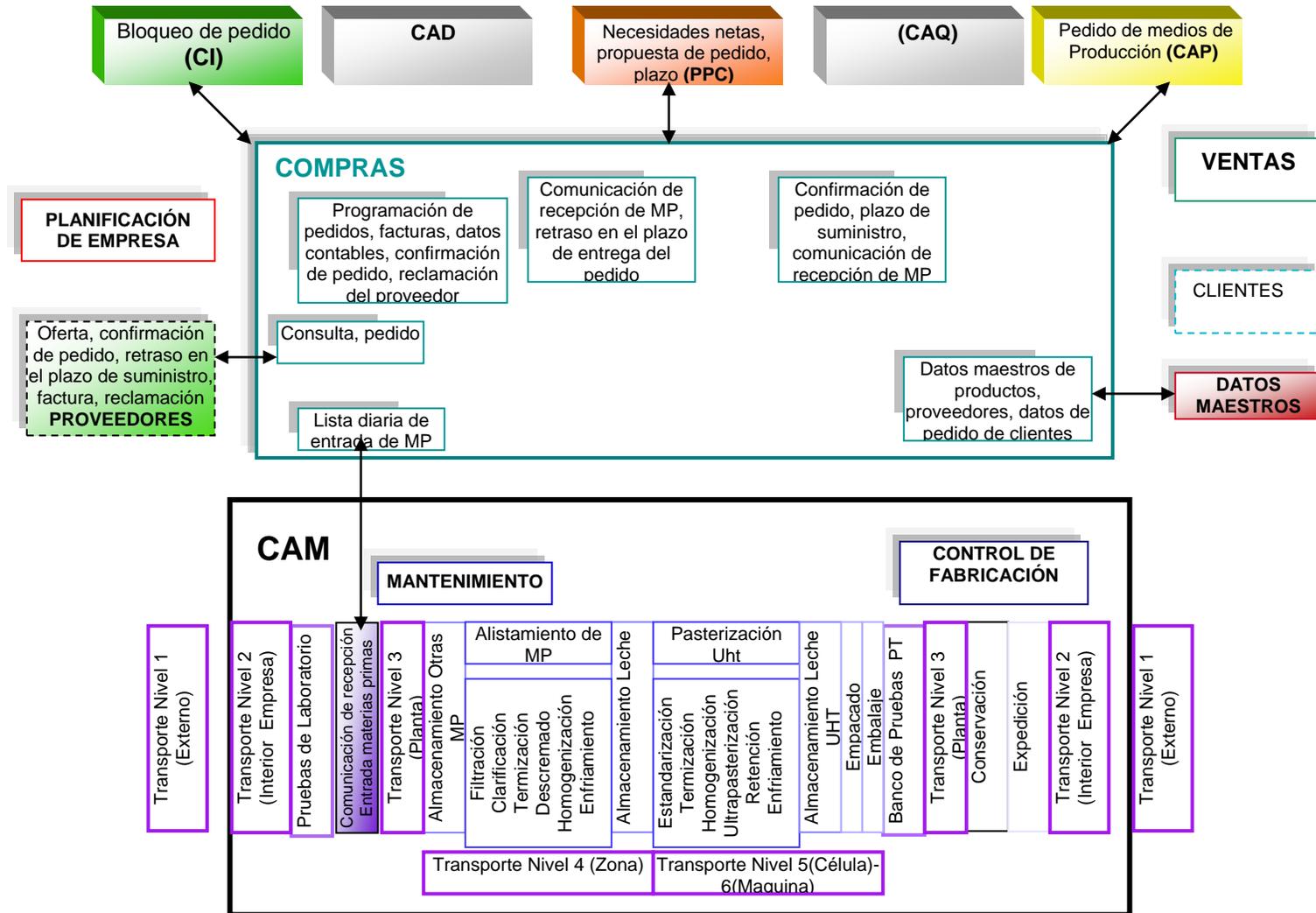


Tabla 3. COMPRAS. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
COMPRAS – CI	⇒	Programación de pedidos, facturas, datos contables, confirmación de pedido, reclamación del proveedor Bloqueo de pedido
COMPRAS – PPC	⇐ ⇒	Comunicación de recepción de MP, retraso en el plazo de entrega del pedido Necesidades netas, propuesta de pedido, plazo
COMPRAS – CAP	⇐ ⇒	Confirmación de pedido, plazo de suministro, comunicación de recepción de MP Pedido de medios de Producción
COMPRAS – ENTRADA DE MP	⇐ ⇒	Lista diaria de entrada de MP Comunicación de recepción, comprobante de suministro, resultado lista de faltantes, resultados de la verificación
COMPRAS – DATOS MAESTROS	⇐ ⇔	Datos maestros de productos, proveedores, datos de pedido de clientes
COMPRAS – PROVEEDORES	⇒	Consulta, pedido Oferta, confirmación de pedido, retraso en el plazo de suministro, factura, reclamación

⇐

Figura 18. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON COMPRAS.



4.3.5 Dominio CAD. Mediante el uso de sistemas CAD, se debe reducir notablemente el tiempo de preparación de variantes de diseño y sus adaptaciones. Esta sección de proyecto diseña y detalla la forma, función e interacción con el montaje de la planta de procesos lácteos.

El Diseño Asistido por Computador se realiza en seis fases: Reconocimiento de la necesidad, Definición del problema, Síntesis, Análisis, Evaluación (contraste con la realidad), Presentación (Informe a la parte administrativa).

En la industria Láctea el CAD también se encarga del diseño de la imagen (diseño gráfico), diseño de las características de los empaques según los diferentes volúmenes de los productos lácteos y tendencias del consumidor. Con la inclusión del computador en el diseño se busca el incremento de la productividad del diseñador y la mejora de la calidad del producto.

Este dominio del nivel de dirección de taller no tiene una relación directa con los dominios que integran CAM. Su relación bidireccional es directamente con los dominios de planificación (CAP) y calidad (CAQ) y por su intermedio con los de CAM. También se relaciona bidireccionalmente con VENTAS, PE y CI.

Figura 19. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CAD

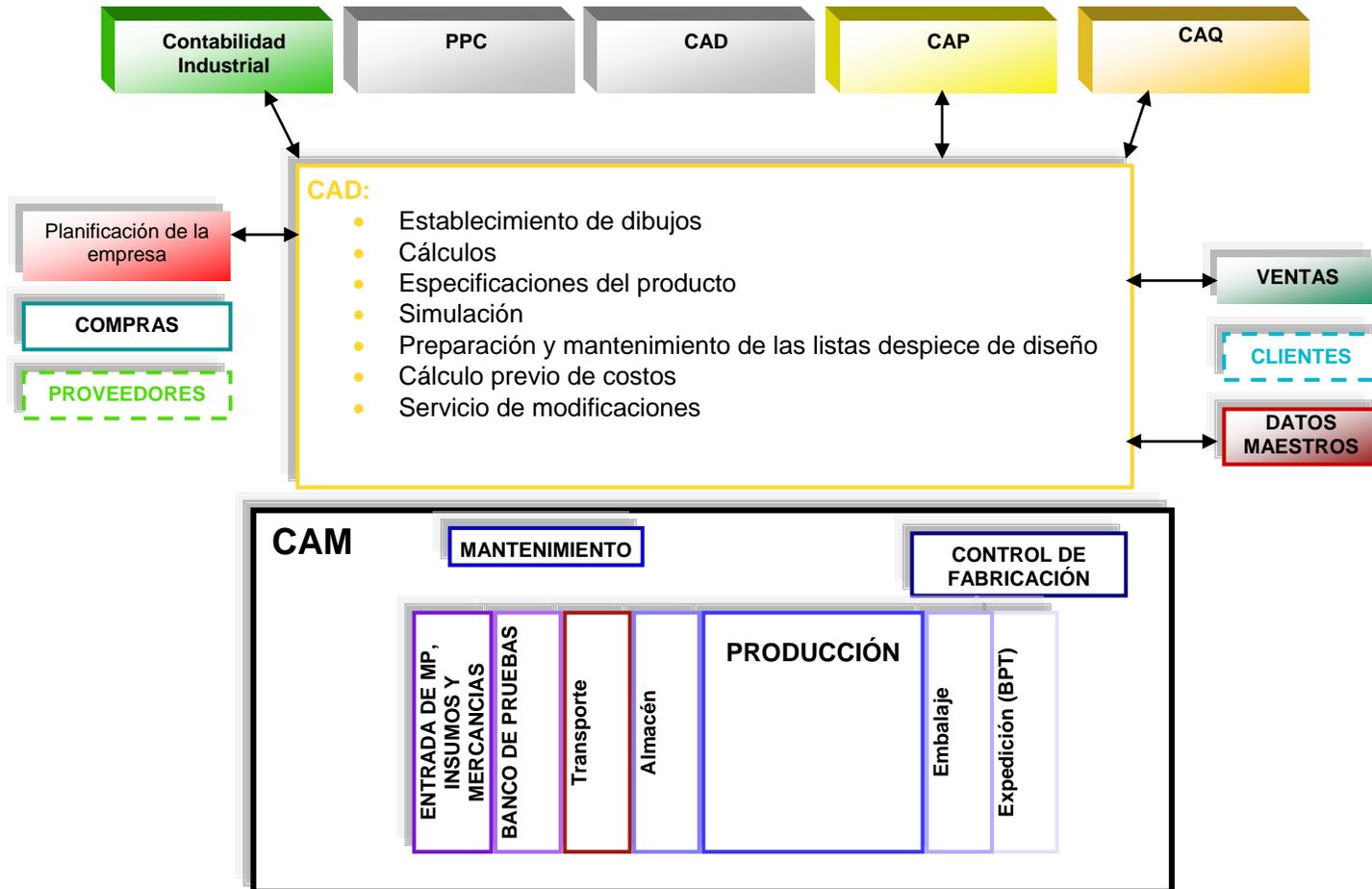
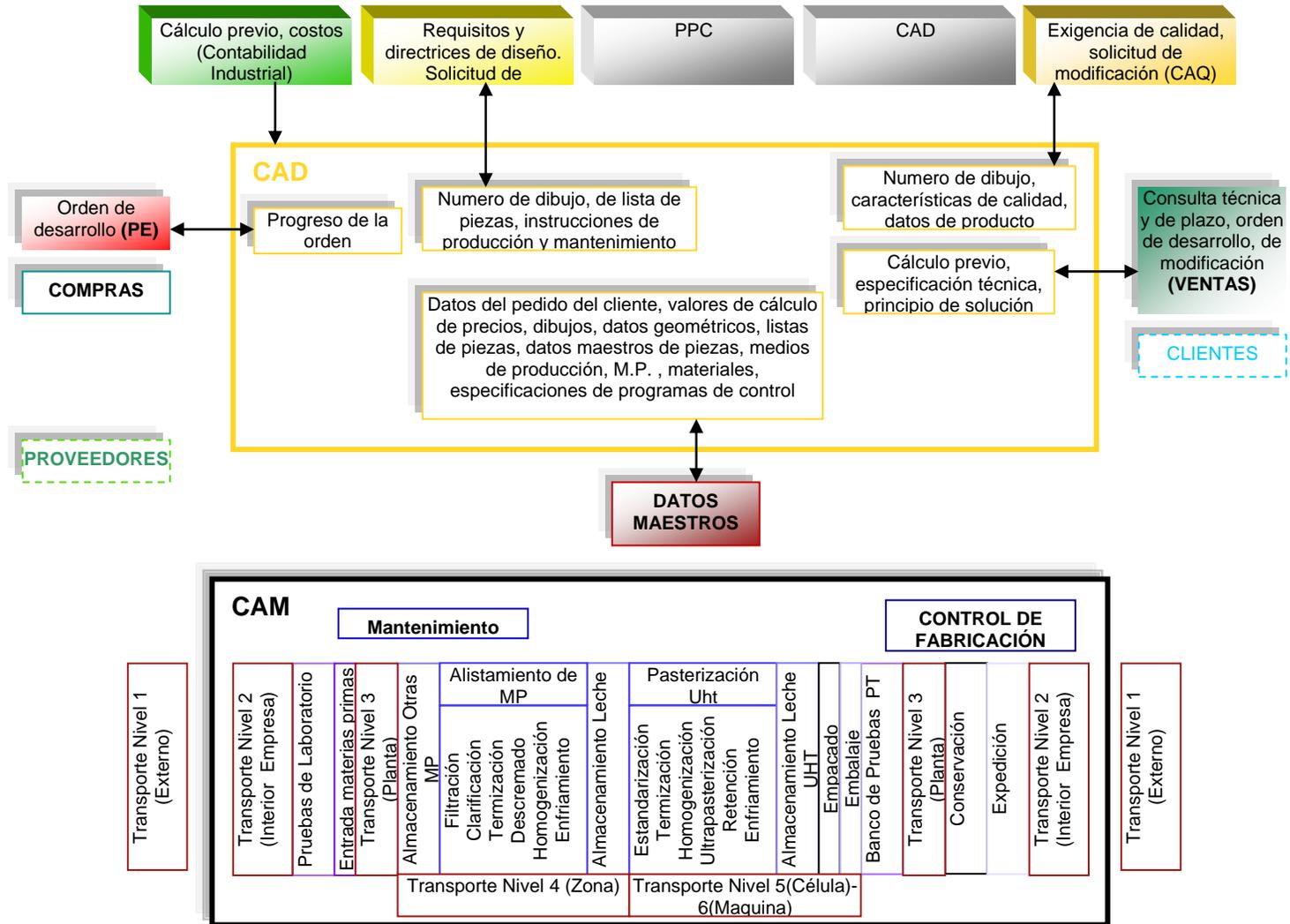


Tabla 4. CAD. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
CAD – PE	⇒ ⇐	Progreso de la orden Orden de desarrollo
CAD – CI	⇒ ⇐	Cálculo previo, costos -----
CAD – VENTAS	⇒ ⇐	Cálculo previo, especificación técnica, principio de solución Consulta técnica y de plazo, orden de desarrollo, de modificación
CAD – CAP	⇒ ⇐	Número de dibujo, de lista de piezas, instrucciones de producción y mantenimiento Requisitos y directrices de diseño. Solicitud de modificación
CAD – CAQ	⇒ ⇐	Número de dibujo, características de calidad, datos de producto Exigencia de calidad, solicitud de modificación
CAD – DATOS MAESTROS	⇔	Datos del pedido del cliente, valores de cálculo de precios, dibujos, datos geométricos, listas de piezas, datos maestros de piezas, medios de producción, Materias Primas, materiales, especificaciones de programas de control

Figura 20. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CAD



4.3.6 Dominio CAP. Es la sección de CIM que suministra planes y procesos de trabajo, requeridos en el proceso de producción Láctea, también determina la secuencia de los pasos de fabricación, empaque y embalaje. En la empresa caso de estudio la planificación de procesos y secuencias de trabajo, la elección de procedimientos y medios de producción es realizada por una junta integrada por personas de varios departamentos. Esa junta se reúne especialmente para determinar la planificación de la producción y se apoya en ayudas computacionales, sin que esto traduzca que sea completamente asistida por computador.

Se observa una relación directa de este dominio del nivel de dirección de taller con los dominios de CAM: CONTROL DE FABRICACIÓN (nivel de dirección de producción) y MANTENIMIENTO (nivel de dirección de proceso). Tiene relaciones con todos los dominios, excepto con VENTAS, CLIENTES Y CI. Sus relaciones son bidireccionales.

Figura 21. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CAP

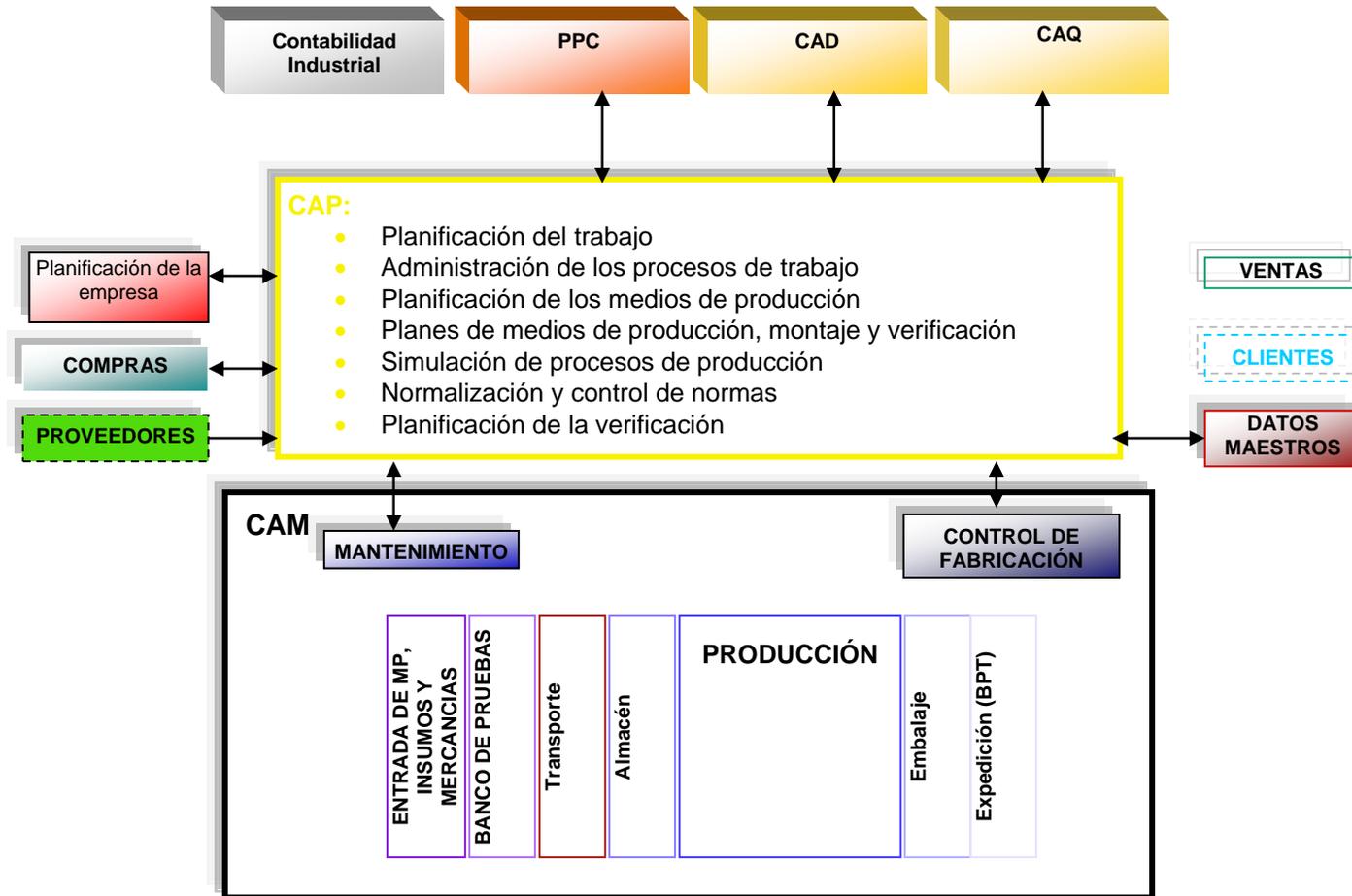
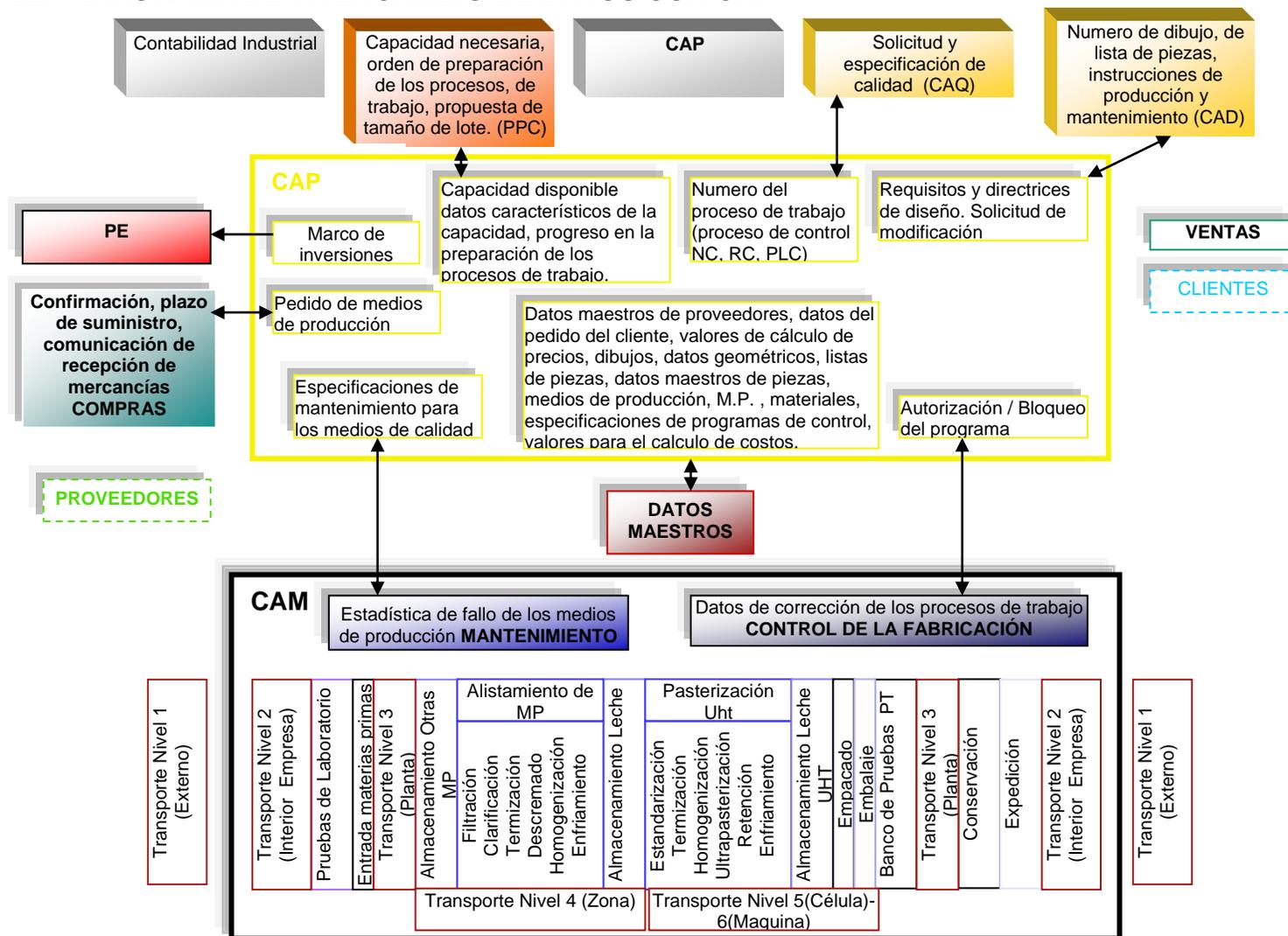


Tabla 5. CAP. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
CAP – PE	⇒ ⇐	Marco de inversiones -----
CAP – COMPRAS	⇒ ⇐	Pedido de medios de producción Confirmación, plazo de suministro, comunicación de recepción de mercancías
CAP – PPC	⇒ ⇐	Capacidad disponible datos característicos de la capacidad, progreso en la preparación de los procesos de trabajo. Capacidad necesaria, orden de preparación de los procesos, de trabajo, propuesta de tamaño de lote.
CAP – CAD	⇒ ⇐	Requisitos y directrices de diseño. Solicitud de modificación Numero de dibujo, de lista de piezas, instrucciones de producción y mantenimiento
CAP – CAQ	⇒ ⇐	Numero del proceso de trabajo (proceso de control NC, RC, PLC) Requisitos y especificaciones de calidad
CAP - CONTROL DE LA FABRICACIÓN	⇒ ⇐	Autorización / Bloqueo del programa Datos de corrección de los procesos de trabajo
CAP - MANTENIMIENTO	⇒ ⇐	Especificaciones de mantenimiento para los medios de calidad Estadística de fallo de los medios de producción
CAP – DATOS MAESTROS	⇔	Datos maestros de proveedores, datos del pedido del cliente, valores de cálculo de precios, dibujos, datos geométricos, listas de piezas, datos maestros de piezas, medios de producción, Materias Primas, materiales, especificaciones de programas de control, valores para el cálculo de costos.

Figura 22. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CAP



4.3.7 Dominio CAQ. Una de las áreas de mayor fortalecimiento en Friesland es el área de calidad por el desarrollo de su Sistema de Gestión de Calidad por medio del cual ha conseguido la certificación ISO 9001. En la industria alimenticia, y especialmente la del sector lácteo, el factor de calidad juega un papel preponderante en el proceso productivo.

Todos los departamentos están comprometidos con la calidad, y por la existencia del Sistema de Calidad se considera que la asistencia por computador en este Dominio se podría implementar con mayor rapidez.

Con la información que le suministra VENTAS se realiza la planificación, el control, la supervisión y verificación de la calidad. CAQ pertenece al nivel de dirección de taller y se relaciona bidireccionalmente con los dominios CAD y CAP de su mismo nivel, y con CONTROL DE FABRICACIÓN y MANTENIMIENTO de CAM.

Figura 23. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CAQ

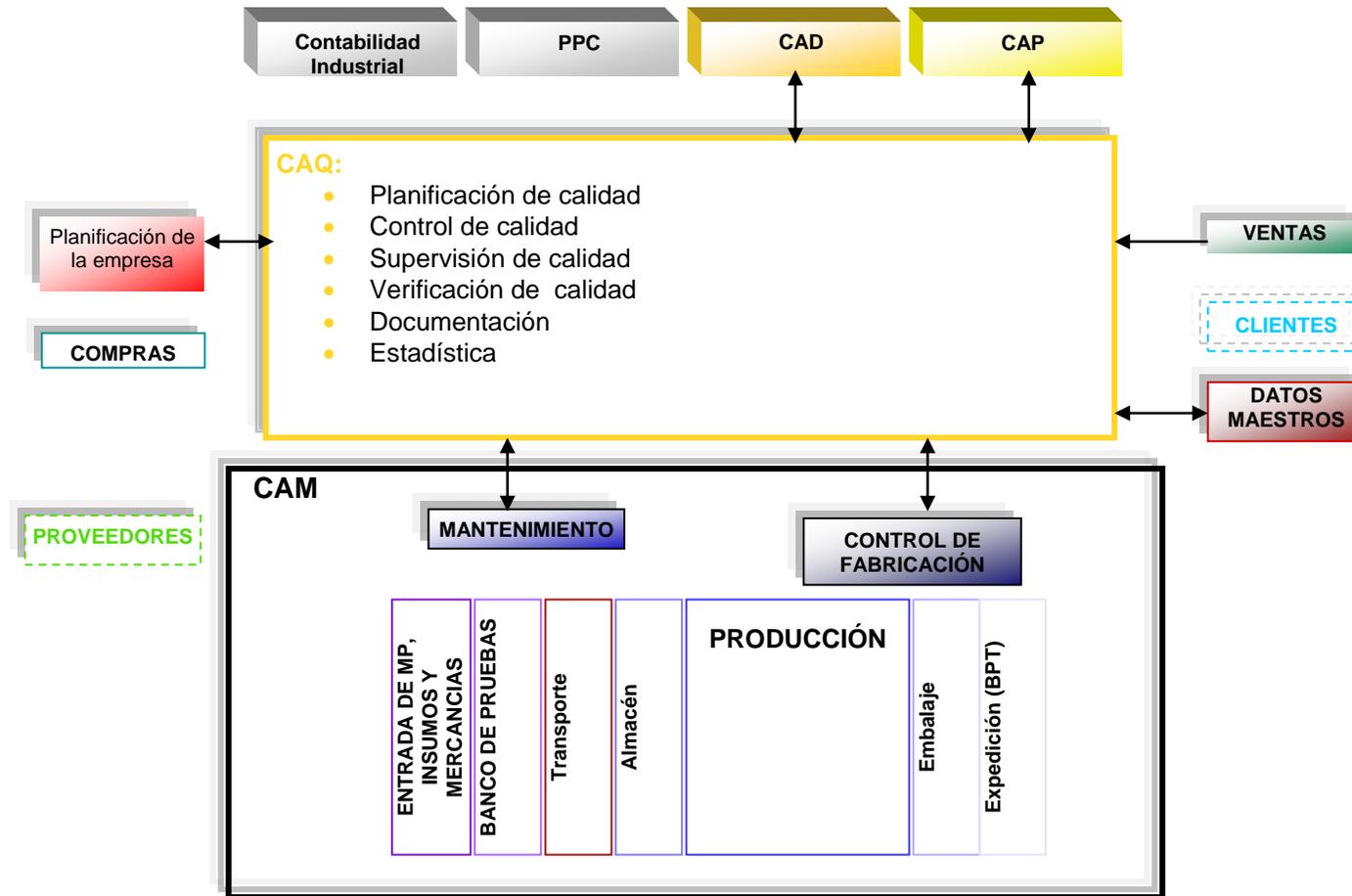
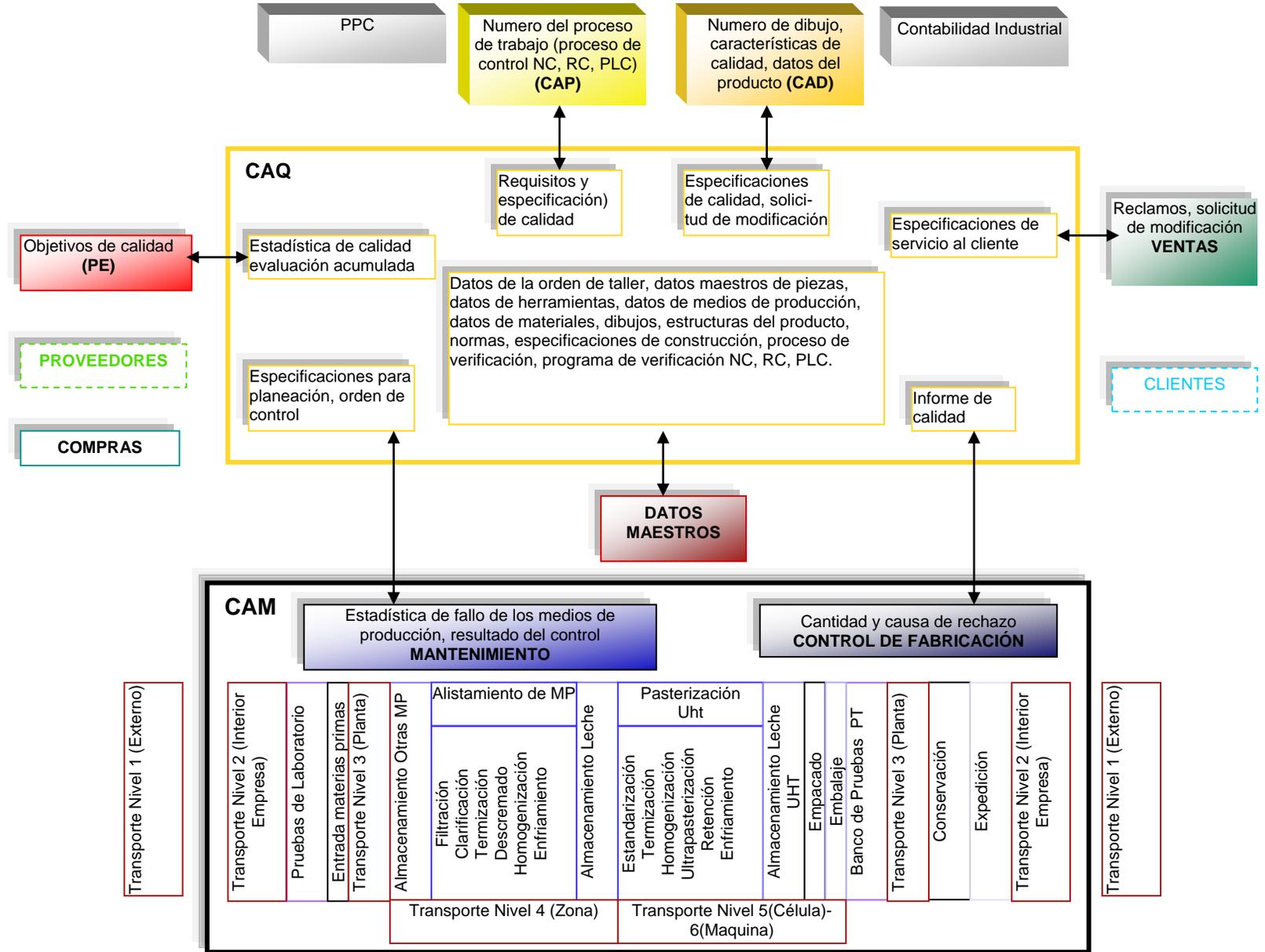


Tabla 6. CAQ. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
CAQ – PE	⇒	Estadística de calidad evaluación acumulada
	⇐	Objetivos de calidad
CAQ – VENTAS	⇒	-----
	⇐	Defectos de calidad
CAQ – CAD	⇒	Especificaciones de calidad, solicitud de modificación
	⇐	Numero de dibujo, características de calidad, datos del producto
CAQ – CAP	⇒	Requisitos y especificación de calidad
	⇐	Numero del proceso de trabajo (proceso de control NC, RC, PLC)
CAQ - CONTROL DE LA FABRICACIÓN	⇒	Informe de calidad
	⇐	Cantidad y causa de rechazo
CAQ - MANTENIMIENTO	⇒	Especificaciones para planeación, orden de control
	⇐	Estadística de fallo de los medios de producción, resultado del control
CAQ – DATOS MAESTROS	↔	Datos de la orden de taller, datos maestros de piezas, datos de herramientas, datos de medios de producción, datos de materiales, dibujos, estructuras del producto, normas, especificaciones de construcción, proceso de verificación, programa de verificación NC, RC, PLC.

Figura 24. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CAQ



4.3.8 Dominio PPC. En cuanto a la temática de calidad, otro ámbito muy importante es PPC. Planificación y Control de la Producción suministra a otros dominios como Control de la fabricación las herramientas suficientes para su labor, tales como planes de producción y órdenes de trabajo y los respectivos procesos de supervisión y control.

Figura 25. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON PPC

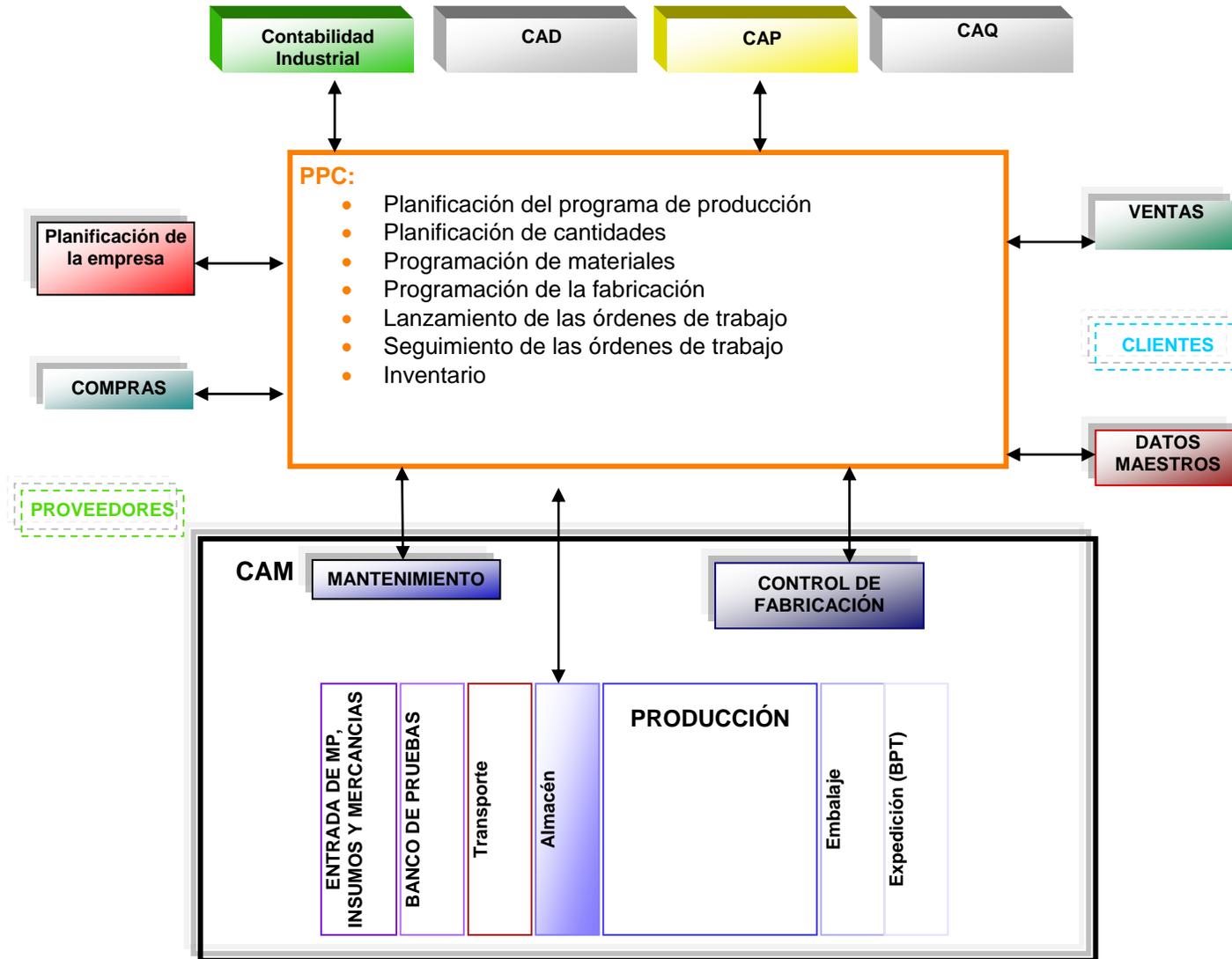
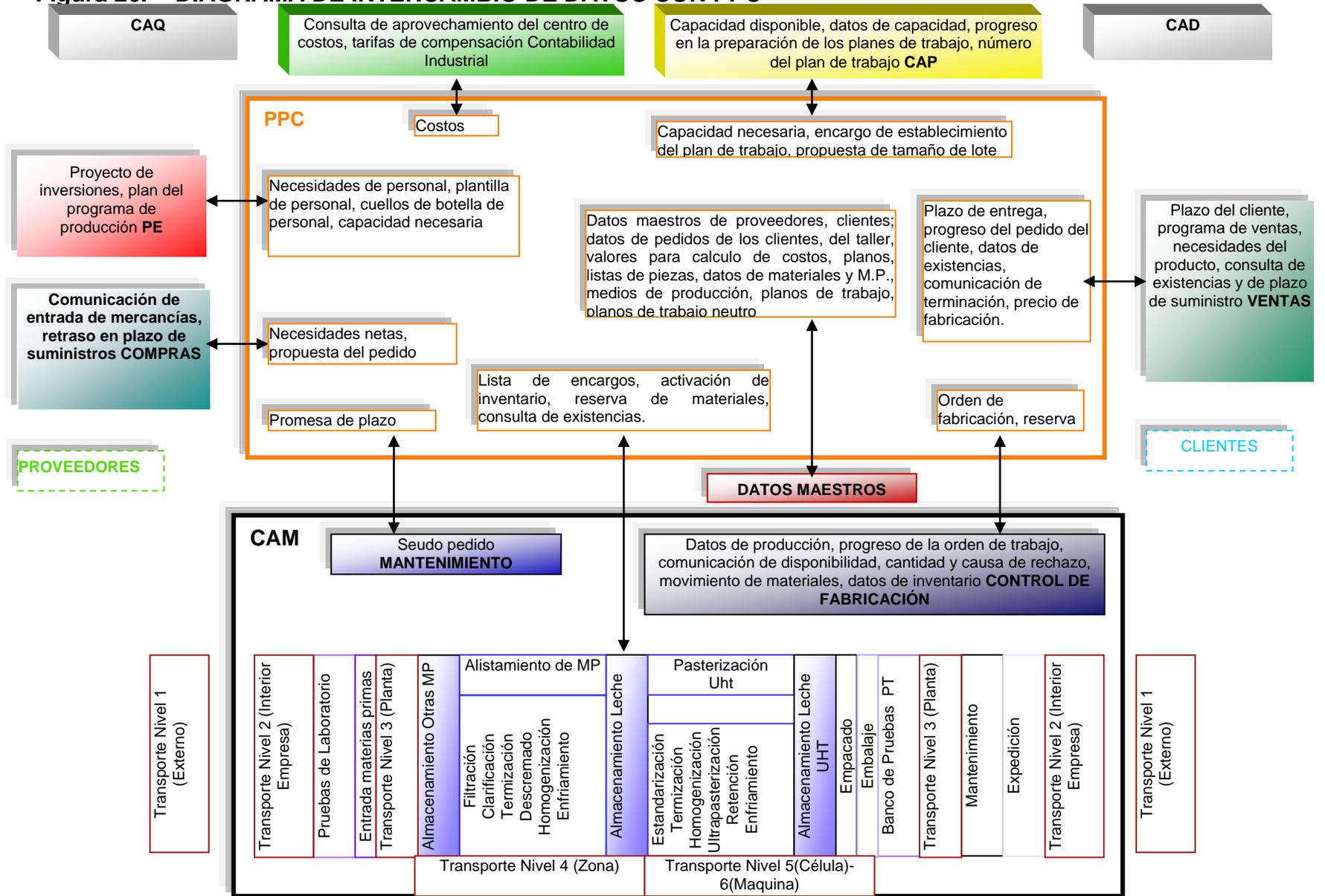


Tabla 7. PPC. RELACIONES Y CONTENIDO DE DATOS

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
PPC – PE	⇒ ⇐	Necesidades de personal, plantilla de personal, cuellos de botella de personal, capacidad necesaria Proyecto de inversiones, plan del programa de producción
PPC – CI	⇒ ⇐	Costos Consulta de aprovechamiento del centro de costos, tarifas de compensación
PPC – VENTAS	⇒ ⇐	Plazo de entrega, progreso del pedido del cliente, datos de existencias, comunicación de terminación, precio de fabricación. Plazo del cliente, programa de ventas, necesidades del producto, consulta de existencias y de plazo de suministro
PPC - COMPRAS	⇒ ⇐	Necesidades netas, propuesta del pedido Comunicación de entrada de mercancías, retraso en plazo de suministros
PPC - CAP	⇒ ⇐	Capacidad necesaria, encargo de establecimiento del plan de trabajo, propuesta de tamaño de lote Capacidad disponible, datos de capacidad, progreso en la preparación de los planes de trabajo, número del plan de trabajo
PPC – CONTROL DE FABRICACIÓN LA	⇒ ⇐	Orden de fabricación, reserva de medios de producción, modificación de la orden, anulación, activación de inventario Datos de producción, progreso de la orden de trabajo, comunicación de disponibilidad, cantidad y causa de rechazo, movimiento de materiales, datos de inventario
PPC - ALMACÉN	⇒ ⇐	Lista de encargos, activación de inventario, reserva de materiales, consulta de existencias. Movimiento de almacén, variación de existencias, diferencia de inventario

PPC MANTENIMIENTO	 	Promesa de plazo Pseudopedido (necesidades de material, personal, plazo previsto, duración)
PPC – DATOS MAESTROS		Datos maestros de proveedores, clientes; datos de pedidos de los clientes, del taller, valores para calculo de costos, planos, listas de piezas, datos de materiales y Materias Primas, medios de producción, planos de trabajo, planos de trabajo neutro

Figura 26. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON PPC



4.3.9 Dominio CAM. CAM está en el ámbito operativo y logístico de producción; es el encargado del control y supervisión técnica asistidos por ordenador de los medios de producción empleados en la fabricación de productos lácteos. Para lograr incrementar la productividad en una industria láctea se requiere realizar una clasificación sistemática de los procesos, actividades y funciones del proceso ideal de la producción de leche pasteurizada dentro de los niveles jerárquicos de CIM.

CAM incluye procesos tales como el control de flujo de materia: insumos, materia prima, mercancías, control del almacenamiento (tanto de la materia prima como del producto terminado), etc. CAM contiene los sub-niveles de: Dirección de Producción, Dirección de proceso, Control de proceso y Proceso. En esta área se detectan la mayor cantidad de proyectos para el área de instrumentación y control de procesos.

De aquí en adelante se desarrollan todos los ámbitos funcionales que integran CAM.

Figura 27. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON CONTROL DE FABRICACIÓN

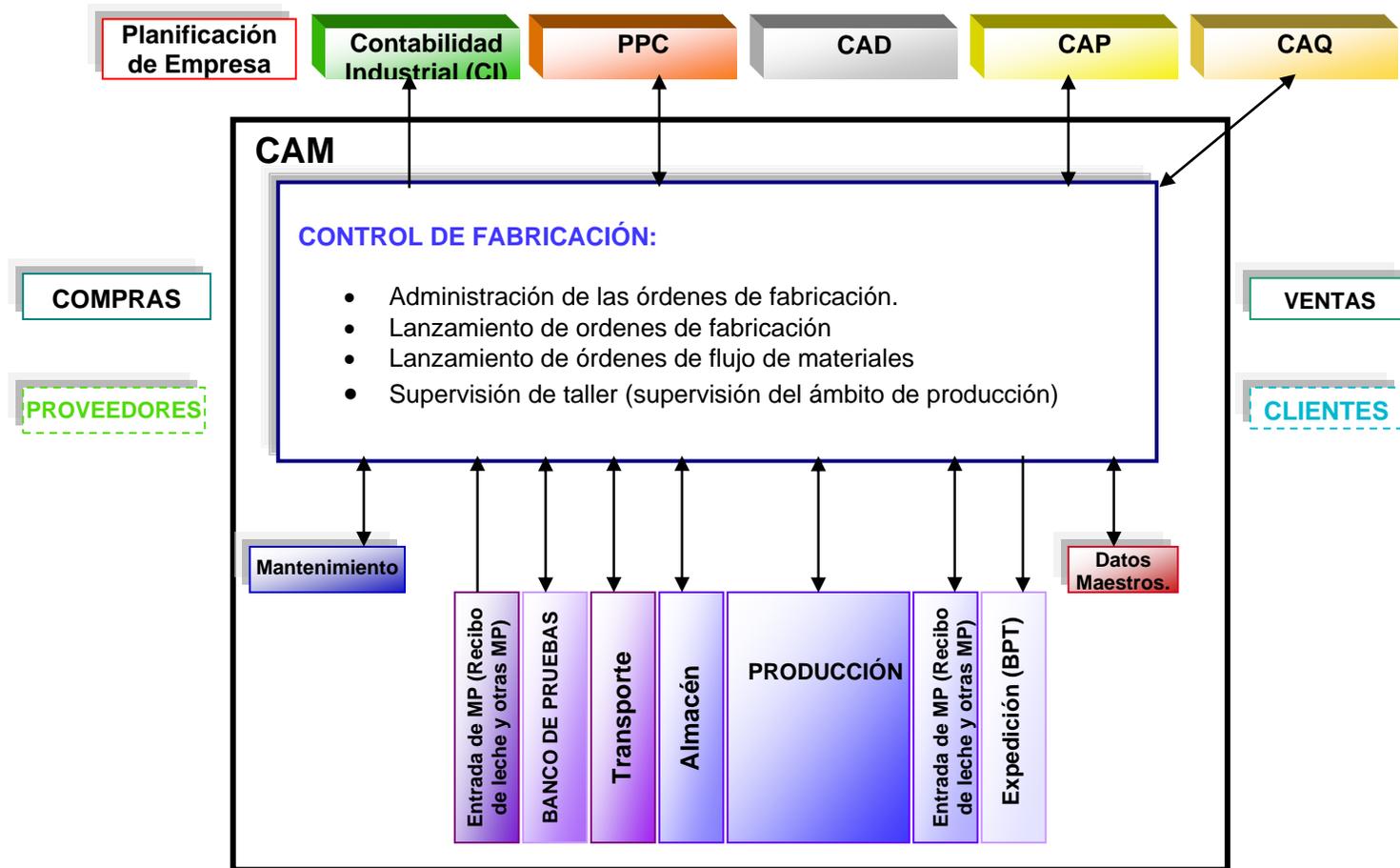


Tabla 8. CONTROL DE FABRICACIÓN – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
CTRL. DE FABRICACIÓN – CI	⇒ ⇐	Datos de salarios (horas de trabajo, turnos, extras). -----
CTRL. DE FABRICACIÓN – PPC	⇒ ⇐	Datos de producción, progreso de las órdenes de trabajo, aviso de disponibilidad, cantidad, causa de rechazo, movimiento de materiales, datos de inventarios. Orden de fabricación, reserva de medios de producción, modificación o anulación de la orden, activación del inventario.
CTRL. DE FABRICACIÓN – CAP	⇒ ⇐	Datos para la corrección de los procesos de trabajo. Autorización, bloqueo del programa de producción de leche pasteurizada y formulados.
CTRL. DE FABRICACIÓN – CAQ	⇒ ⇐	Cantidad y causa de rechazos. Informe de calidad (Observaciones y recomendaciones).
CTRL. DE FABRICACIÓN – ENTRADA DE MP	⇒ ⇐	-----. Aviso de entrada de mercancías, solicitud de transporte para la distribución del producto y materias primas.
CTRL. DE FABRICACIÓN – ALMACÉN	⇒ ⇐	Orden de almacén (pedido). Datos de situación y progreso de la orden de almacén.
CTRL. DE FABRICACIÓN – TRANSPORTE	⇒ ⇐	Orden de transporte. Datos de estado y progreso de la orden de transporte.

CTRL. DE FABRICACIÓN – PRODUCCIÓN.	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Orden de trabajo.</p> <p>Datos de estado, progreso de la orden de trabajo, solicitud / devolución de materiales, notas de corrección.</p>
CTRL. DE FABRICACIÓN – EMBALAJE.	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Orden de embalaje.</p> <p>Datos de situación, progreso de la orden, rechazo de productos terminados, comunicación de errores.</p>
CTRL. DE FABRICACIÓN – EXPEDICIÓN.	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Asignación y autorización de PT, anuncio de transporte.</p> <p>-----.</p>
CTRL. DE FABRICACIÓN – CONSERVACIÓN	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Datos básicos (plazos propuestos y de planificación).</p> <p>Estado de conservación / reparación.</p>
CONTROL DE FABRICACIÓN - MANTENIMIENTO	<p>⇒</p> <p>⇒</p>	<p>Ordenes de mantenimiento</p> <p>Progreso de las órdenes de mantenimiento, datos del estado de los equipos, estadísticas e informes.</p>
CTRL. DE FABRICACIÓN – DATOS MAESTROS.	<p>⇐</p>	<p>-----</p> <p>Datos de orden de taller, datos maestros de piezas, datos de medios de producción, valores para el cálculo presupuestario, procesos de trabajo y de verificación.</p>

Figura 28. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON CONTROL DE FABRICACIÓN

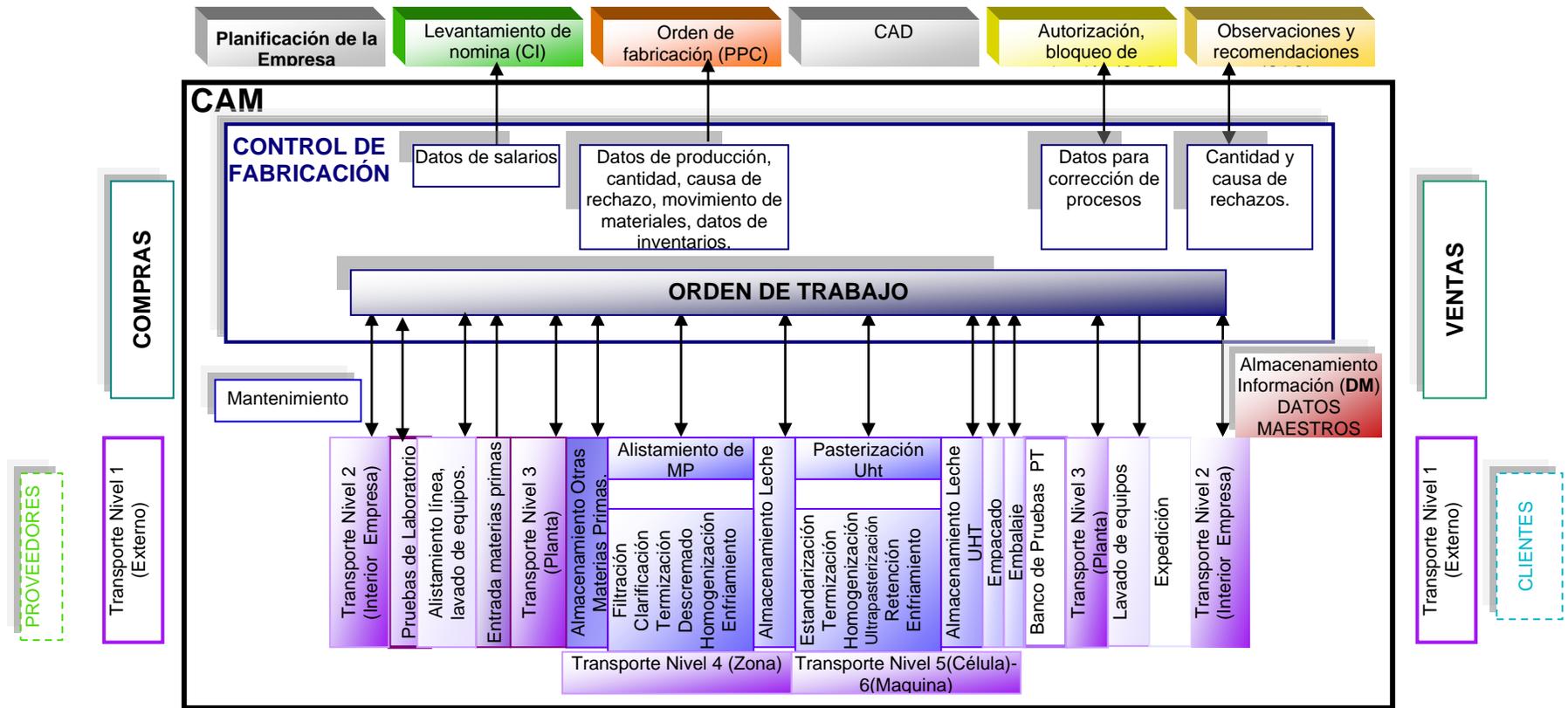


Figura 29. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS

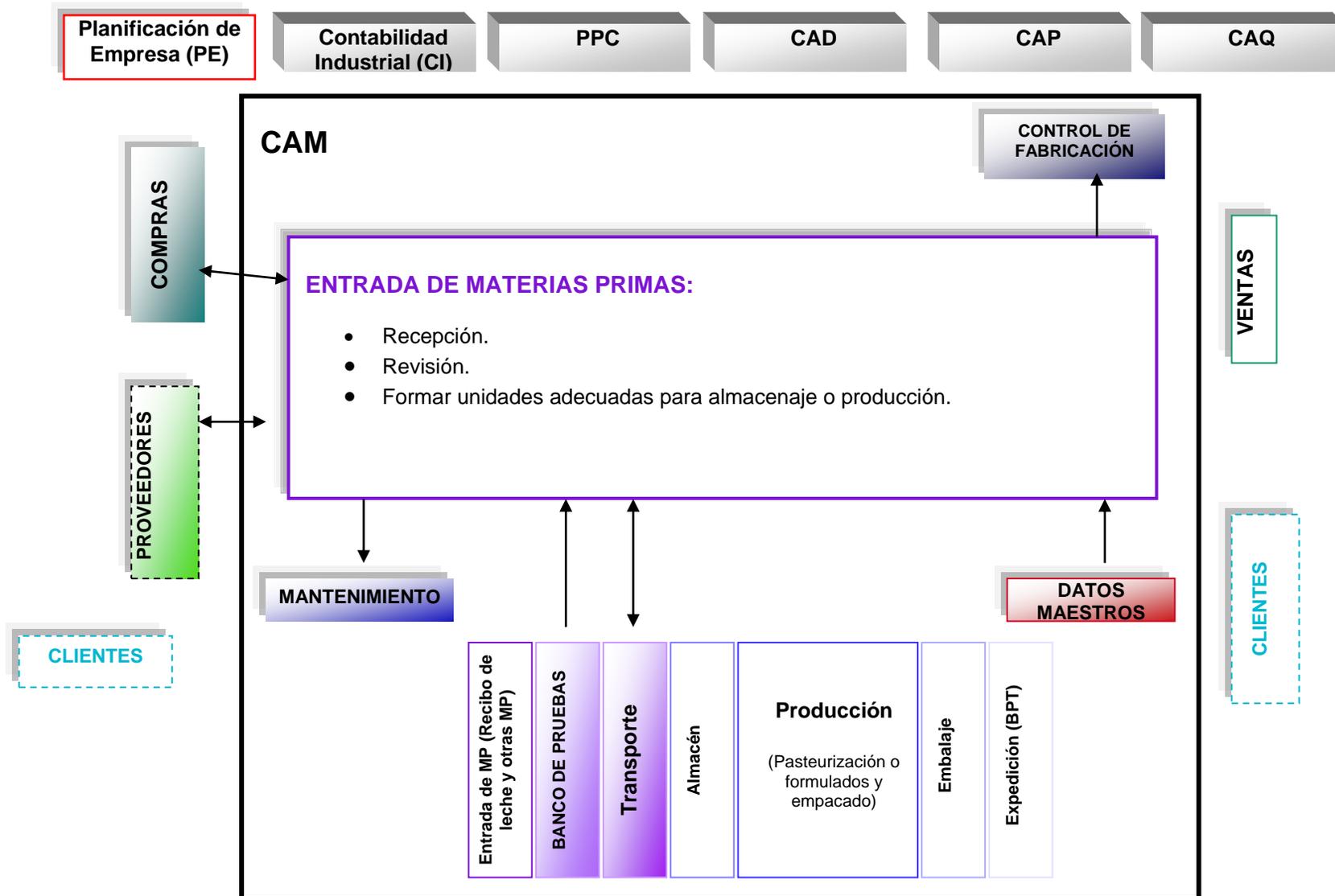


Tabla 9. ENTRADA DE MP. INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
ENTRADA DE MP – COMPRAS	⇒	Comunicación de entrada de MP, comprobante de suministro, lista de faltantes, resultados de la verificación.
	⇐	Lista diaria de entrada de MP.
ENTRADA DE MP – CTRL. DE FABRICACIÓN.	⇒	Comunicación de entrada de MP, solicitud de transporte.
	⇐	-----
ENTRADA DE MP – TRANSPORTE	⇒	Orden de transporte.
	⇐	Anuncio de transporte.
ENTRADA DE MP – MANTENIMIENTO	⇒	Avisos de Perturbación, datos de máquina (obtención datos maquina) (MDA).
	⇐	-----.
ENTRADA DE MP – DATOS MAESTROS	⇒	Medios de producción, materiales, programas de NC, RC, PLC, verificación, procesos de verificación.
ENTRADA DE MP – CLIENTE	⇒	Confirmación.
	⇐	Reclamación.
ENTRADA DE MP – BANCO DE PRUEBAS	⇒	-----
	⇐	Resultado de las pruebas, autorización de recibo
ENTRADA DE MP – PROVEEDOR	⇒	Justificante de entrada, comprobante de devolución (motivo de reclamación).
	⇐	Comprobante de suministro.

Figura 30. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON ENTRADA DE MP, INSUMOS Y MERCANCÍAS

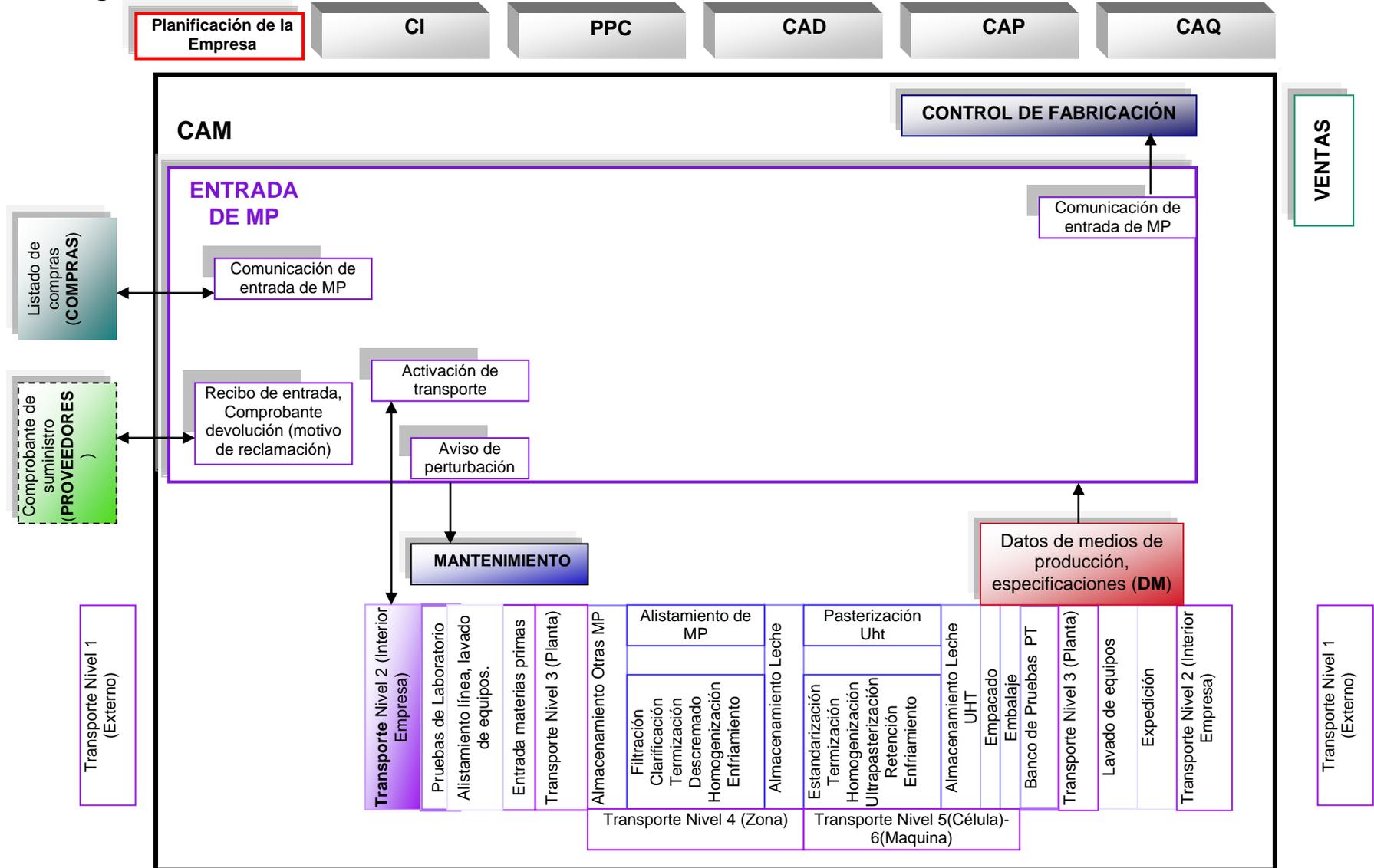


Figura 31. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON ALMACÉN

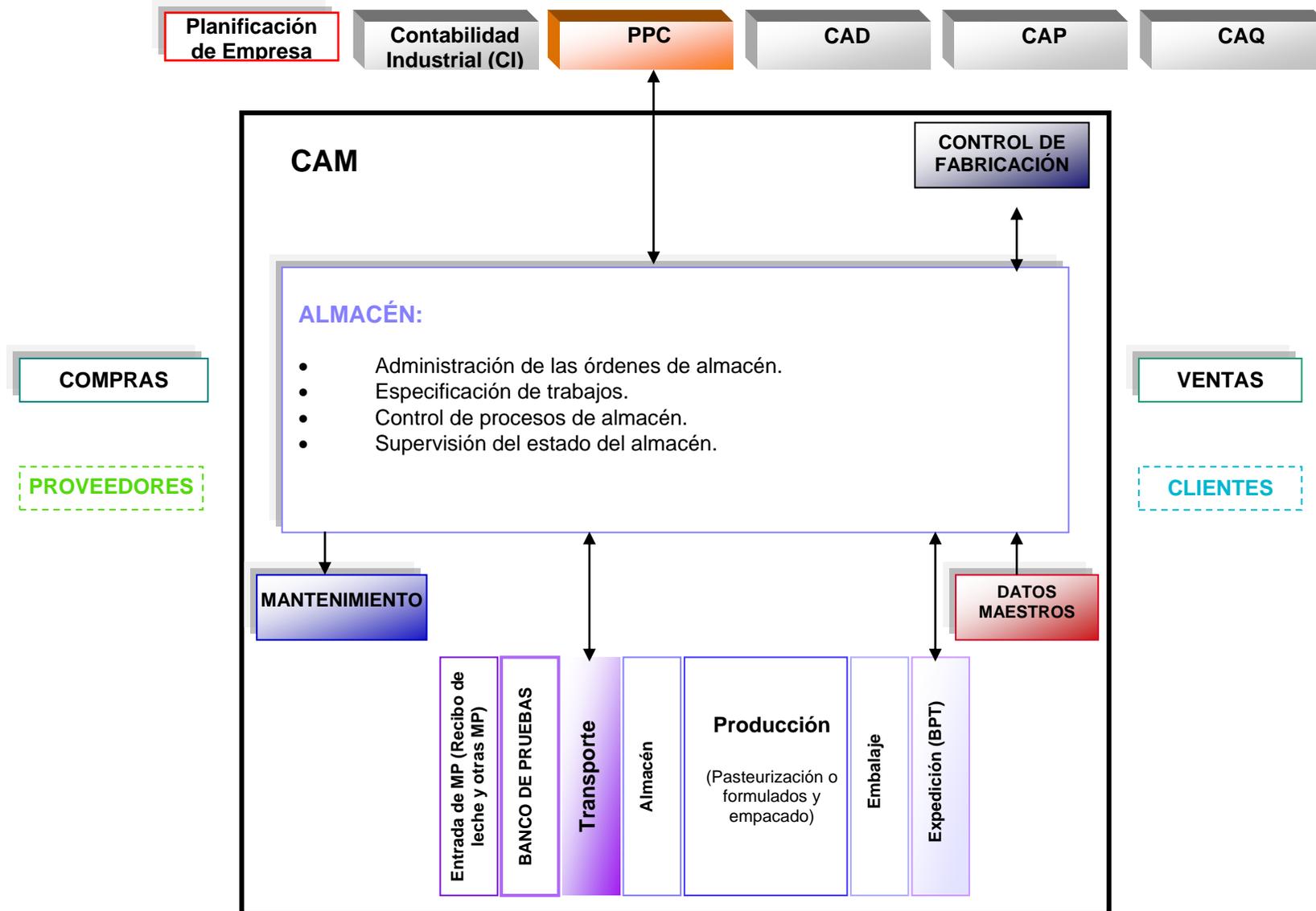


Tabla 10. ALMACÉN. INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
ALMACÉN – PPC	⇒	Movimientos de almacén, variación de existencias, diferencia de inventario.
	⇐	Lista de lanzamiento, activación de inventario, reserva de materiales, consulta de existencias.
ALMACÉN – CTRL. DE FABRICACIÓN.	⇒	Datos de situación, progreso de las órdenes.
	⇐	Orden de Almacén.
ALMACÉN – TRANSPORTE	⇒	Activación de transporte de materiales y herramientas, transporte por tuberías de leche cruda, supervisión de cantidad.
	⇐	Anuncio de transporte.
ALMACÉN – EXPEDICIÓN.	⇒	Datos locales de existencias.
	⇐	Orden de preparación y salida de almacén.
ALMACÉN – MANTENIMIENTO	⇒	Comunicación de perturbación, tiempo de ciclo, obtención datos máquina (MDA), reporte de fallas, especificaciones (temperaturas, tiempos).
	⇐	Instructivos para manipulación.
ALMACÉN – DATOS MAESTROS	⇐	Datos maestros de piezas, estructura del producto, herramientas, medios de producción.

Figura 32. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON ALMACÉN

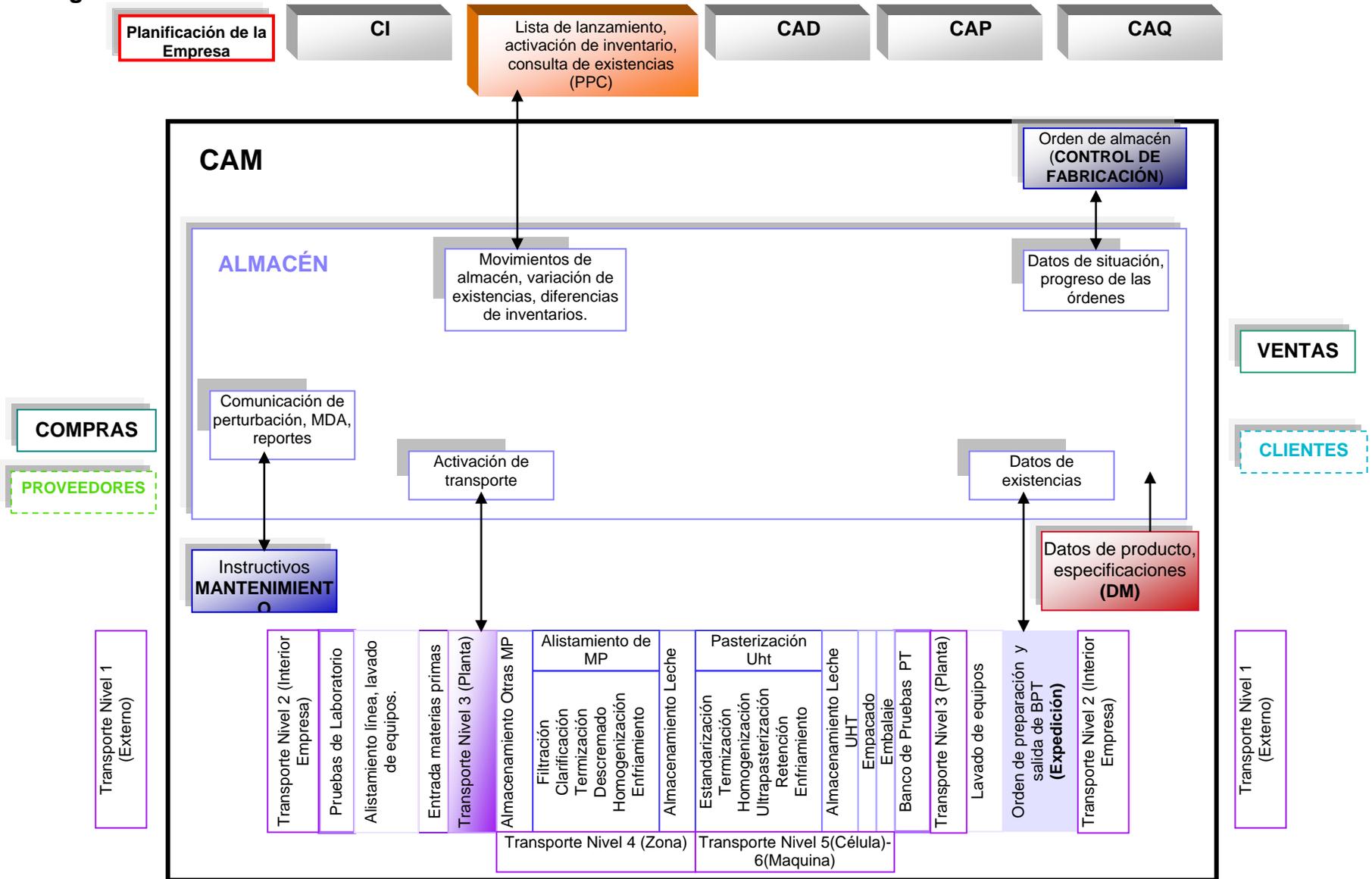


Figura 33. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON TRANSPORTE

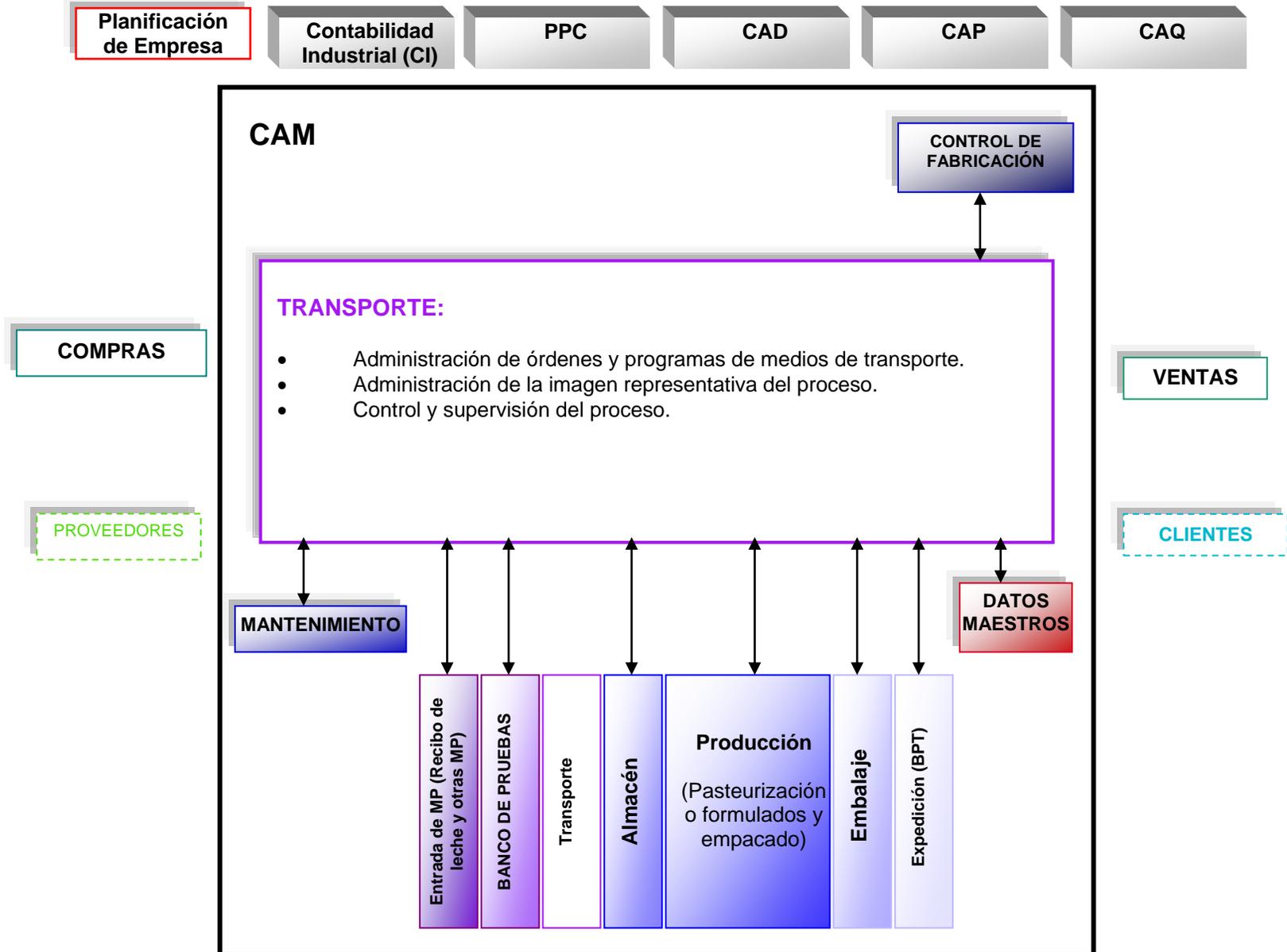


FIGURA 34. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON TRANSPORTE

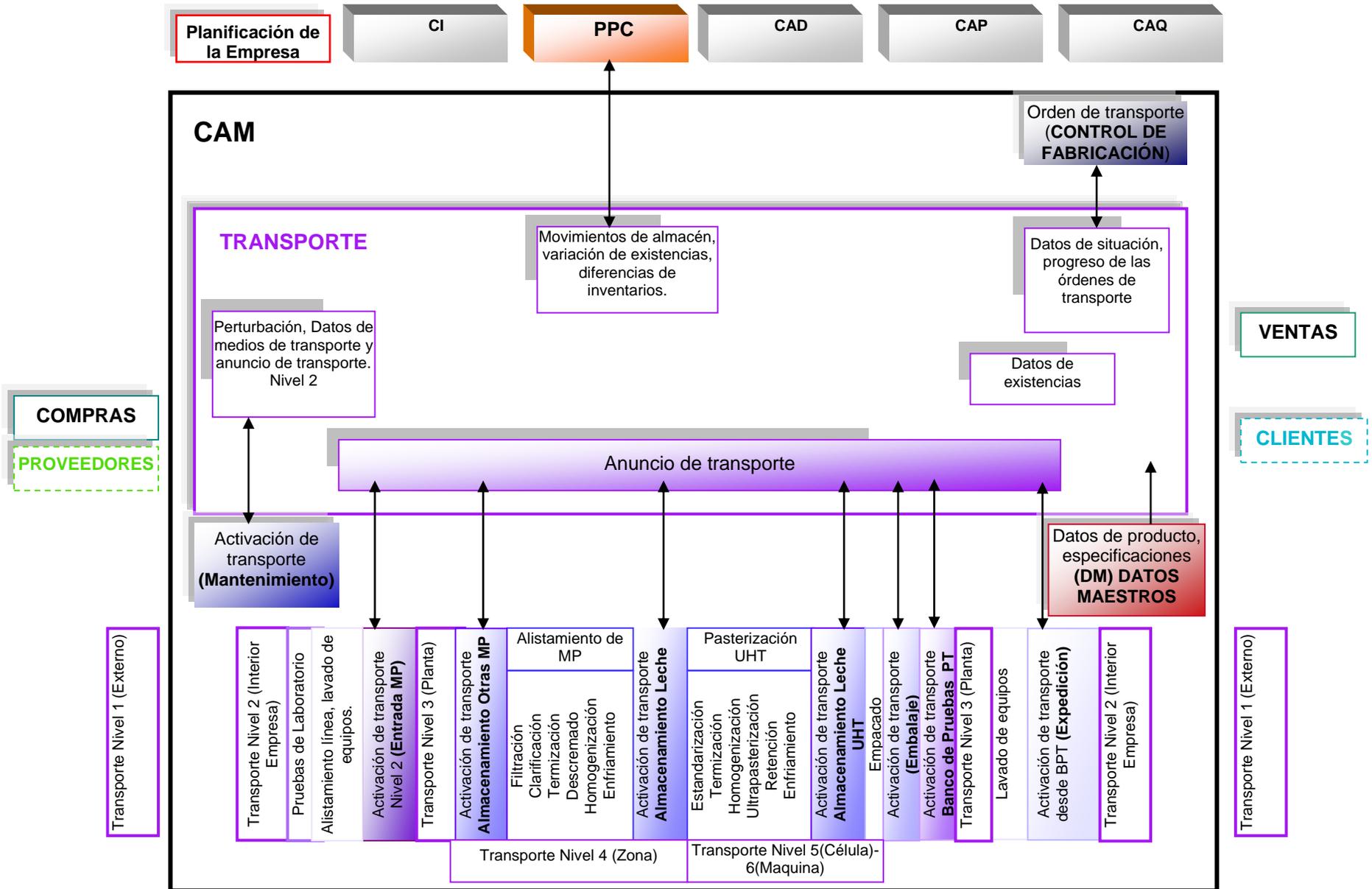


Figura 35. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON PRODUCCIÓN

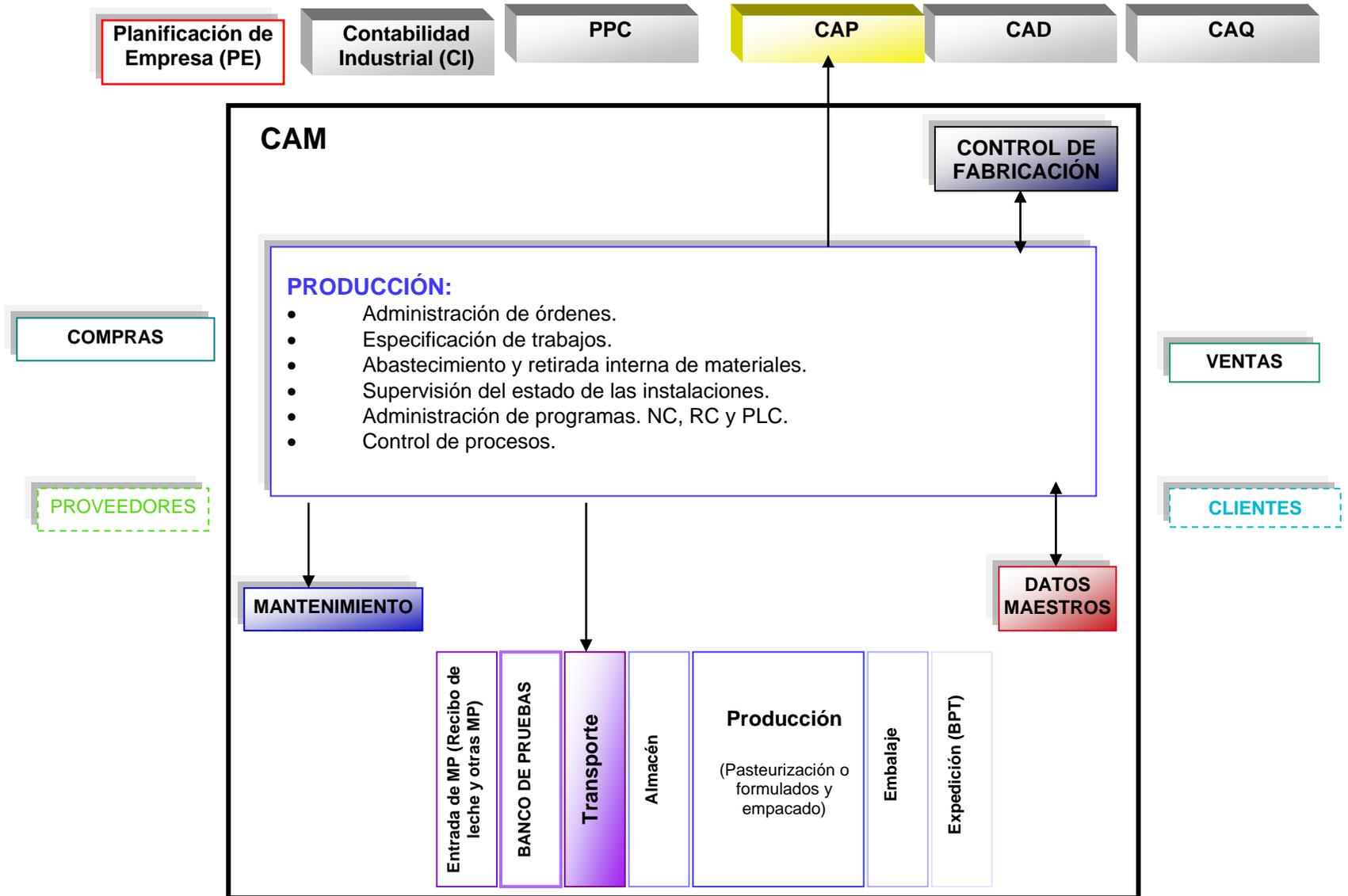


Tabla 12. PRODUCCIÓN – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
PRODUCCIÓN – CAP	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Datos de corrección (programa, documentación de trabajo)</p> <p>-----</p>
PRODUCCIÓN – CTRL. DE FABRICACIÓN.	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Datos de situación (unidades producidas, unidades imperfectas, variedad de productos, etc.), progreso de las órdenes, solicitud / devolución de materiales y herramientas, comunicación de errores en el programa o en la documentación.</p> <p>Orden de producción (pasteurización y formulados), Orden de adecuación de medios de producción a producto en proceso</p>
PRODUCCIÓN – TRANSPORTE	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Activación de transporte</p> <p>Anuncio de transporte</p>
PRODUCCIÓN – MANTENIMIENTO	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Comunicación de averías y Datos de Maquina MDA .</p> <p>-----</p>
PRODUCCIÓN – BANCO DE PRUEBAS	<p>⇐</p>	<p>Listados y estadísticas, hoja de acompañamiento (lote, hora de empaçado).</p>
PRODUCCIÓN – DATOS MAESTROS	<p>⇐</p>	<p>Datos de la orden de taller, dibujos, listas de piezas, datos de herramientas / medios de producción, programas NC (Control Numérico), RC (Control Robotizado), PLC (Control Lógico Programado), verificación de procesos.</p>

Figura 36. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON PRODUCCIÓN

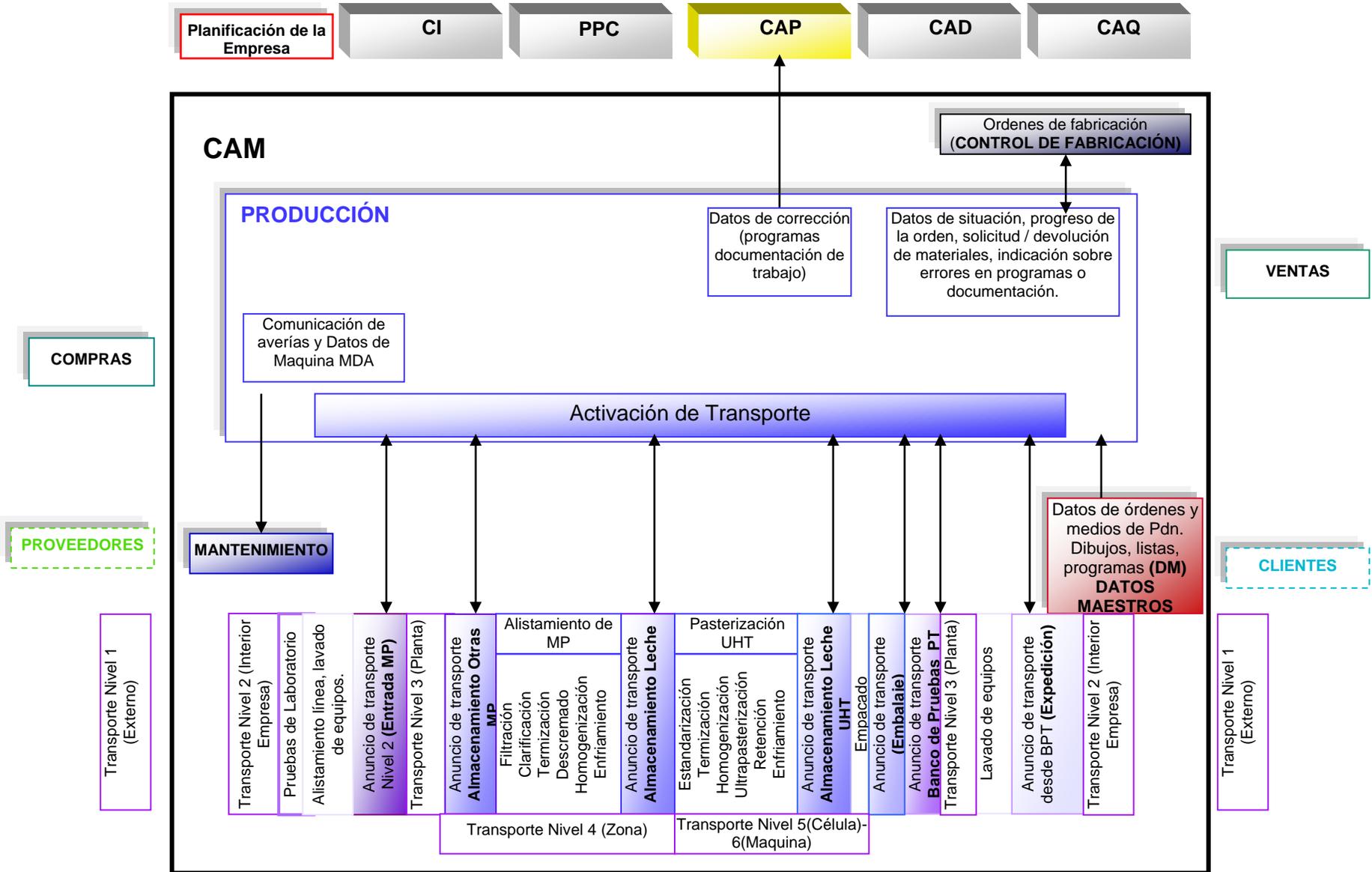


Figura 37. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON EMBALAJE

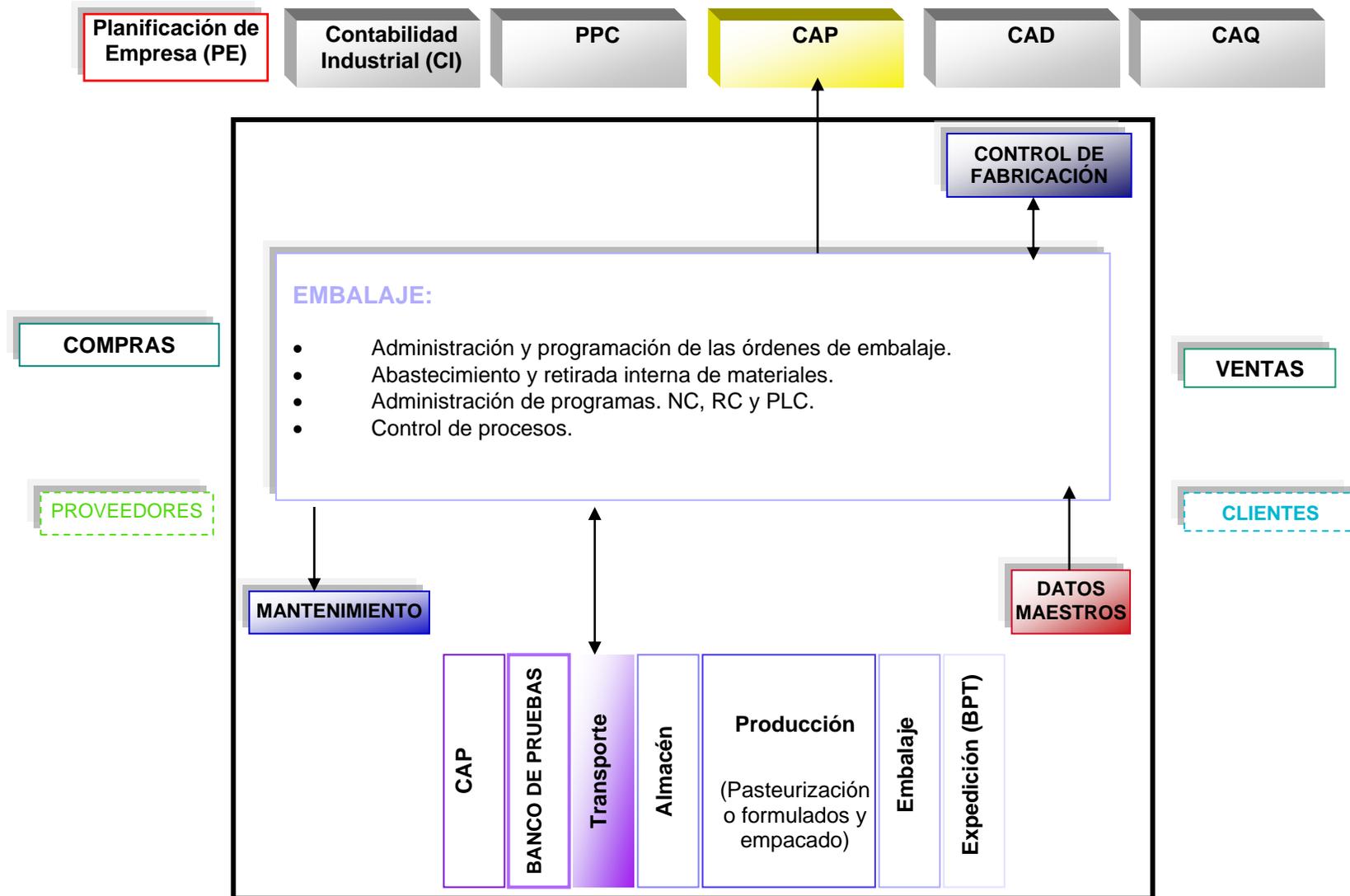


Tabla 13. EMBALAJE – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
EMBALAJE – CAP	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Datos de corrección (programa, documentación de trabajo)</p> <p>-----</p>
EMBALAJE – CTRL. DE FABRICACIÓN.	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Datos de situación (unidades embaladas, unidades imperfectas, variedad de productos, etc.), progreso de las órdenes, solicitud / devolución de materiales y herramientas, comunicación de errores en el programa o en la documentación.</p> <p>Orden de embalaje.</p>
EMBALAJE – TRANSPORTE	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Activación de transporte</p> <p>Anuncio del transporte</p>
EMBALAJE – MANTENIMIENTO	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Perturbación, orden de mantenimiento.</p> <p>-----</p>
EMBALAJE – DATOS MAESTROS	<p>⇐</p>	<p>Datos maestros de clientes, órdenes de clientes, listas de piezas (expedición)</p>

Figura 38. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON EMBALAJE

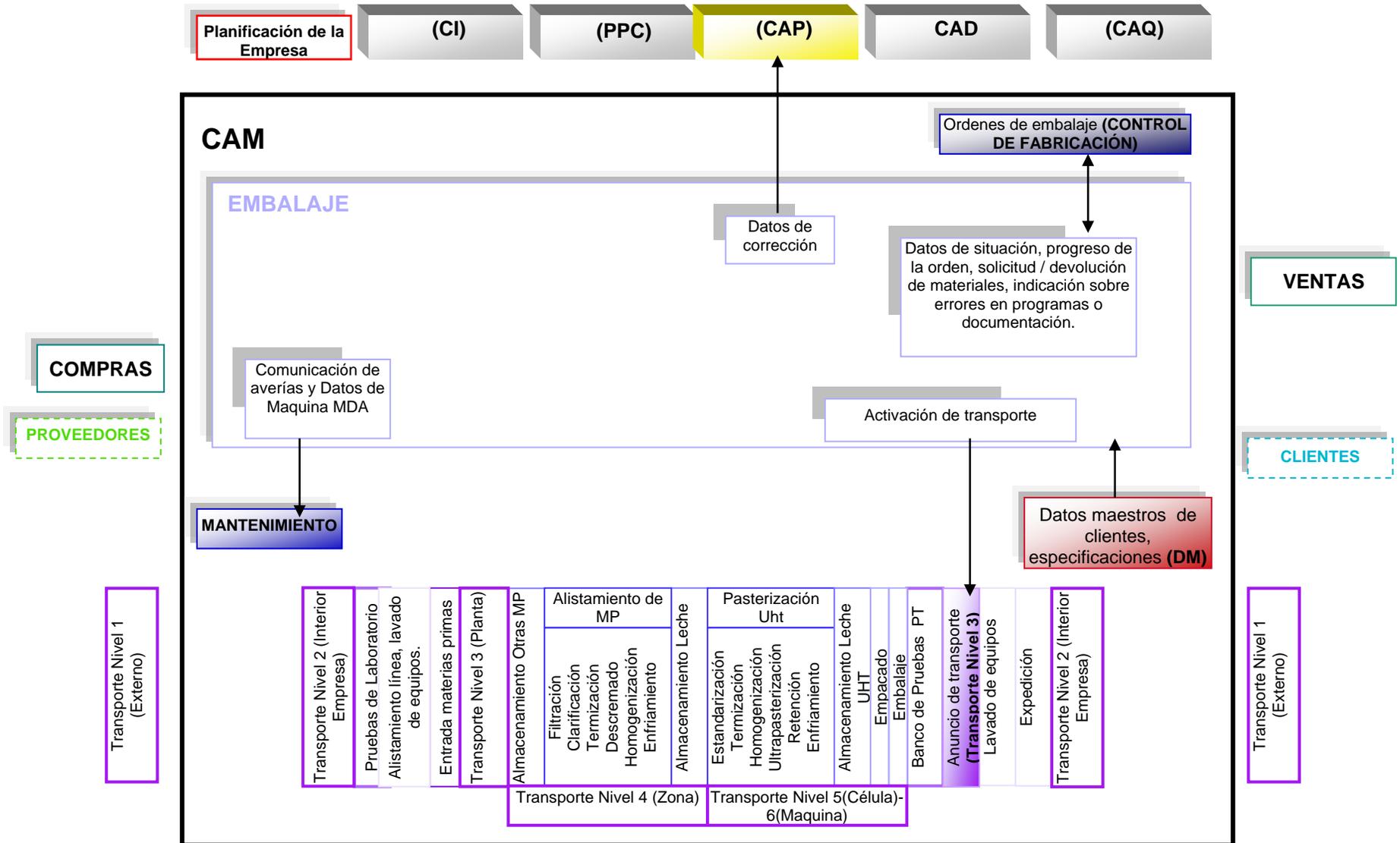


Figura 39. DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON BANCO DE PRUEBAS

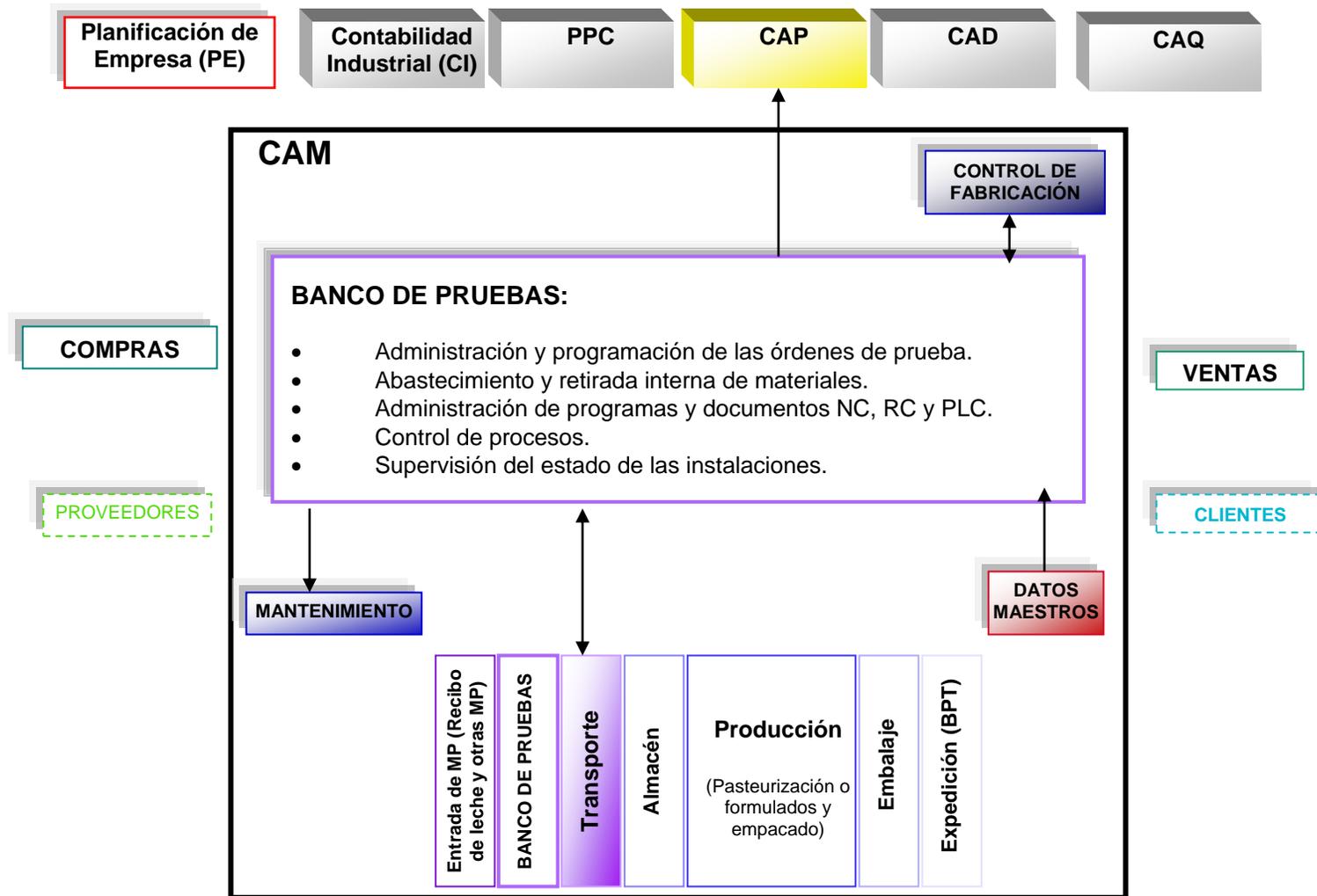


Tabla 14. BANCO DE PRUEBAS – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
BANCO DE PRUEBAS – CAP	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Datos de corrección (programa, documentación de trabajo)</p> <p>-----</p>
BANCO DE PRUEBAS – CTRL. DE FABRICACIÓN.	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Datos de situación (unidades embaladas, unidades imperfectas, variedad de productos, etc.), progreso de las órdenes, solicitud / devolución de materiales y herramientas, comunicación de errores en el programa o en la documentación.</p> <p>Orden de verificación.</p>
BANCO DE PRUEBAS – TRANSPORTE	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Activación de transporte</p> <p>Anuncio del transporte</p>
BANCO DE PRUEBAS – MANTENIMIENTO	<p>⇒</p> <p>⇐</p>	<p>Perturbación, tiempo de funcionamiento.</p> <p>-----</p>
BANCO DE PRUEBAS – DATOS MAESTROS	<p>⇐</p>	<p>Programas de verificación, datos e materiales.</p>

Figura 40. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON BANCO DE PRUEBAS

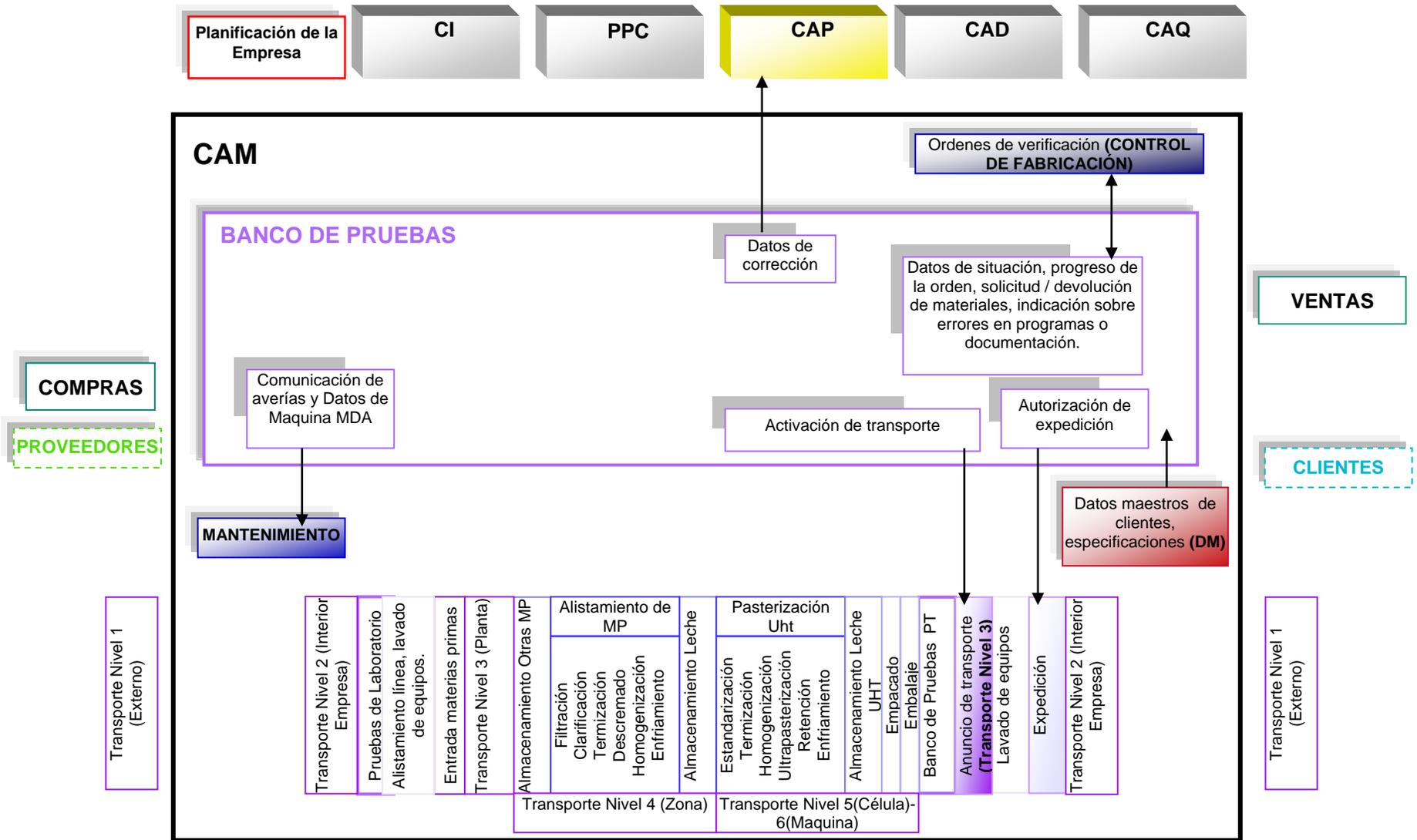


Figura 41. DIAGRAMA DE INTERRELACION DE ESTRUCTURAS FUNCIONALES CON EXPEDICIÓN

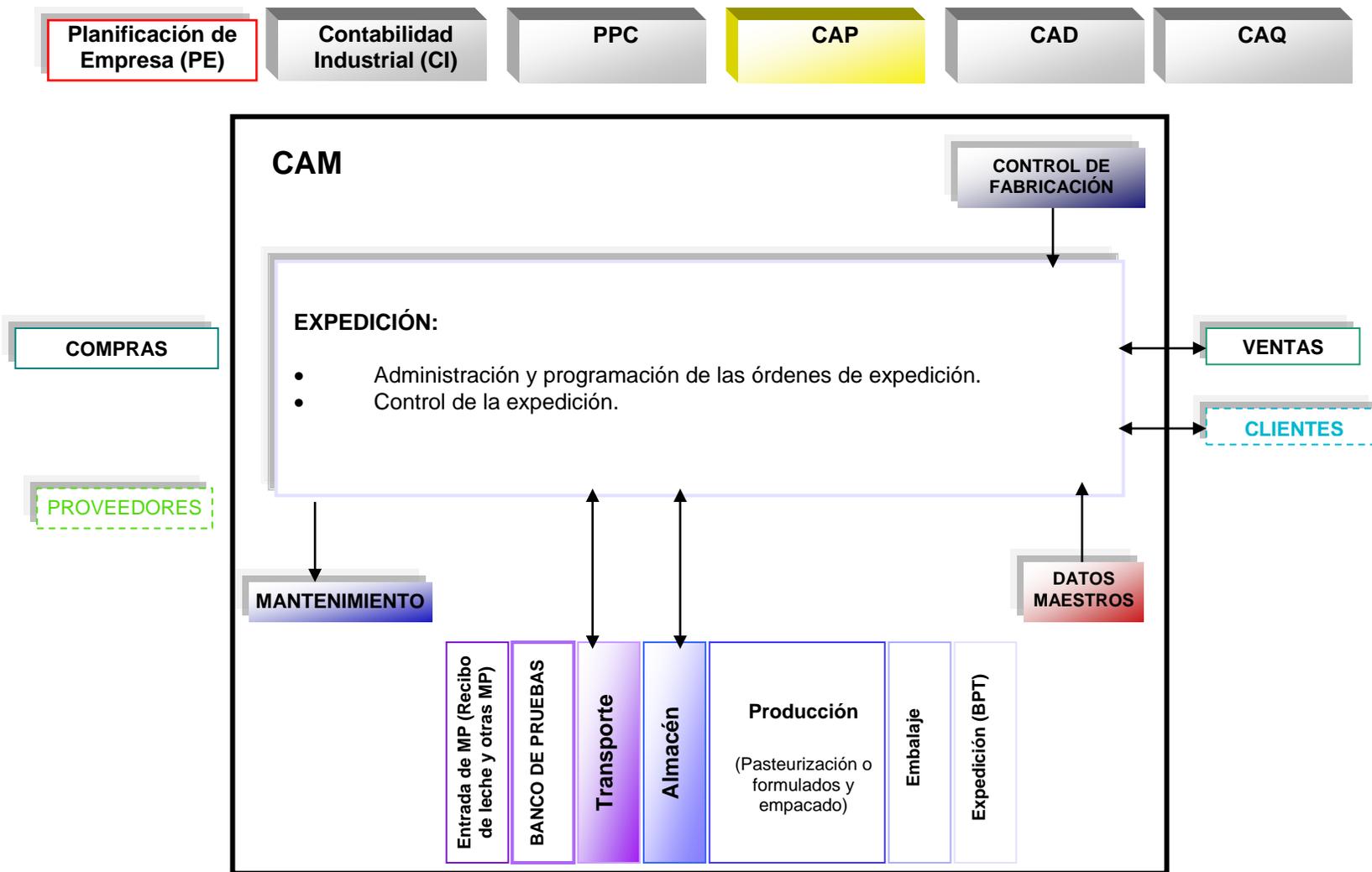


Tabla 15. EXPEDICIÓN – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
EXPEDICIÓN – VENTAS	⇒	Comunicación de terminación
	⇐	Orden de expedición, autorización suministro.
EXPEDICIÓN – CTRL. DE FABRICACIÓN.	⇒	-----
	⇐	Asignación y autorización de PT, anuncio de transporte.
EXPEDICIÓN - ALMACÉN	⇒	Orden de preparación y salida de almacén.
	⇐	Datos locales de existencias
EXPEDICIÓN – TRANSPORTE	⇒	Activación de transporte
	⇐	Anuncio del transporte
EXPEDICIÓN – MANTENIMIENTO	⇒	Perturbación, orden de mantenimiento.
	⇐	-----
EXPEDICIÓN – DATOS MAESTROS	⇐	Datos maestros de clientes, órdenes de clientes, listas de productos (expedición)
EXPEDICIÓN - CLIENTES	⇒	Documentación de expedición.
	⇐	Confirmación de recepción.
EXPEDICIÓN – TRANSPORTE EXTERNO	⇒	Orden de transporte.
	⇐	Factura de portes (Flete)

Figura 42. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON DOMINIO EXPEDICIÓN

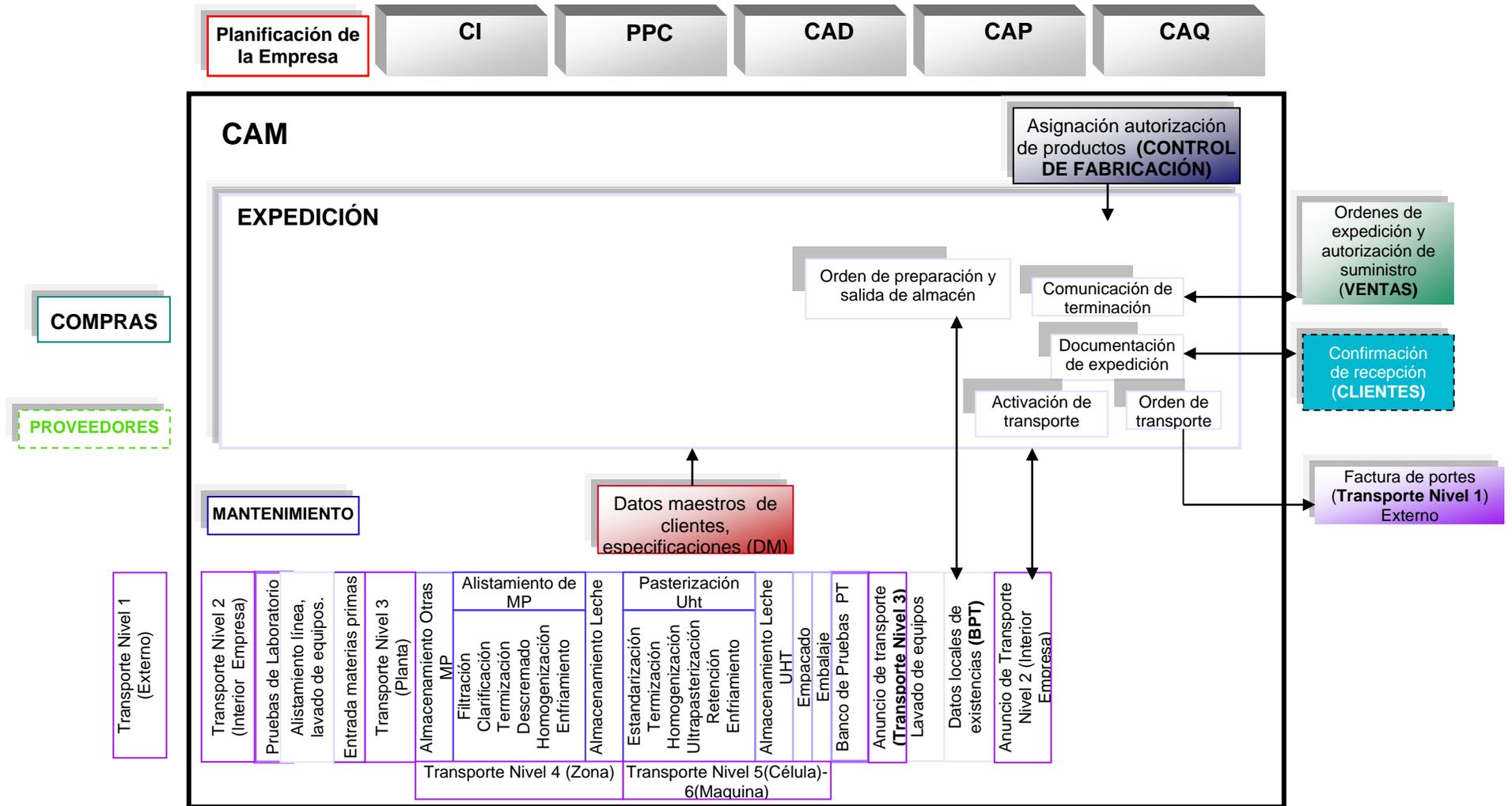
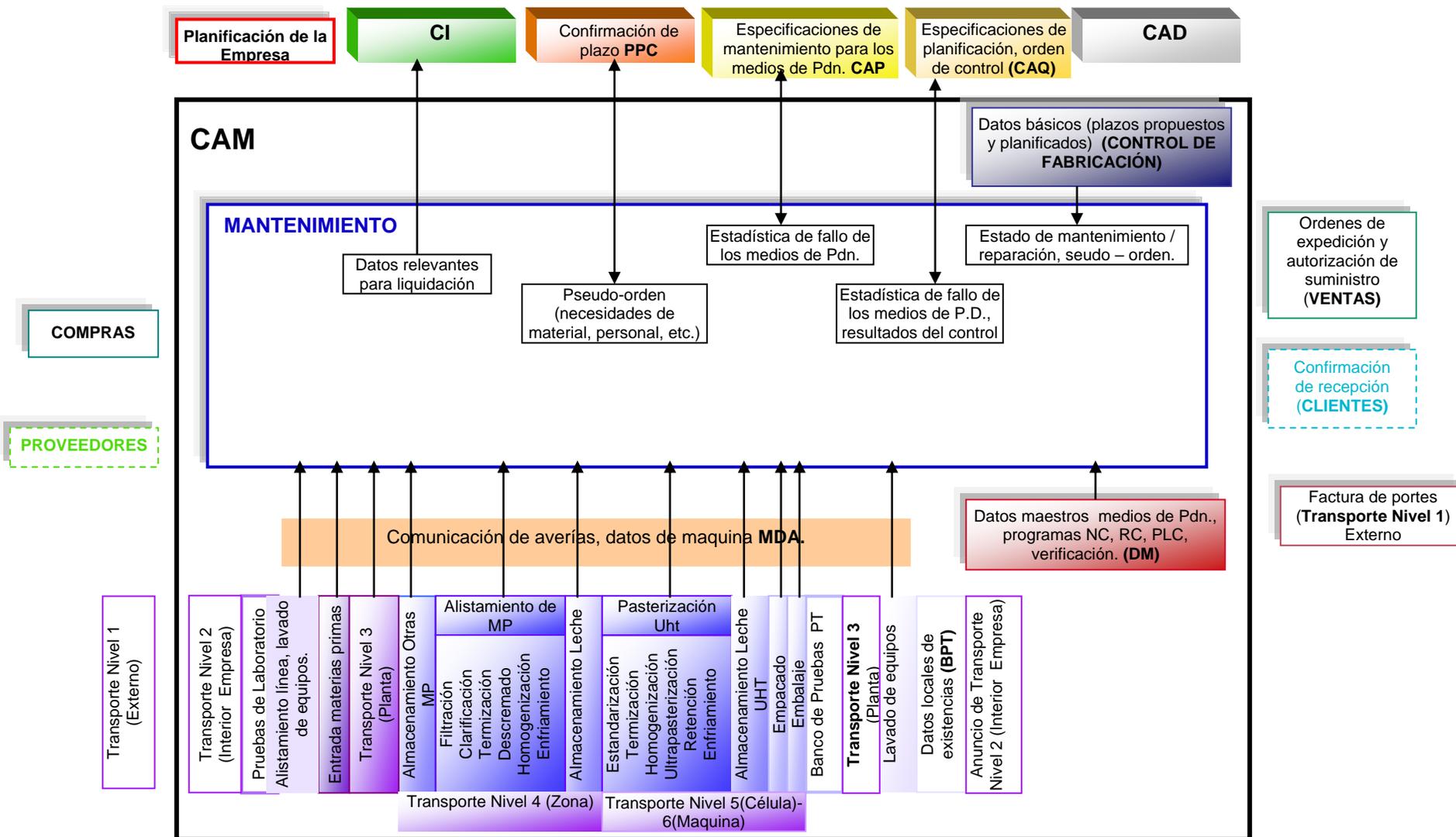


Tabla 16. MANTENIMIENTO – INTERFACES Y CONTENIDO DE DATOS.

INTERFAZ		CONTENIDO DE DATOS
MANTENIMIENTO – CONTABILIDAD INDUSTRIAL	⇒ ⇐	Datos relevantes para la liquidación. -----
MANTENIMIENTO – PPC	⇒ ⇐	Seudo – orden (necesidades de materias primas, personal, fecha y duración previsible) Confirmación de plazo
MANTENIMIENTO - CAP	⇒ ⇐	Estadística de fallo de los medios de P.D. Especificaciones de planificación, orden de control
MANTENIMIENTO – CAQ	⇒ ⇐	Estadística de fallo de los medios de producción, resultados del control. Especificaciones de planificación, orden de control.
MANTENIMIENTO – CONTROL DE FABRICACIÓN	⇒ ⇐	Estado de mantenimiento / reparación, seudo -orden Datos básicos (plazos propuestos y planificados)
MANTENIMIENTO – ENTRAD DE MP ALMACÉN PRODUCCIÓN BANCO DE PRUEBAS EMBALAJE EXPEDICIÓN	⇐ ⇒	----- Comunicación de averías, datos de maquina MDA
MANTENIMIENTO - TRANSPORTE	⇒ ⇐	Activación de transporte Anuncio de transporte
MANTENIMIENTO – DATOS MAESTROS	⇐	Datos de herramienta, medios de producción, materiales, programas NC, RC, PLC, verificación, procesos de verificación

Figura 43. DIAGRAMA DE INTERCAMBIO DE DATOS CON DOMINIO MANTENIMIENTO



4.4 CONSTRUCCIÓN DEL ESQUEMA DINÁMICO AUXILIAR

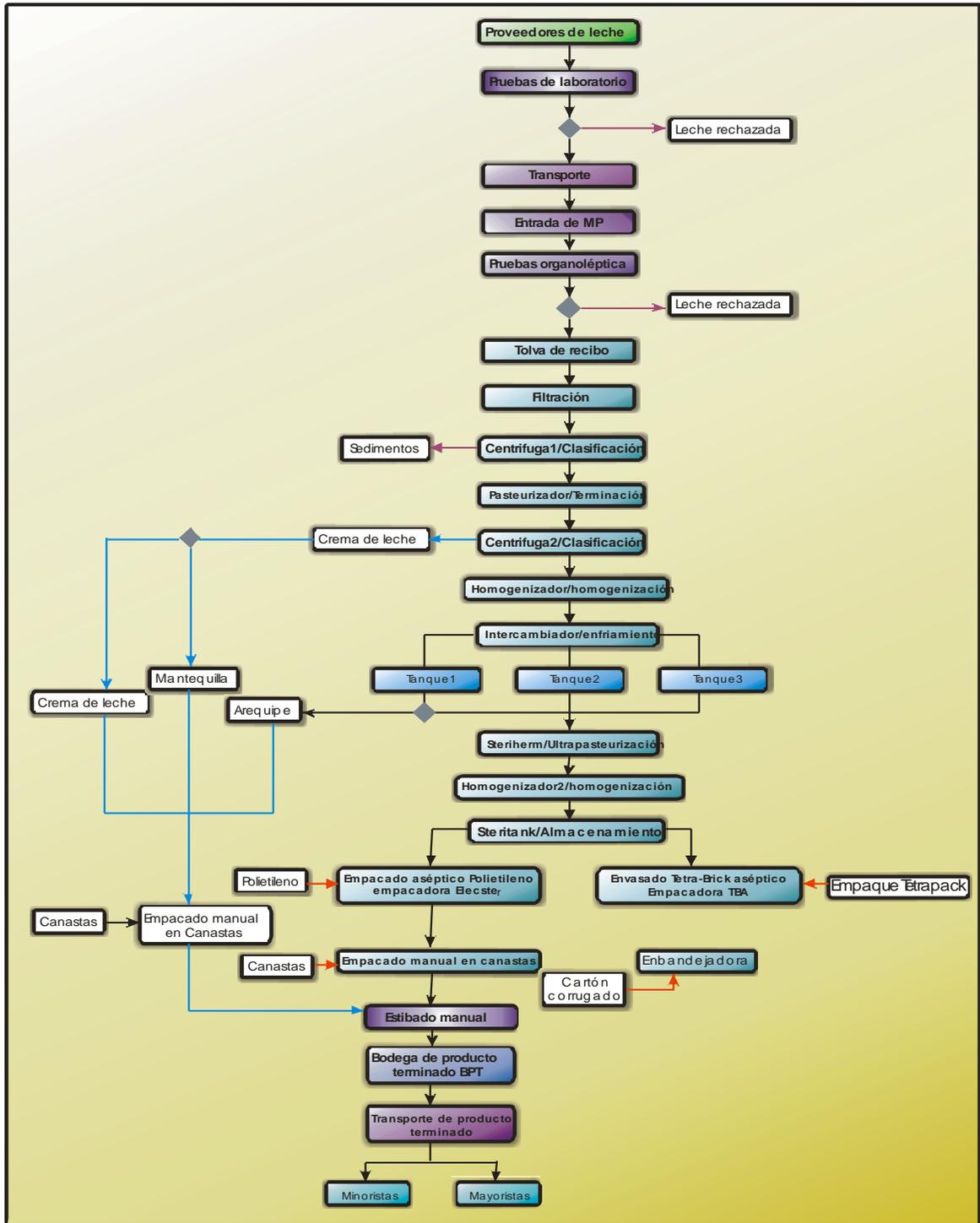
En la empresa productiva hay movimientos de materias primas, cantinas, insumos, mercancías, productos en proceso y terminados, contenedores, canastas, etc., y en relación con este movimiento físico de “elementos” coexiste un flujo “intangible” físicamente (datos, señales, información) y/o tangible (documentos físicos o digitales).

Todo proceso básico debe ser activado o disparado por una o varias entradas, que le llegan en el momento apropiado para originar un resultado totalmente definido. Además del resultado hay otras salidas, que, a su vez, pueden convertirse en eventos que disparan en el momento preciso otros procesos en la secuencia de producción.

A modo de ejemplo, en el caso de la ultrapasteurización, el proceso de empaque debe ser disparado cuando exista leche procesada, la empacadora se encuentre lista y exista una orden de empaque. El resultado de este proceso es producto empacado. Sin embargo, hay otras salidas primordiales del mismo proceso como: cuántas unidades se empacaron, en qué turno, qué operario supervisó el proceso y además: desperdicio de material de empaque, productos con no conformidades (rechazados por estar fuera de especificaciones), etc.

Se presenta a continuación un diagrama de flujo que relaciona el proceso productivo básico con los dominios que intervienen con el flujo de materia desarrollado en el mismo.

Figura 44. ESQUEMA DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO BÁSICO.



5. DISEÑO DEL ESQUEMA DE MODELO CIM.

5.1 IDENTIFICACIÓN DEL ESQUEMA ESTÁTICO DE REFERENCIA DE MODELO CIM

El propósito del Esquema de Modelo de Referencia CIM Estático es presentar las funciones que componen el Dominio analizado, las relaciones internas, el contenido y destino de la información que es enviada hacia otros dominios. Es importante aclarar que las funciones relacionadas con un Dominio en el Esquema Estático presentan una independencia del momento y la dinámica generada por los procesos correspondientes.

Descripción del Modelo Seleccionado. Con base en el esquema de Estructura Interna propuesto en ‘CIM Consideraciones Básicas – Siemens. (Baumgartner, Knischewski, Wieding. 1991)’ y a partir de la información condensada en los modelos auxiliares estáticos observados en el capítulo anterior, se obtuvieron las descripciones de las funciones y las relaciones que genera cada dominio en el ejercicio de su naturaleza. Se muestran a continuación los esquemas del Modelo Estático por Dominios.

Figura 45. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO VENTAS

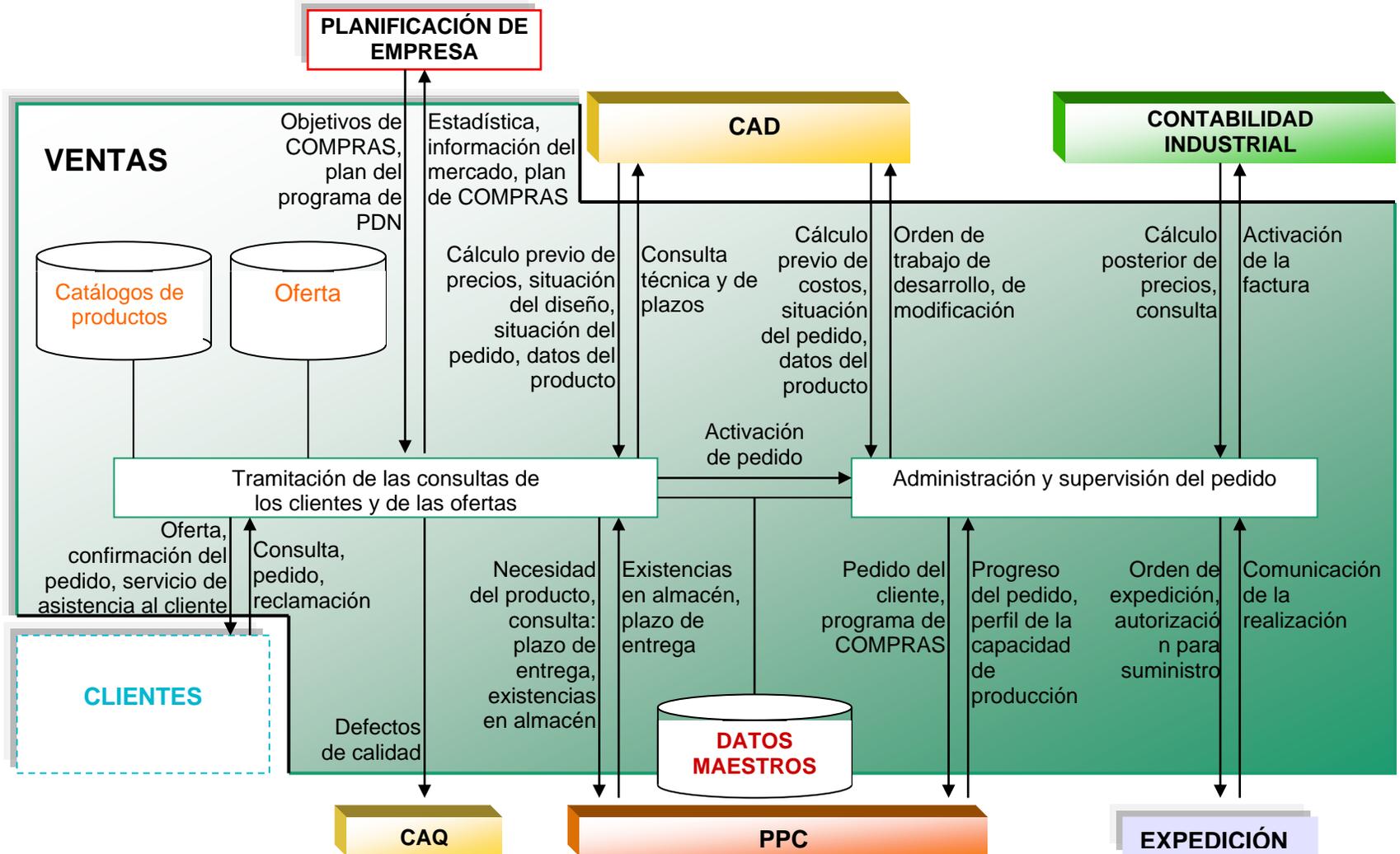


Figura 46. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO COMPRAS

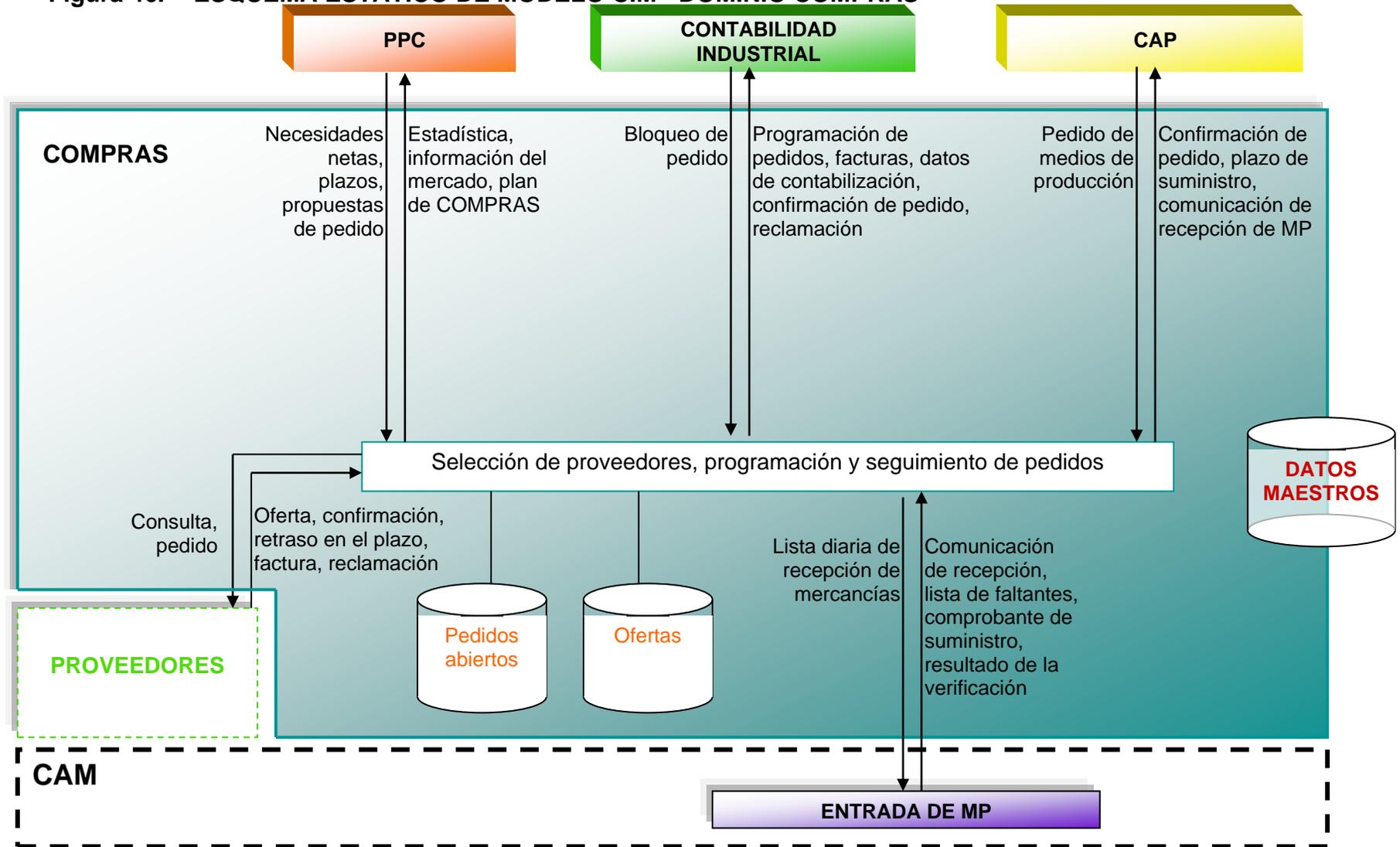


Figura 47. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO PPC

Nivel de dirección de la empresa

Nivel de dirección de taller

Nivel de dirección de producción

Nivel de dirección de proceso

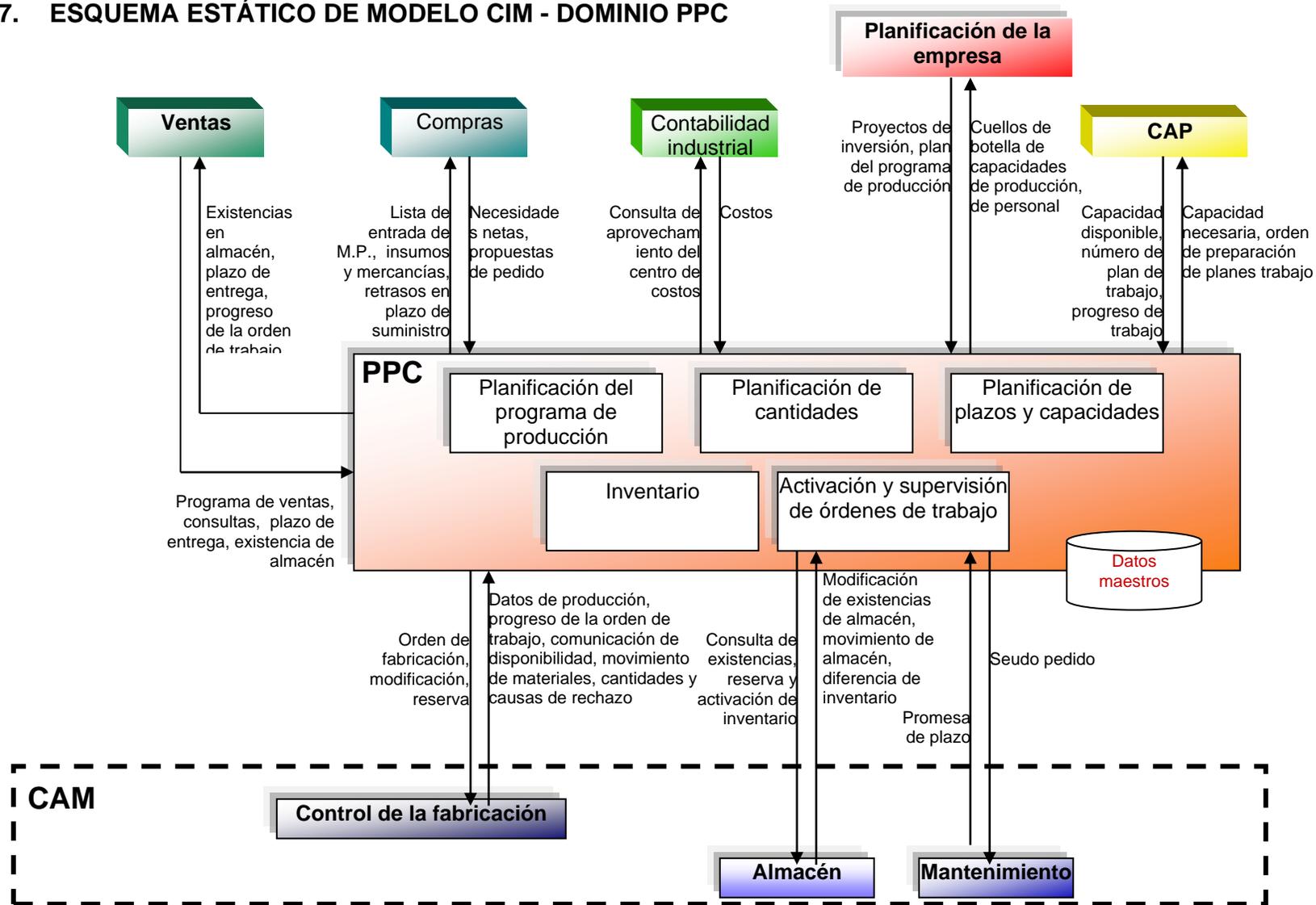


Figura 48. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CAD

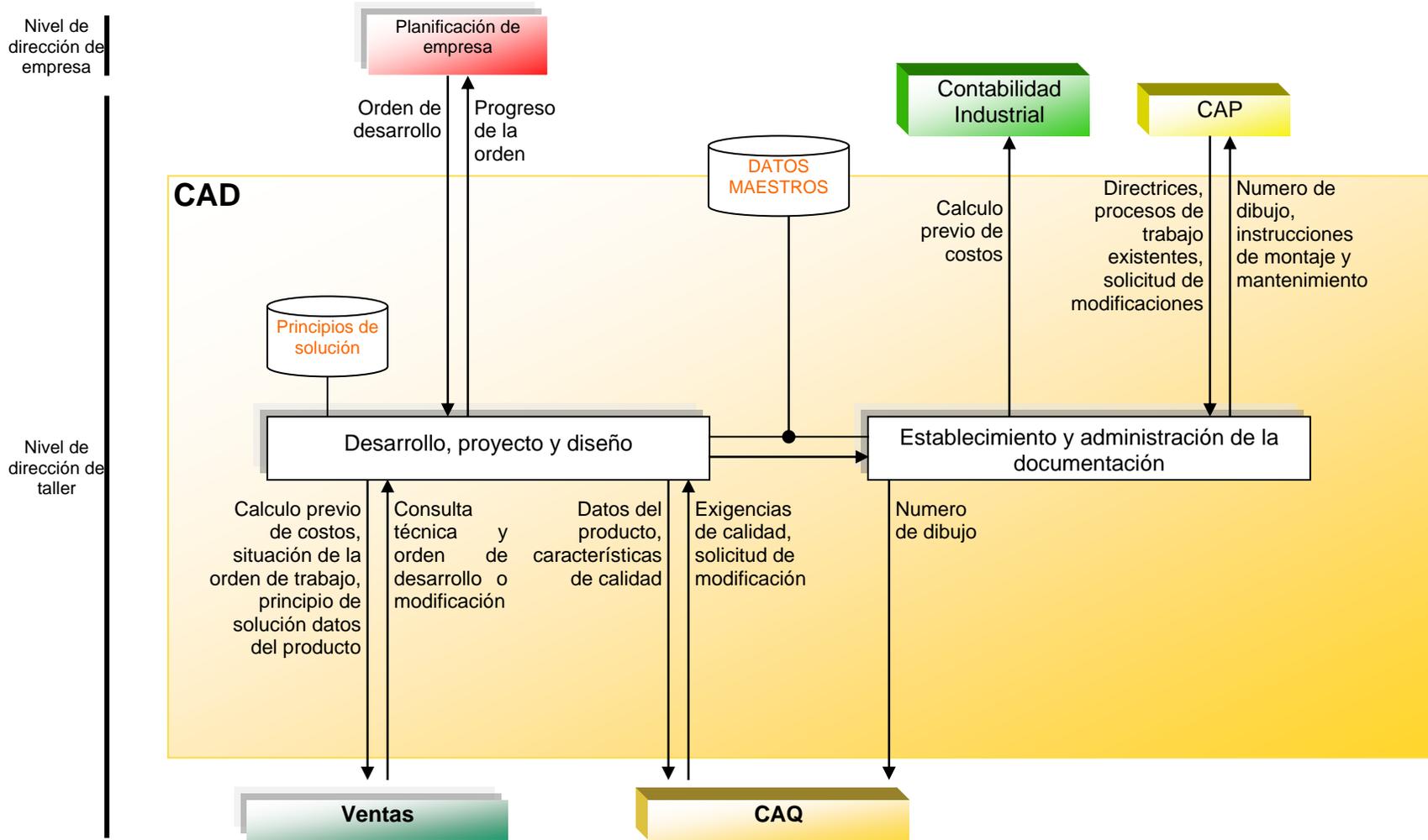


Figura 49. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CAP

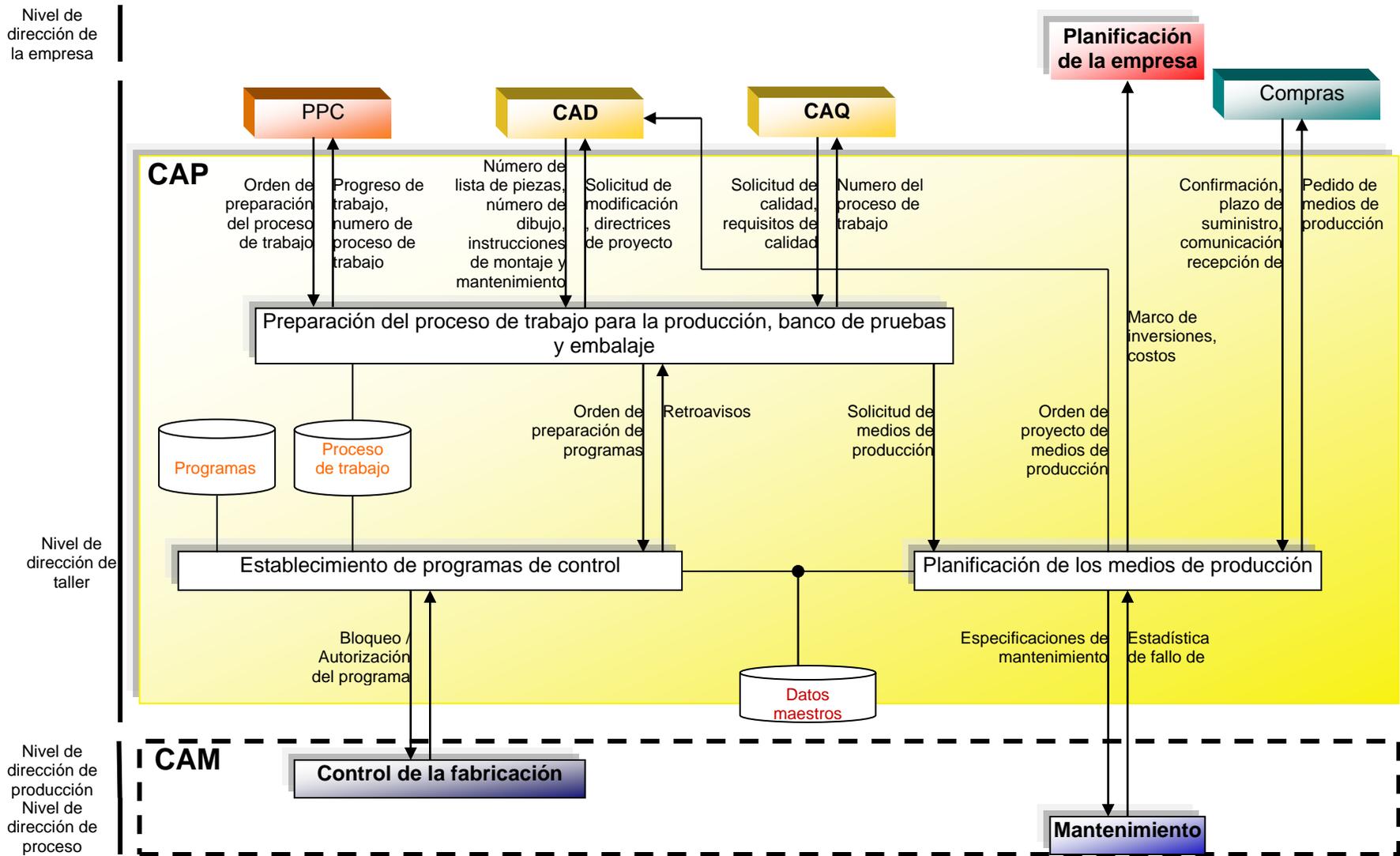


Figura 50. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CAQ

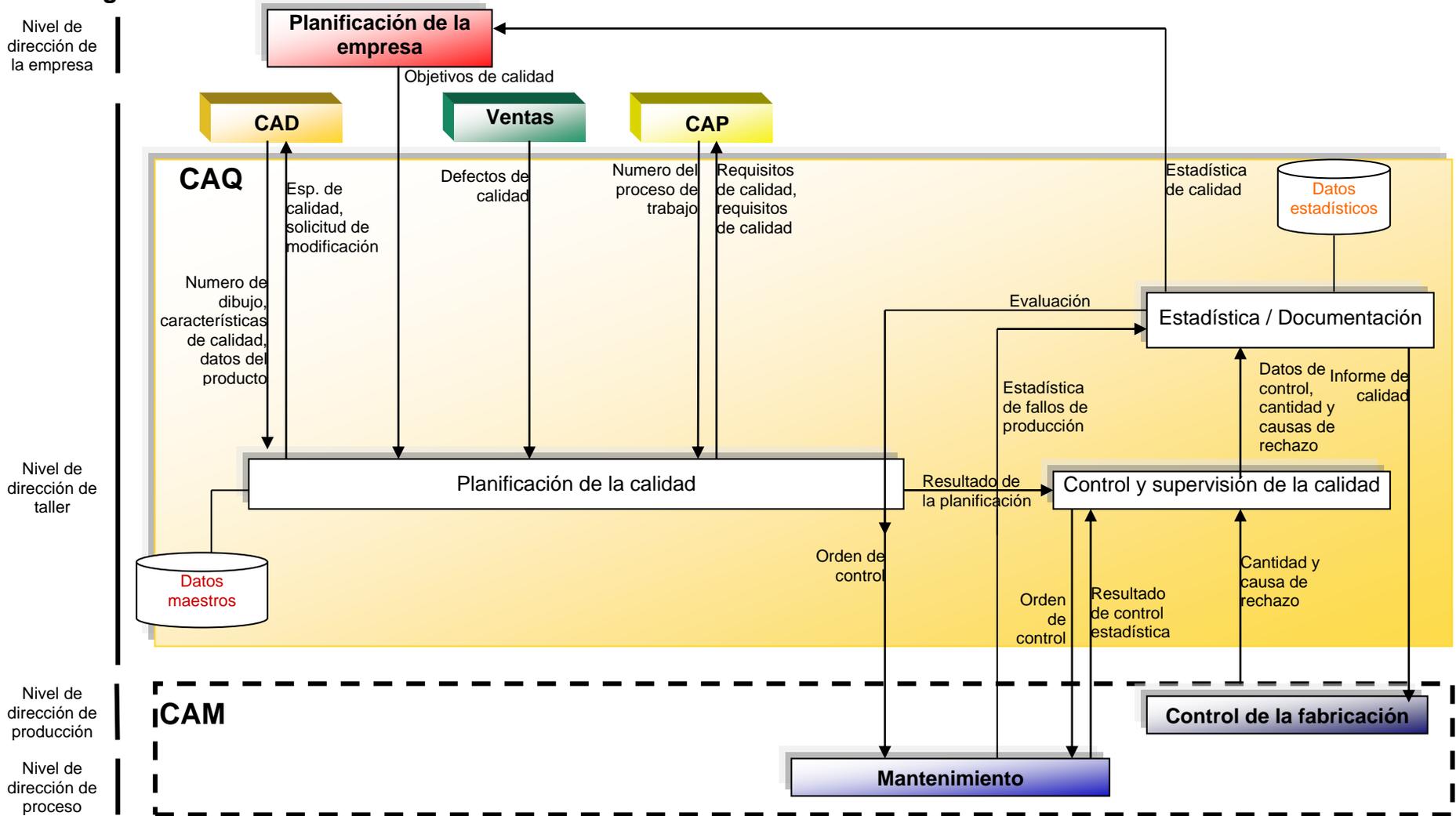


Figura 51. DOMINIO CAM

(CIM Consideraciones Básicas – Siemens. Baumgartner, Knischewski, Wieding. 1991)

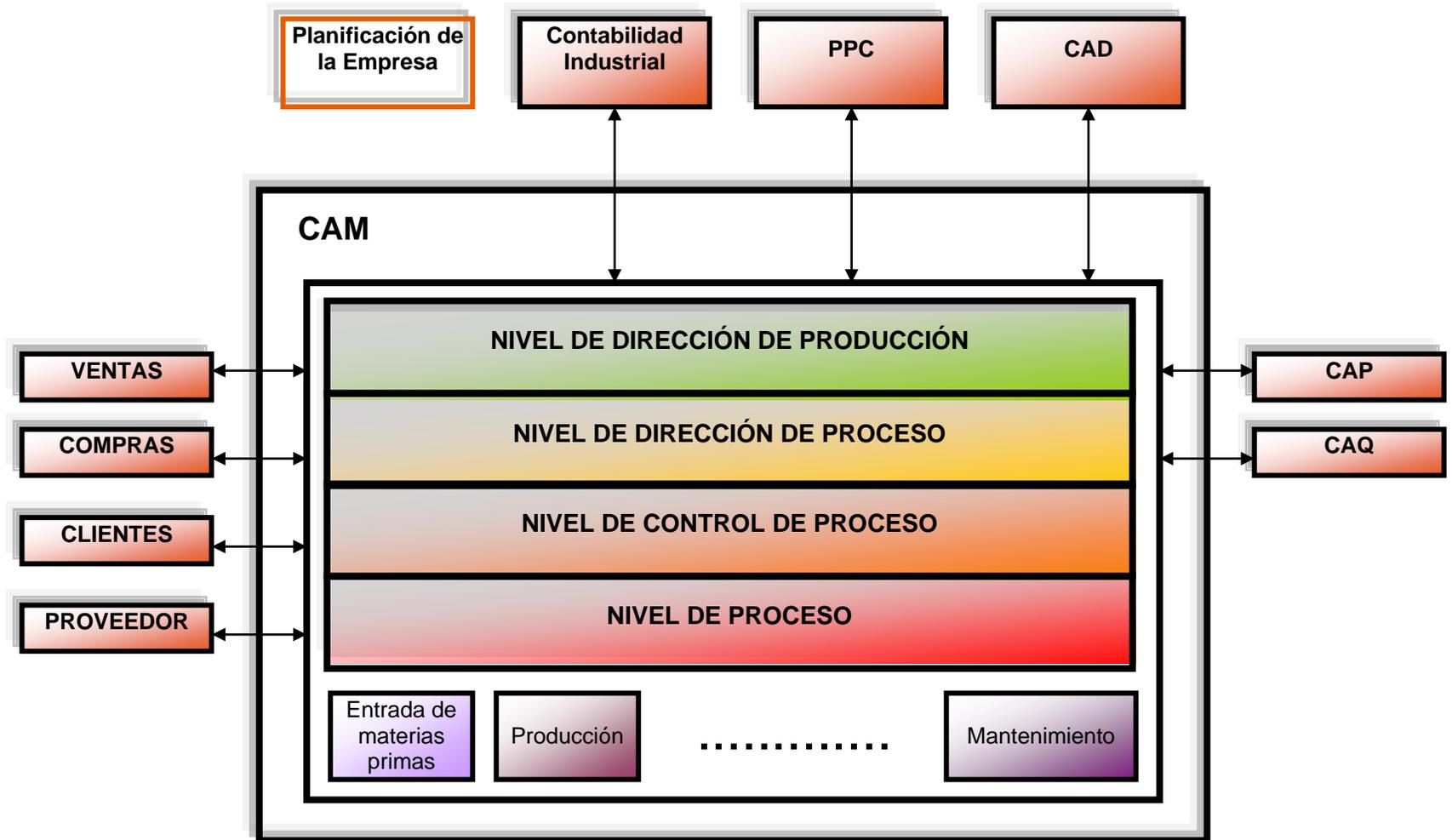


Figura 52. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO CONTROL DE FABRICACIÓN

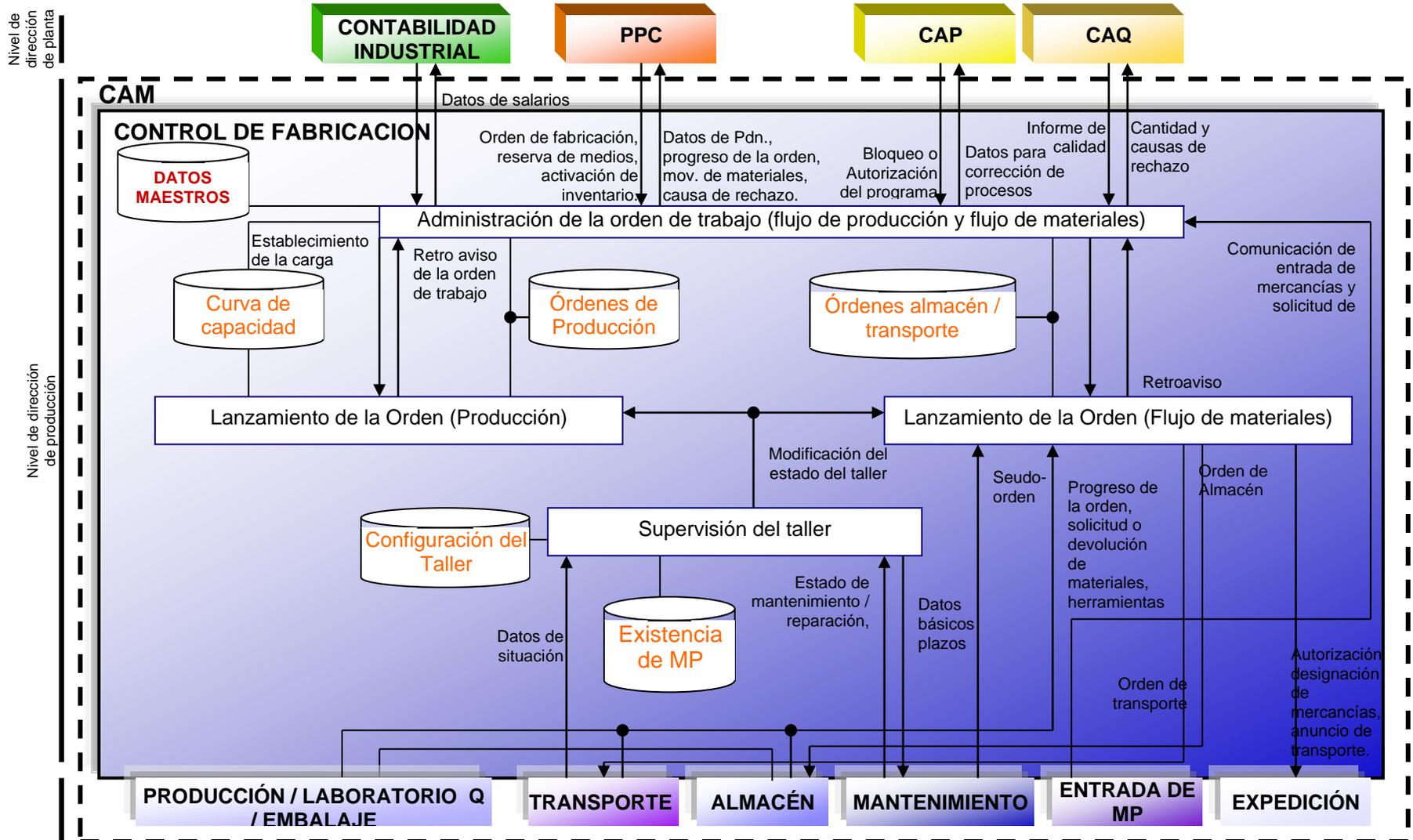


Figura 53. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y MERCANCIAS

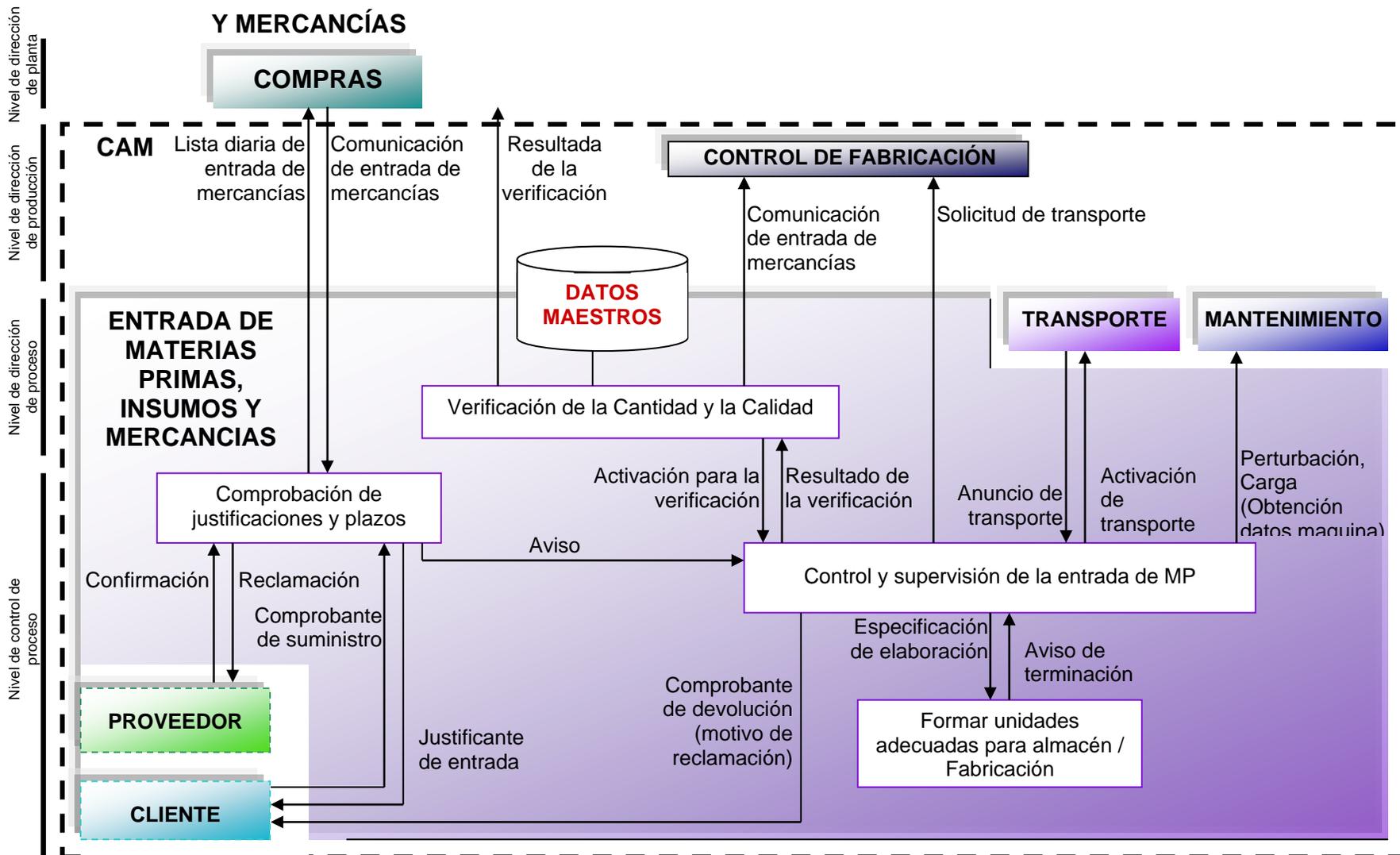


Figura 54. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO ALMACÉN

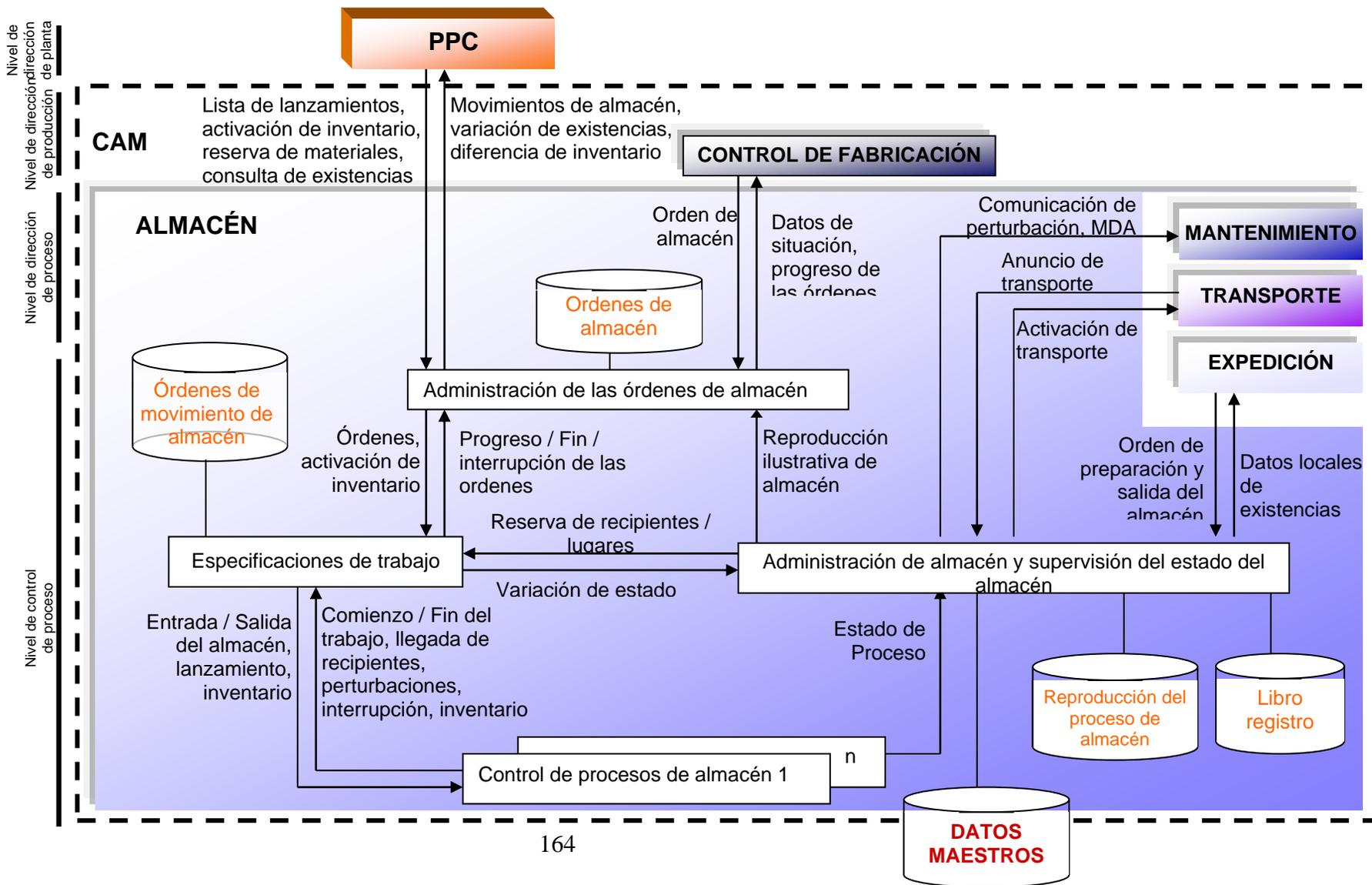


Figura 55. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO TRANSPORTE

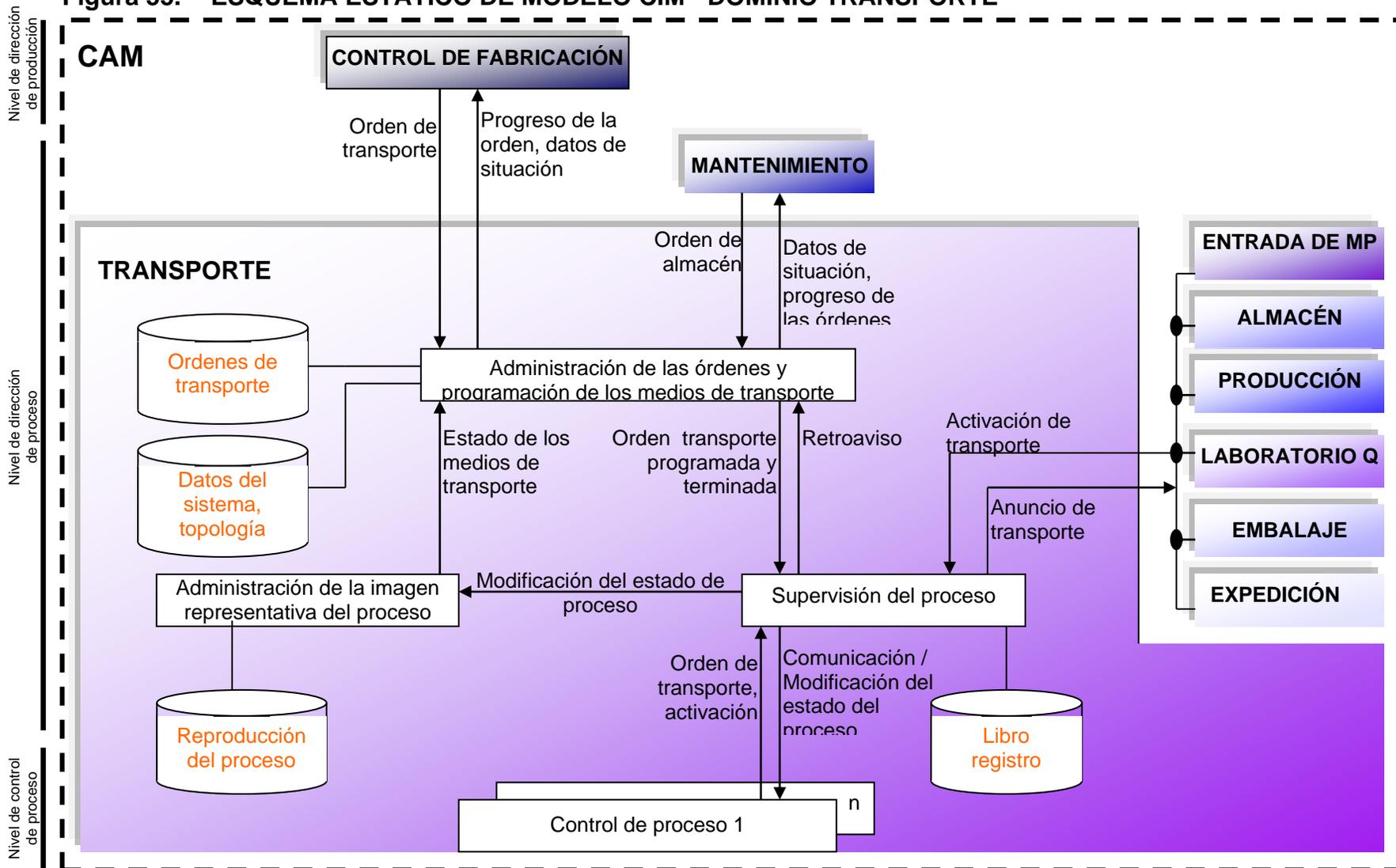


Figura 56. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO PRODUCCIÓN

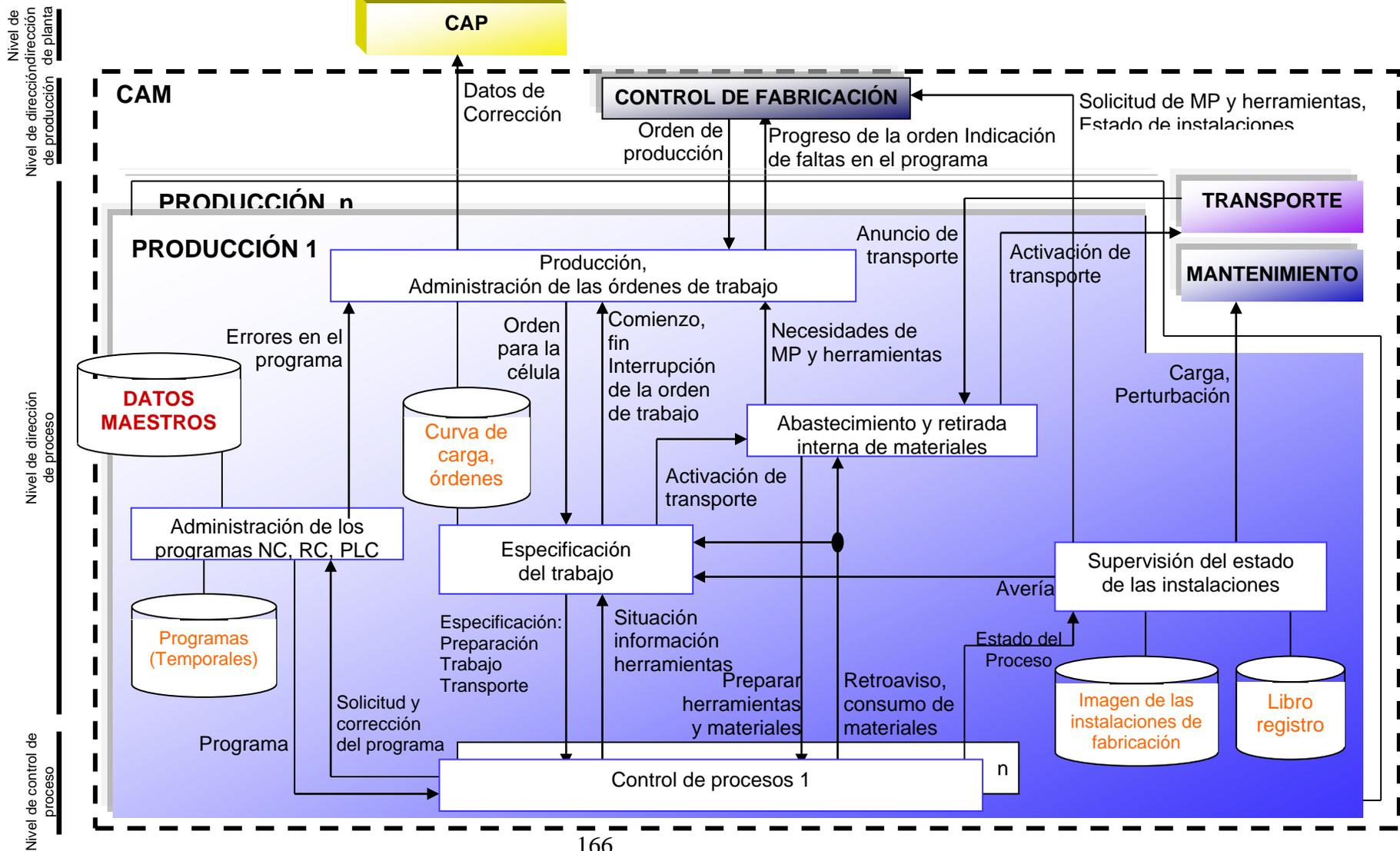


Figura 57. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO BANCO DE PRUEBAS

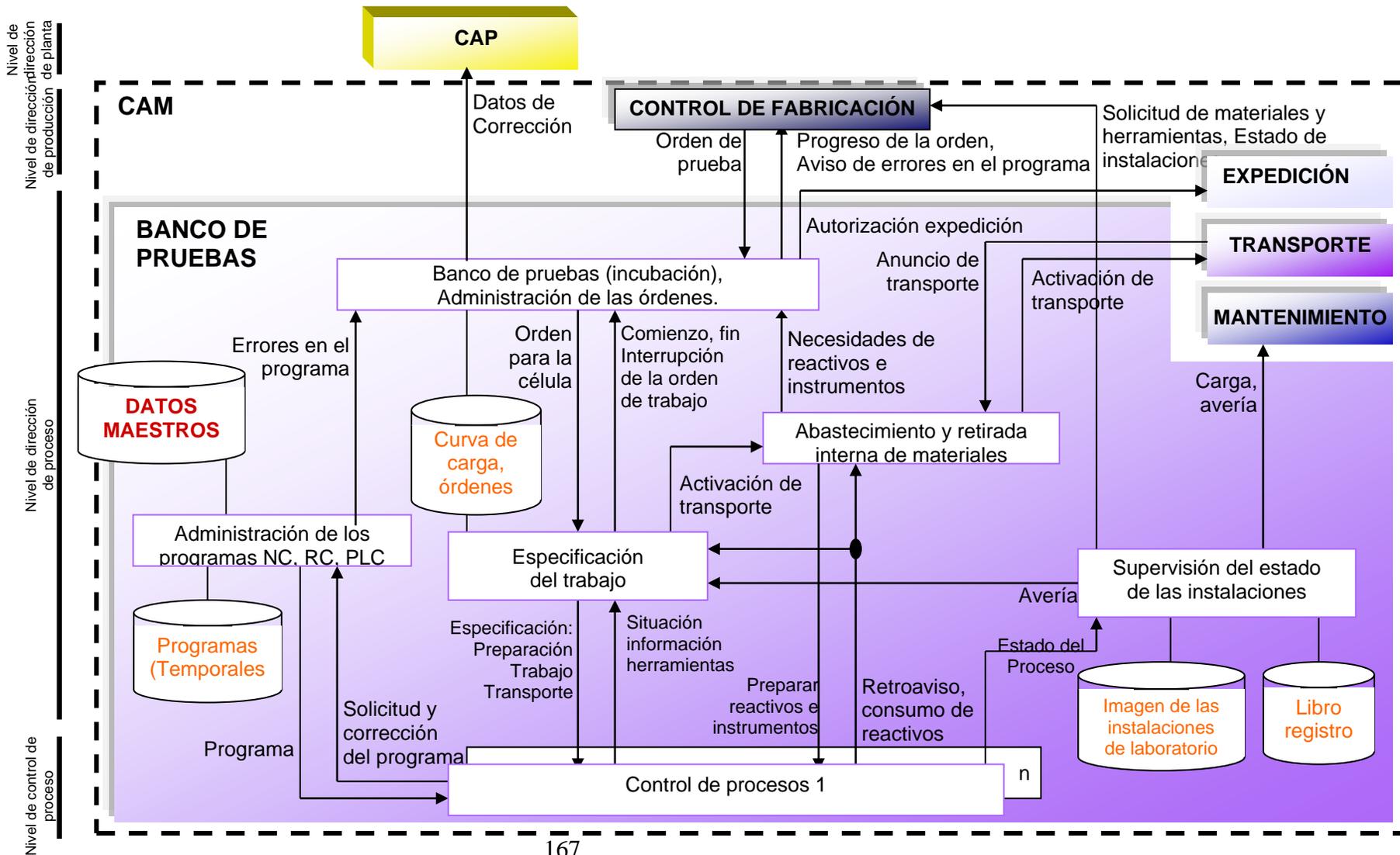


Figura 58. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO EMBALAJE

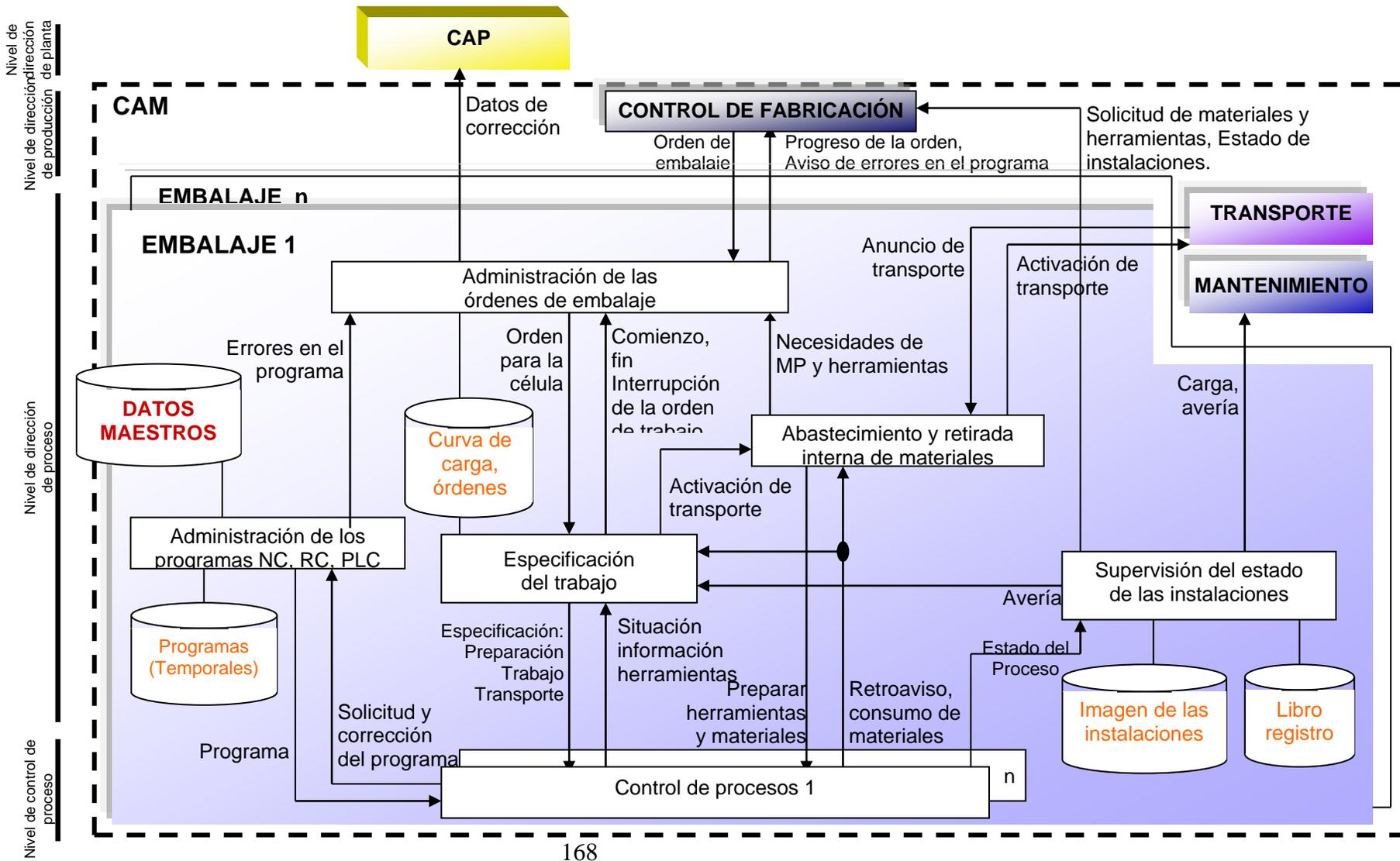


Figura 59. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO EXPEDICIÓN

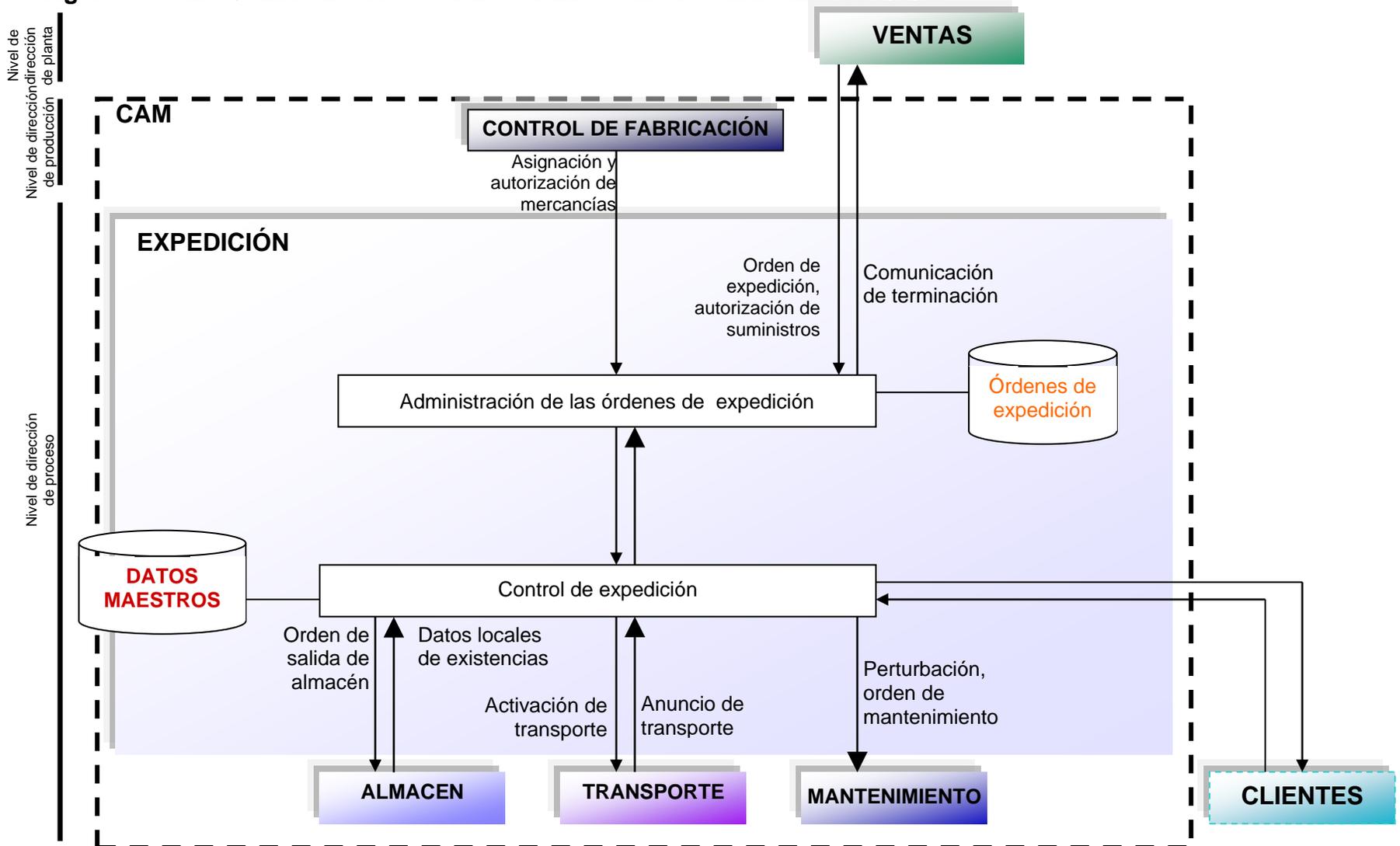
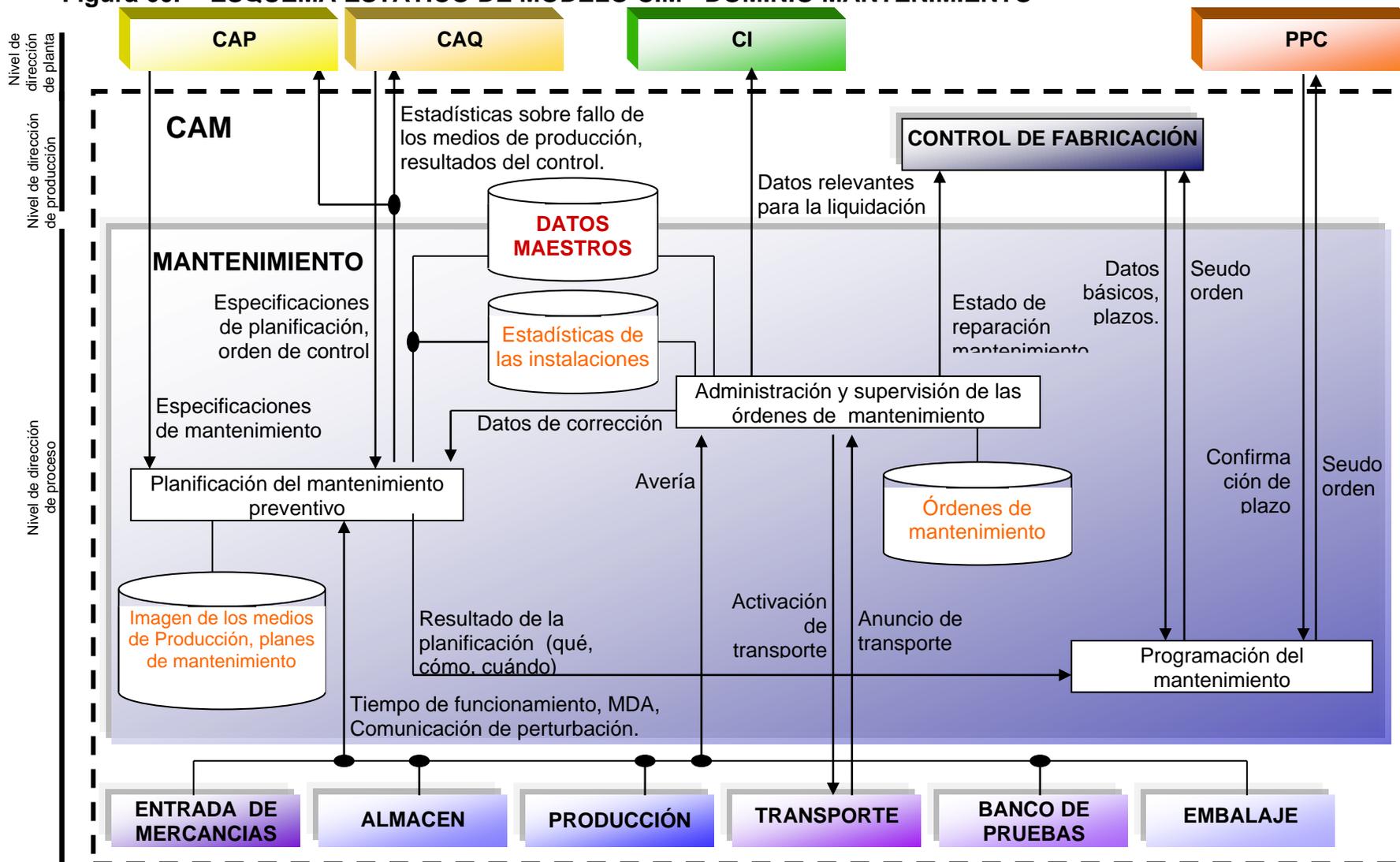


Figura 60. ESQUEMA ESTÁTICO DE MODELO CIM - DOMINIO MANTENIMIENTO



5.2 IDENTIFICACIÓN DEL ESQUEMA DINÁMICO DE REFERENCIA DE MODELO CIM

Separar la parte estática de la parte dinámica en el modelamiento responde a una realidad: las Arquitecturas de Referencia tienden a representar los ámbitos de la empresa, sus funciones y la forma como se integran. Debido a la debilidad de esta tendencia del modelado de no poder registrar el momento en que se generan esas relaciones, y, en especial, no poder observar la secuencia de los procesos relacionados con el proceso productivo básico en cuanto al flujo de materiales e información, se diseñó un modelo que de forma sencilla permitiera observar la dinámica relacionada con la integración de la empresa.

El propósito del Esquema de Modelo de Referencia CIM Dinámico es presentar los procesos significativos en relación con la secuencia del proceso productivo básico y el ámbito funcional en donde se desarrolla. Además, introducir lo pertinente del modelo estático en cuanto a los dominios de origen y destino de los recursos e información necesaria para cada proceso.

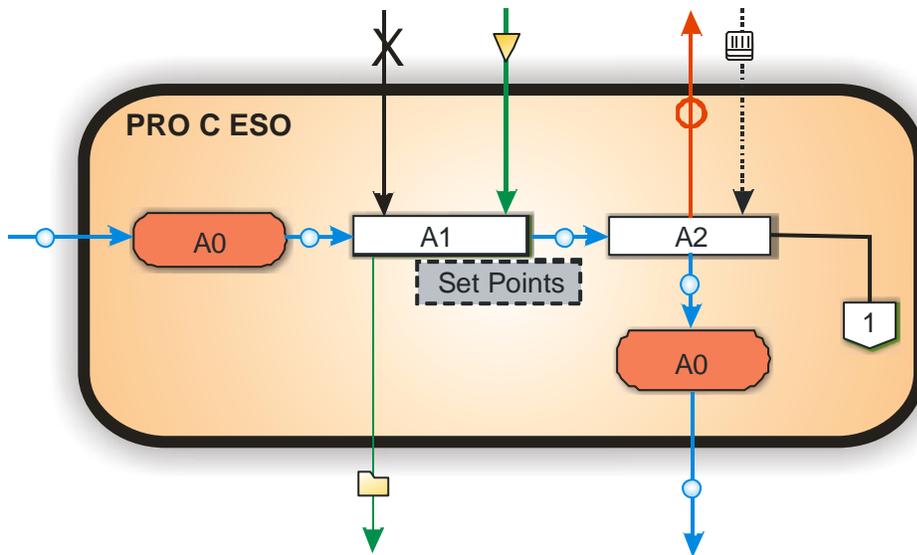
5.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ESQUEMA DE MODELO DINÁMICO DESARROLLADO.

Representación Gráfica. En la dinámica de la empresa se desarrollan herramientas basadas en codificación gráfica: con información relacionada con el tipo de líneas, color de los cuadros, codificación alfanumérica, etc., como se indicó

en el capítulo 2, usando denominación en español para describir los diferentes bloques: procesos, actividades, set points, especificaciones y documentos, y etiquetas para describir el contenido de datos de las flechas que interrelacionan bloques de procesos.

Este esquema ayuda a organizar el análisis de un sistema y mejorar la interpretación de la empresa y sus ámbitos funcionales o dominios, utilizando gráficos de “bloques y flechas” que también son utilizados en otros modelos. El aporte que se realiza en este esquema es que, además del gráfico del esquema, se contempla el nivel jerárquico al que pertenece el proceso y una clasificación de las entradas y salidas del bloque.

Figura 61. SINTAXIS GRÁFICA BÁSICA INTERNA DE UN PROCESO.

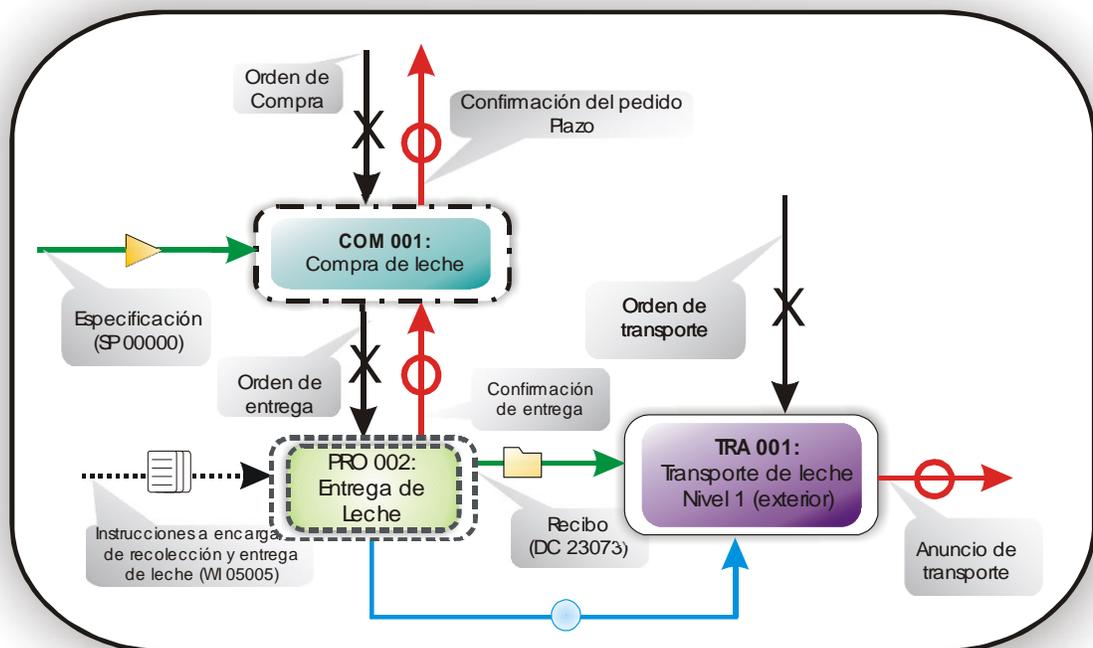


Secuencialidad de Procesos. El Esquema Dinámico consta de: un Diagrama de Secuencia de Procesos y de varios Flujogramas con la vista Interna de Procesos. La limitación del detalle de la representación está dada por la cantidad de procesos del Esquema Dinámico, por lo que se realizó una muestra de la secuencia de los procesos básicos relacionados con el proceso productivo básico de producción de leche pasteurizada. Los procesos internamente se modelaron con diagramas de flujos a fin de acercarse lo más posible a un ambiente de programación; cada diagrama se acompaña de un cuadro donde se especifican y describen las actividades que componen el proceso.

Aplicando el método propuesto se consigue una representación organizada de procesos, actividades y su interrelación. La visión dinámica del funcionamiento de la empresa se obtiene cuando el usuario sigue los procesos, mediante la detección del proceso predecesor y sucesor. El esquema será organizado con

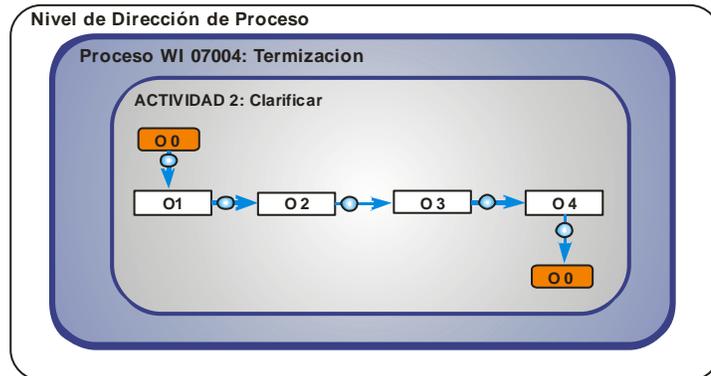
relación al flujo de las operaciones básicas para el procesamiento de leche cruda con el fin de obtener producto de calidad para el consumo humano. Se incluyen los ámbitos externos como proveedores y clientes, por lo que se puede hacer el seguimiento a un pedido, realizar una compra o una venta.

Figura 62. EJEMPLO DE LA SECUENCIA DE PROCESOS



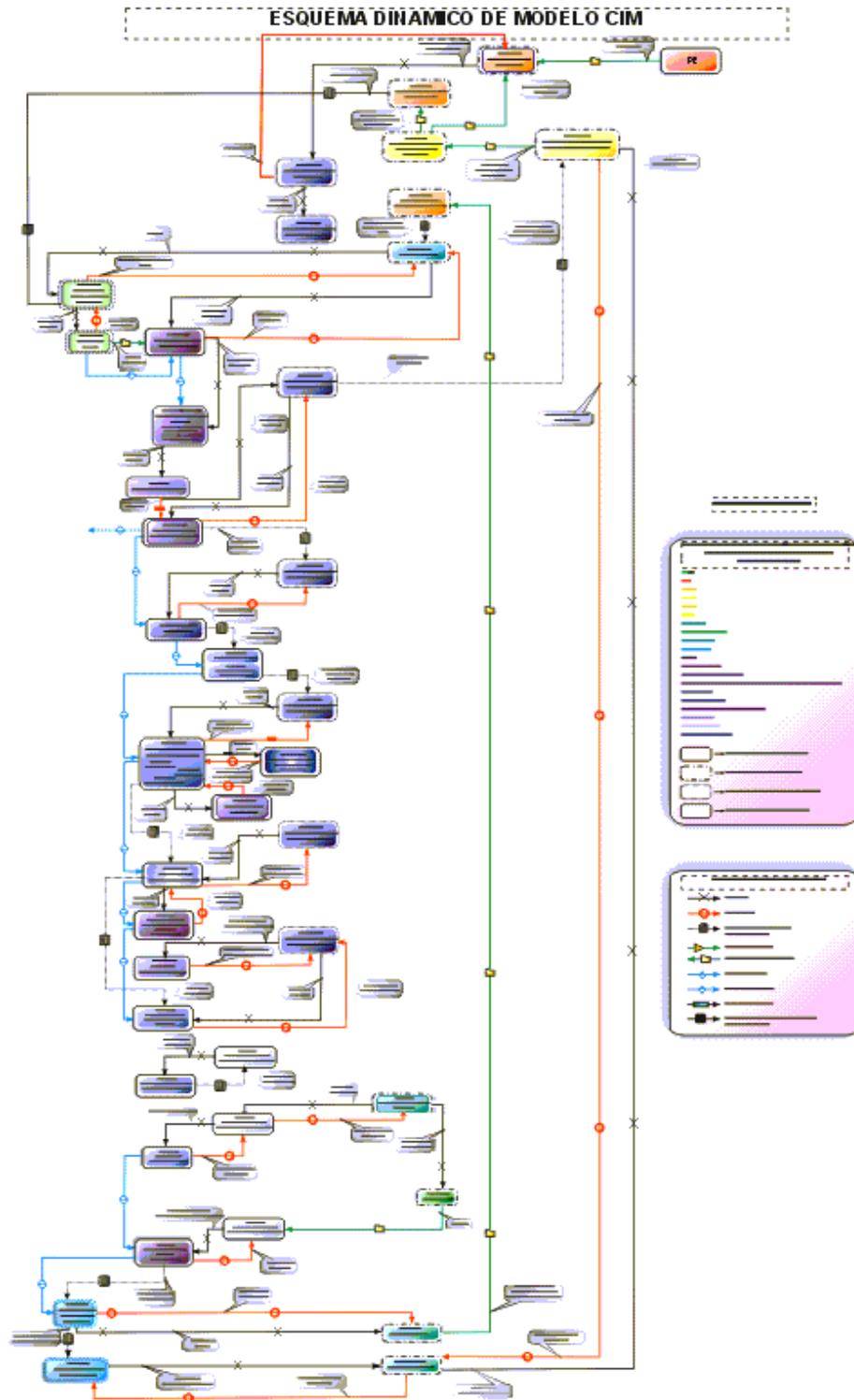
En este sentido, las actividades de un proceso podrían tener una vista interna que mostrará el diagrama de flujo de las operaciones que las componen. La siguiente figura muestra un ejemplo:

Figura 63. EJEMPLO DE LA VISTA INTERNA DE UNA ACTIVIDAD



A continuación se presentan el Esquema Dinámico de Modelo CIM desarrollado para el proceso productivo básico de Friesland y los flujogramas que representan las actividades internas de procesos considerados vitales.

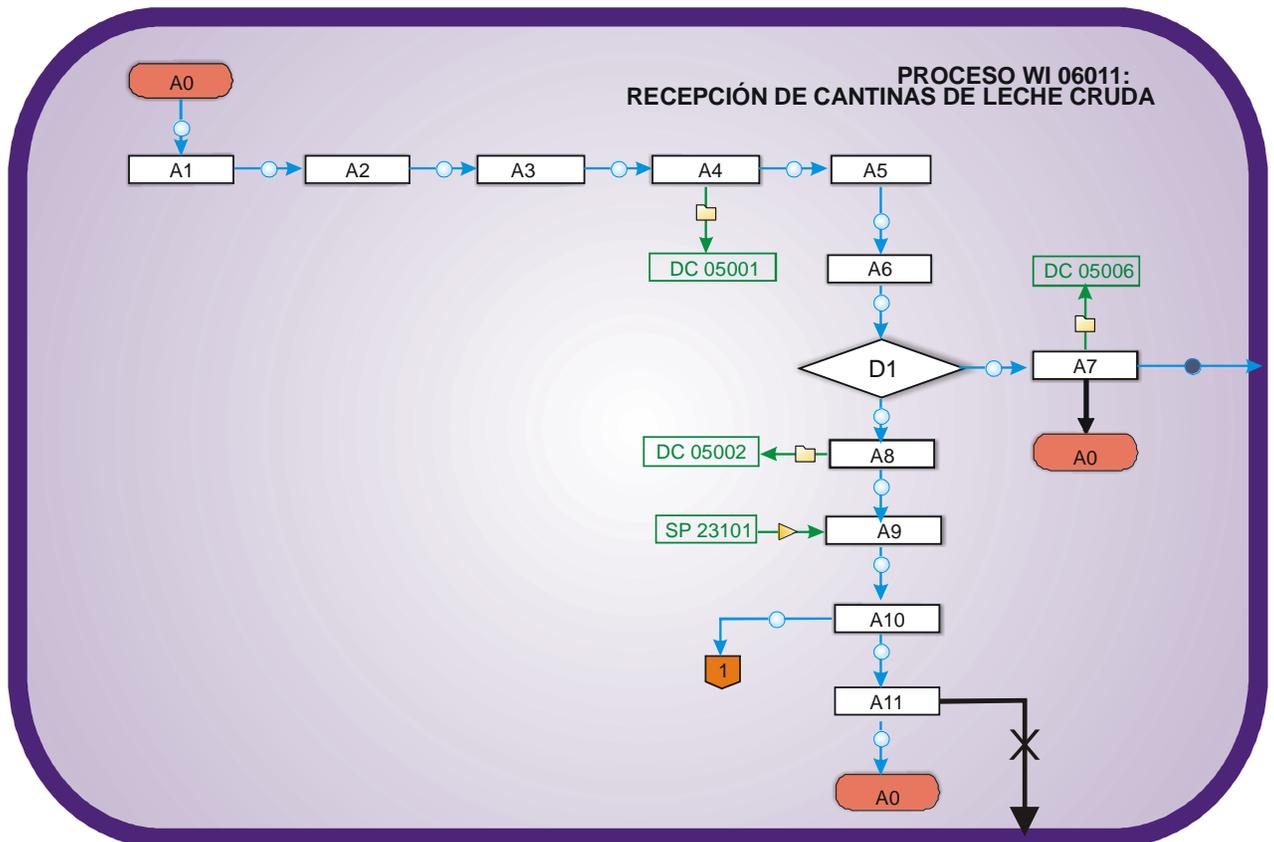
Figura 64. ESQUEMA DINAMICO DE MODELO CIM



(Ver Pliego anexo)

FLUJOGRAMAS DE VISTA INTERNA DE PROCESOS

PROCESO WI 06011: RECEPCIÓN DE CANTINAS DE LECHE CRUDA.



Descripción del proceso:

PROCESO WI 06011: RECEPCIÓN DE CANTINAS DE LECHE CRUDA

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: alistar implementos de recibo (Dosificador, Alcoholímetro, Razor, Vaso, Varilla, Medición, Alcohol al 76%, Planillas).

ACTIVIDAD 2: verificar condiciones de entrada del vehículo.

ACTIVIDAD 3: descargar carga diferente a cantinas con leche, si la hay.

ACTIVIDAD 4: Anotar el número de cantinas que entran en vehículo, fecha y hora, DC 05001.

ACTIVIDAD 5: descargar cantinas en plataforma de recibo.

ACTIVIDAD 6: hacer prueba de acidez cualitativa.

DECISIÓN 1: SI LA LECHE NO PASA LA PRUEBA, ENTONCES:

ACTIVIDAD 7: rechazar leche, DC 05006.

DECISIÓN 1: SI PASA LA PRUEBA, ENTONCES:

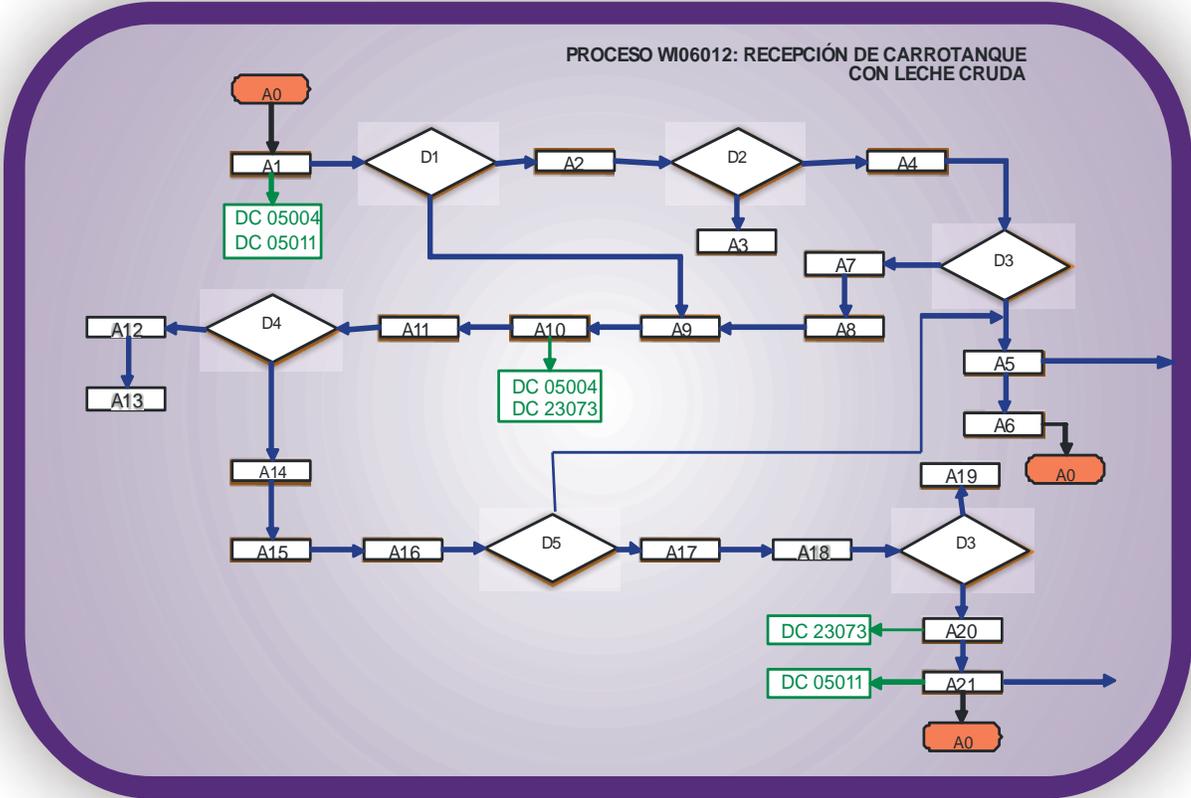
ACTIVIDAD 8: medir volumen, DC 05002.

ACTIVIDAD 9: tomar muestras para laboratorio, SP 23101 Plan de muestreo control de proveedores.

ACTIVIDAD 10: pasar muestras a laboratorio.

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso

PROCESO WI 06012: RECEPCION DE CARROTANQUE CON LECHE CRUDA



Descripción del proceso:

PROCESO WI 06012: RECEPCIÓN DE CARROTANQUE CON LECHE CRUDA

ACTIVIDAD 1: llegada carrotanque y registro de entrada, DC 05004 y DC 05011.

DECISIÓN 1: SI EL VEHICULO LLEGA DESPUES DE LA 18:00 HORAS, ENTONCES

ACTIVIDAD 2: realizar pruebas de laboratorio

DECISIÓN 1: SI EL VEHICULO LLEGA ANTES DE LA 18:00 HORAS, ENTONCES, PASA A ACTIVIDAD 9.

DECISIÓN 2: SI LAS PRUEBAS DE LABORATORIO ESTAN BIEN, ENTONCES:

ACTIVIDAD 3: esperar hasta primera hora del día siguiente.

DECISIÓN 2: SI LAS PRUEBAS DELABORATORIO NO ESTAN BIEN, ENTONCES

ACTIVIDAD 4: autorizar procesamiento

DECISIÓN 3: SI EL PROCESAMIENTO NO SE AUTORIZA.

ACTIVIDAD 5: la leche es rechazada.

ACTIVIDAD 6: informar a control interno.

DECISIÓN 3: SI SE AUTORIZA PROCESAMIENTO, ENTONCES:

ACTIVIDAD 7: termización.

ACTIVIDAD 8: procesar.

DECISIÓN 1: SI ELCARRO LLEGA ANTES DE LAS 18:00 HORAS, ENTONCES:

ACTIVIDAD 9: ubicar carro frente a la plataforma de recibo.

ACTIVIDAD 10: entregar aviso de despacho y muestras a laboratorio, DC 05004 y DC 23073.

ACTIVIDAD 11: remover cubierta y sellos de seguridad.

DECISIÓN 4: SI LOS SELLOS ESTAN AVERIADOS, ENTONCES:

ACTIVIDAD 12: informar a DMA.

ACTIVIDAD 13: hacer averiguaciones pertinentes.

DECISIÓN 4: SI LOS SELLOS NO ESTAN AVERIADOS O LUEGO HACER LAS AVERIGUACIONES, SE PROCEDE CON:

ACTIVIDAD 14: realizar medidas en escotillas.

ACTIVIDAD 15: asentar medida en planilla, DC 05004.

ACTIVIDAD 16: esperar los resultados de laboratorio.

DECISIÓN 5: SI LOS RESULTADOS NO SON SATISFACTORIOS SE REALIZAN LAS ACTIVIDADES 5 y 6.

DECISIÓN 5: SI LOS RESULTADOS ESTAN DEACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES.

ACTIVIDAD 17: descargar leche donde indica el supervisor de recibo.

ACTIVIDAD 18: anotar volumen total de leche en tanques, DC 05004.

DECISIÓN 6: SI HAY FALTANTES O SOBRANTES, ENTONCES;

ACTIVIDAD 19: informar a DMA y hacer las averiguaciones pertinentes.

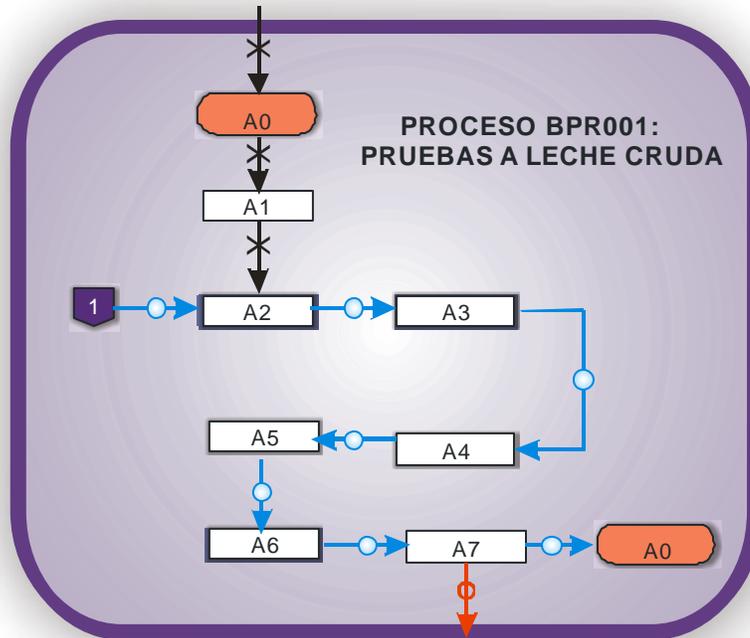
DECISIÓN 6: SI NO HAY FALTANTES O SOBRANTES, ENTONCES

ACTIVIDAD 20: registrar volumen diario recibido, DC 23072.

ACTIVIDAD 21: registrar salida de carrotanque DC 05011.

ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

PROCESO BPR 001: PRUEBAS A LECHE CRUDA



Descripción del proceso:

PROCESO BPR001: PRUEBAS A LECHE CRUDA

ACTIVIDAD 0: Inicio del proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de muestras

ACTIVIDAD 2: Realización de pruebas (WI -23)

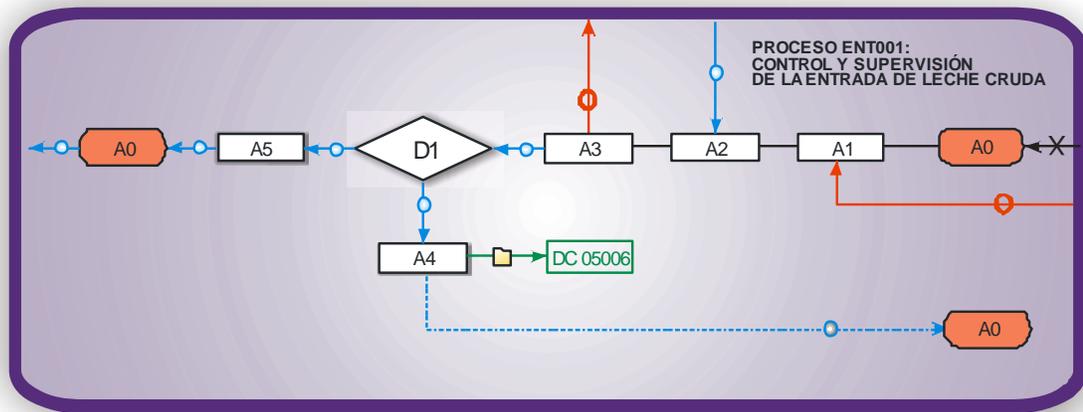
ACTIVIDAD 3: Informe de resultado de pruebas.

ACTIVIDAD 4: Comparación con especificaciones.

ACTIVIDAD 5: Publicación de resultados

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso

PROCESO ENT 001: CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA ENTRADA DE LECHE CRUDA



Descripción del proceso:

PROCESO ENT001: CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA ENTRADA DE LECHE CRUDA

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de resultados

ACTIVIDAD 2: Recepción de la leche

ACTIVIDAD 3: Confirmación de la recepción

DECISIÓN 1: SI NO PASA LAS PRUEBAS:

ACTIVIDAD 4: rechazar leche, DC 05006.

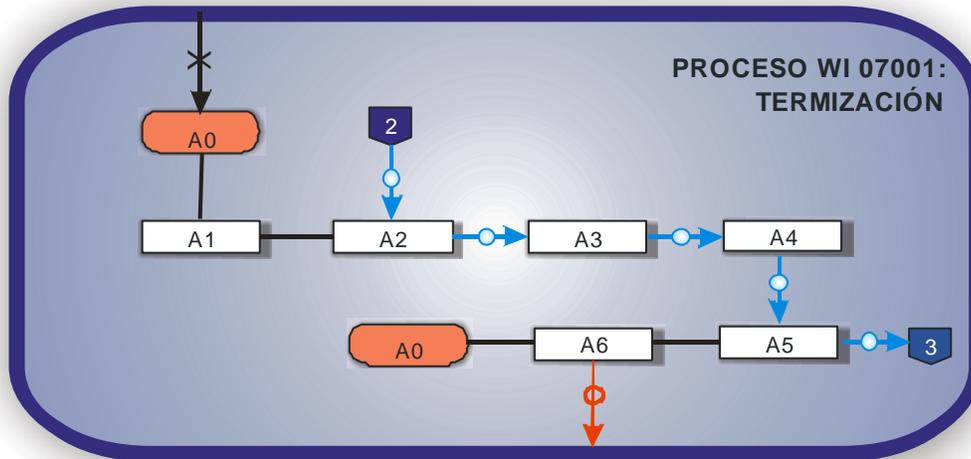
ACTIVIDAD 0: Fin del proceso

DECISIÓN 1: SI LAS PASA, ENTONCES:

ACTIVIDAD 5: vaciar leche en tolva de recibo (tina pasera).

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso

PROCESO WI 07001: TERMIZACIÓN



Descripción del proceso:

PROCESO WI 07001: TERMIZACIÓN

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de la orden de trabajo.

ACTIVIDAD 2: clarificar.

ACTIVIDAD 3: homogenizar sin presión.

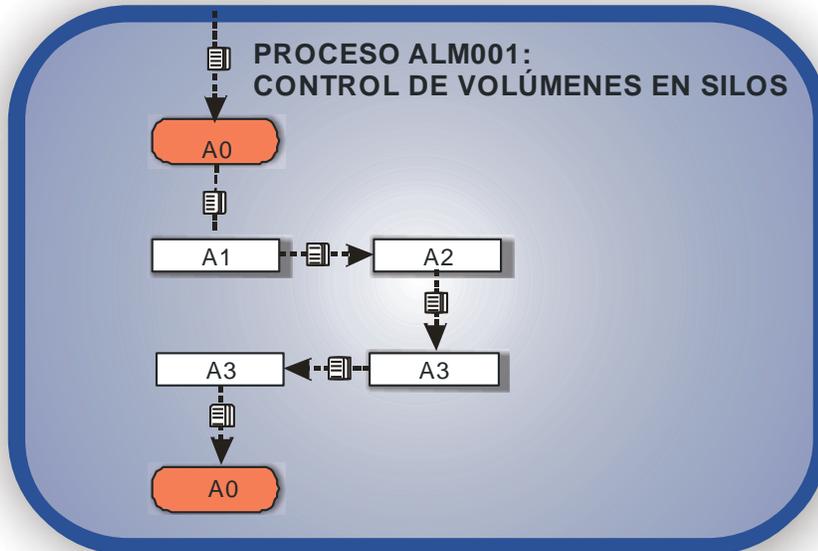
ACTIVIDAD 4: termizar entre 145 - 158°F

ACTIVIDAD 5: descargar en silo.

ACTIVIDAD 6: Entrega de Datos de estado, progreso de la orden

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso

PROCESO ALM001: CONTROL DE VOLUMENES EN SILOS



Descripción del proceso:

PROCESO ALM 001: CONTROL DE VOLUMENES EN SILOS

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de informe de leche termizada.

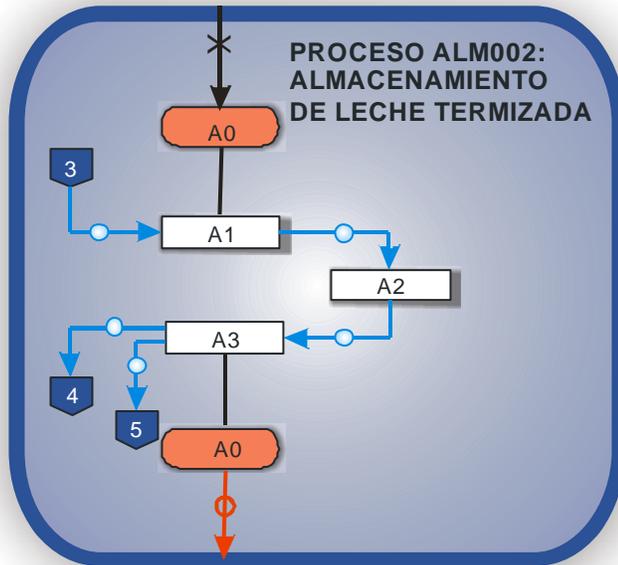
ACTIVIDAD 2: Comprobación de volumen recibido.

ACTIVIDAD 3: Control del proceso de almacenamiento en silos de acuerdo a especificaciones.

ACTIVIDAD 4: Entrega de informe de volumen almacenado y entregado.

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso

PROCESO ALM002: ALMACENAMIENTO DE LECHE TERMIZADA



Descripción del proceso:

PROCESO ALM002: ALMACENAMIENTO DE LECHE TERMIZADA

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

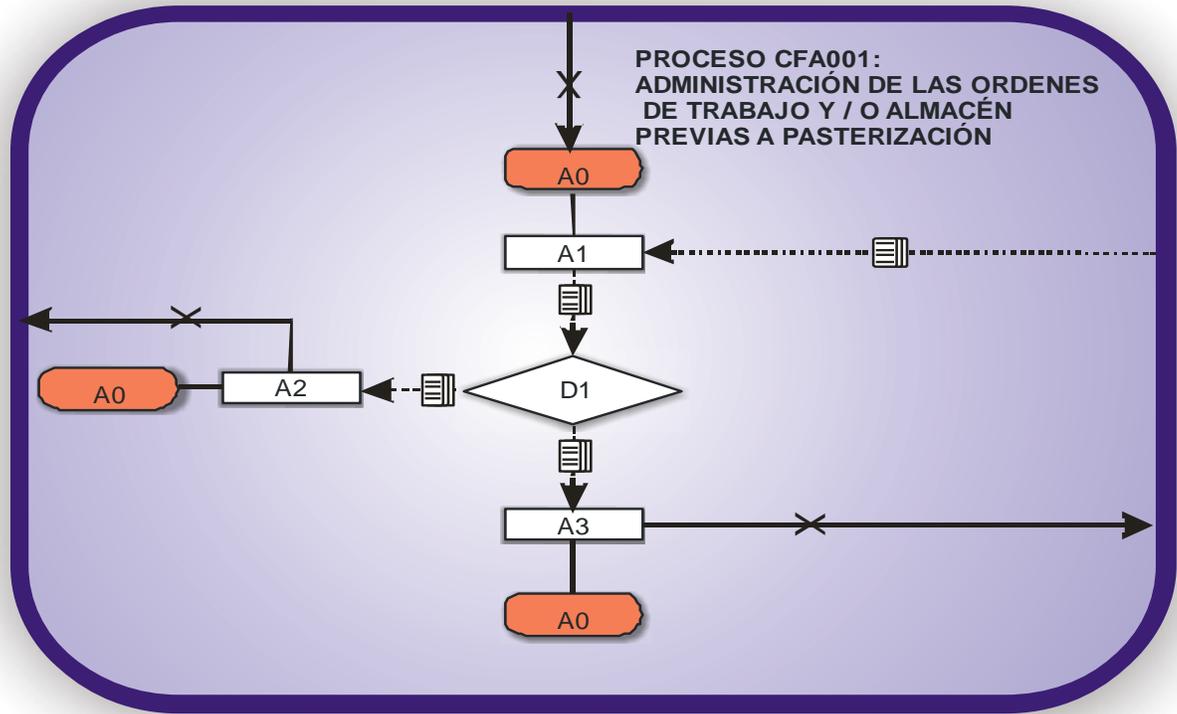
ACTIVIDAD 1: recepción de volumen de leche Termizado

ACTIVIDAD 2: realización del almacenamiento con base en especificaciones

ACTIVIDAD 3: entrega de muestras y entrega de volumen solicitado

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso

PROCESO CFA001: ADMINISTRACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO Y / O ALMACÉN PREVIAS A PASTERIZACIÓN



Descripción del proceso:

PROCESO CFA001: ADMINISTRACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO.

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de informe de volumen de leche recibida (DC 23073) y/o almacenada.

DECISIÓN 1: SI NO SE REQUIERE LECHE PARA PRODUCCIÓN, ENTONCES

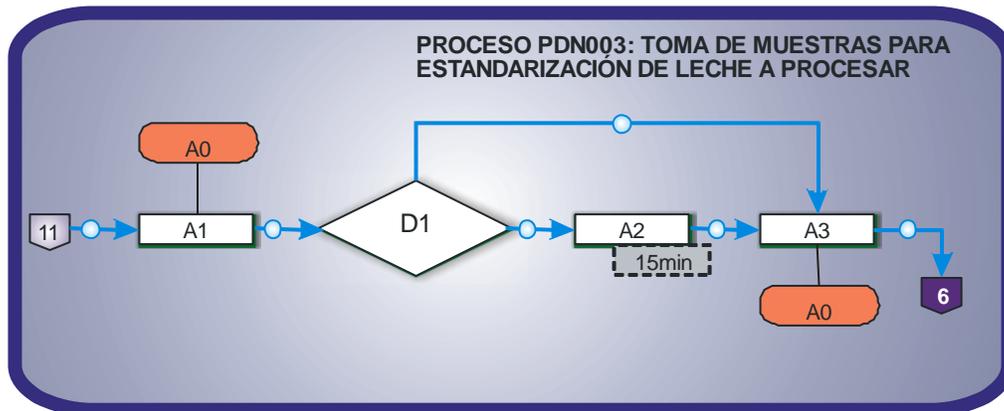
ACTIVIDAD 2: Generar, orden de almacén

DECISIÓN 1: SI SE REQUIERE LECHE PARA PRODUCCIÓN, ENTONCES

ACTIVIDAD 3: Generar, orden de trabajo

ACTIVIDAD 0: fin de proceso

PROCESO PDN003: TOMA DE MUESTRAS PARA ESTANDARIZACIÓN DE LECHE A PROCESAR



Descripción del proceso:

PROCESO PDN 003: TOMA DE MUESTRAS PARA ESTANDARIZACIÓN DE LECHE

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Confirmar volúmenes de leche disponible en tanques y/o silos.

DECISIÓN 1: SI EL AGITADOR NO HA ESTADO ENCENDIDO, ENTONCES.

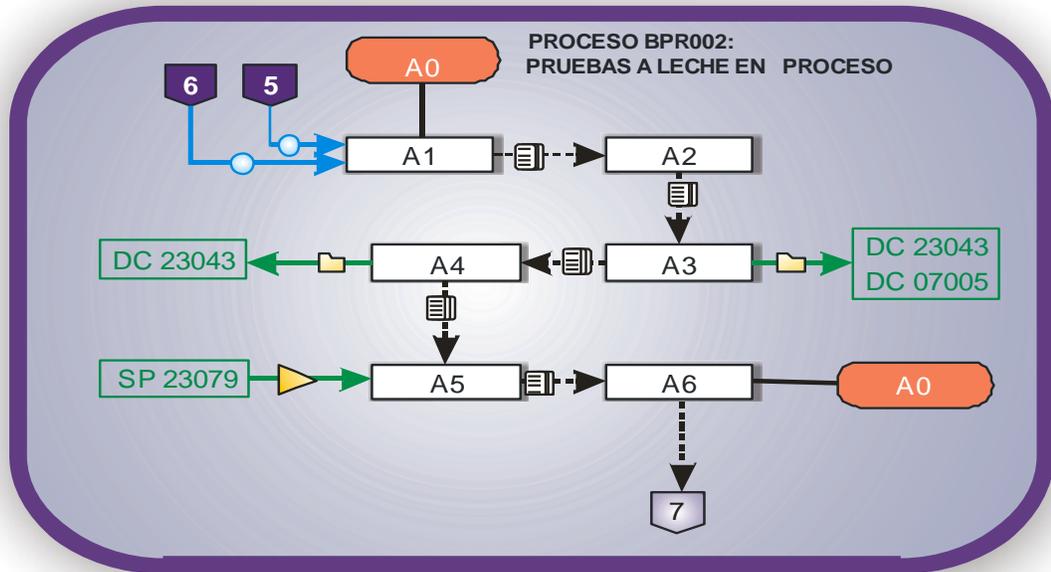
ACTIVIDAD 2: Encender el agitador desde el panel de control, al menos 15min.

ACTIVIDAD 3: Tomar una muestra del silo o tanque de leche cruda o termizada, y enviarla al laboratorio.

NOTA: Si alguna de las variables a controlar se salen de las Especificaciones para leche estandarizada antes de proceso (SP 23079) se debe tener en cuenta el software de estandarización y/o se efectúa lo siguiente teniendo en cuenta la especificación "Estandarización de leche para pasteurización" (SP07004).

ACTIVIDAD 0: Fin del proceso.

PROCESO BPR002: PRUEBAS A LECHE EN PROCESO



Descripción del proceso:

PROCESO BPR002: PRUEBAS A LECHE EN PROCESO

ACTIVIDAD0: Inicio del proceso

ACTIVIDAD1: Recepción de muestras

ACTIVIDAD2: Realización de pruebas para determinar acidez

ACTIVIDAD3: Registrar en DC23043: Origen de la muestra, hora de llegada, temperatura y volumen, registrar en DC07005: Temperatura y resultados de pruebas de acidez, densidad, grasa y volumen respectivo de cada silo

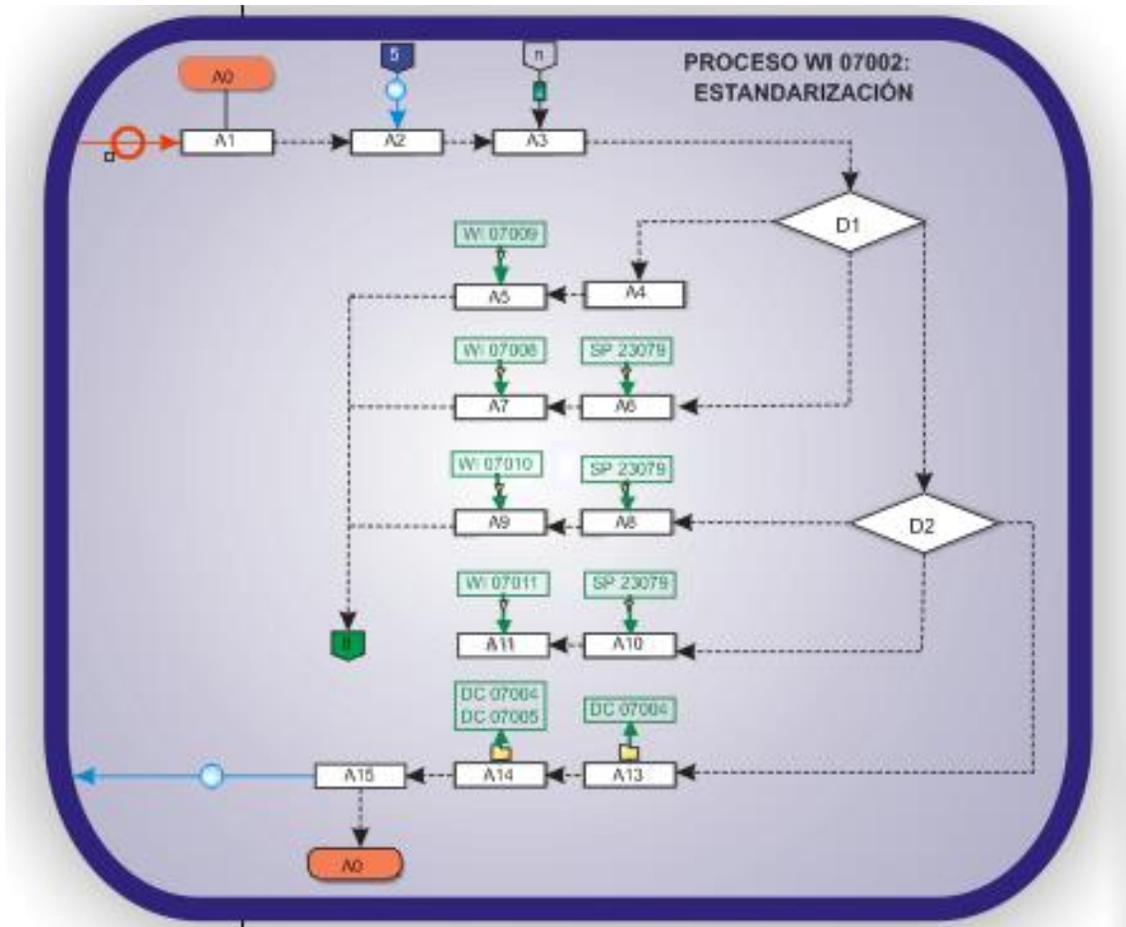
ACTIVIDAD4: Calcular los sólidos totales y registrar en DC23043

ACTIVIDAD5: Comparar los resultados de grasa y sólidos totales con SP23079

ACTIVIDAD6: Informar al supervisor de producción de las condiciones de la leche y las diferencias si las hay

ACTIVIDAD0: Fin del proceso

PROCESO WI07002: ESTANDARIZACIÓN



Descripción del proceso:

PROCESO WI 07002: ESTANDARIZACIÓN.

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de resultados de pruebas de leche en proceso

ACTIVIDAD 2: Recepción de volúmenes de leche requeridos de tanques y/o silos.

ACTIVIDAD 3: Recepción de insumos para estandarización

DECISIÓN 1: SI PORCENTAJE DE GRASA ES ALTO, ENTONCES:

ACTIVIDAD 4: Realizar los cálculos respectivos

ACTIVIDAD 5: Informar al auxiliar de rehidratación u operario de pasteurización para realizar el descremado (WI 07009). Volver a la ACTIVIDAD 1.

DECISIÓN 1: SI PORCENTAJE DE GRASA ES BAJO, ENTONCES:

ACTIVIDAD 6: Realizar los cálculos respectivos

ACTIVIDAD 7: Informar al auxiliar de rehidratación u operario de pasteurización para realizar la adición de grasa como AMF, o crema (WI 07008). Volver a la ACTIVIDAD 1.

DECISIÓN 1: SI EL PORCENTAJE DE GRASA ESTA DENTRO DE ESPECIFICACIÓN, ENTONCES:

DECISIÓN 2: SI LOS SÓLIDOS TOTALES SON BAJOS, ENTONCES:

ACTIVIDAD 8: Realizar los cálculos respectivos

ACTIVIDAD 9: Informar al auxiliar de rehidratación u operario de pasteurización para realizar la adición de lactosa (WI 07010). Ir a ACTIVIDAD 1.

DECISIÓN 2: SI LOS SÓLIDOS TOTALES SON ALTOS, ENTONCES:

ACTIVIDAD 10: Realizar los cálculos respectivos

ACTIVIDAD 11: Informar al auxiliar de rehidratación u operario de pasteurización para realizar la adición de agua de acuerdo al balance de sólidos (WI 07011). Ir a la ACTIVIDAD 1.

NOTA: Para cada análisis el auxiliar de laboratorio toma muestras e informa al supervisor de producción los resultados obtenidos posteriores a los análisis de laboratorio, registrando este último los resultados del análisis en el documento (DC 07005) "Control de Estandarización y Rehidratación".

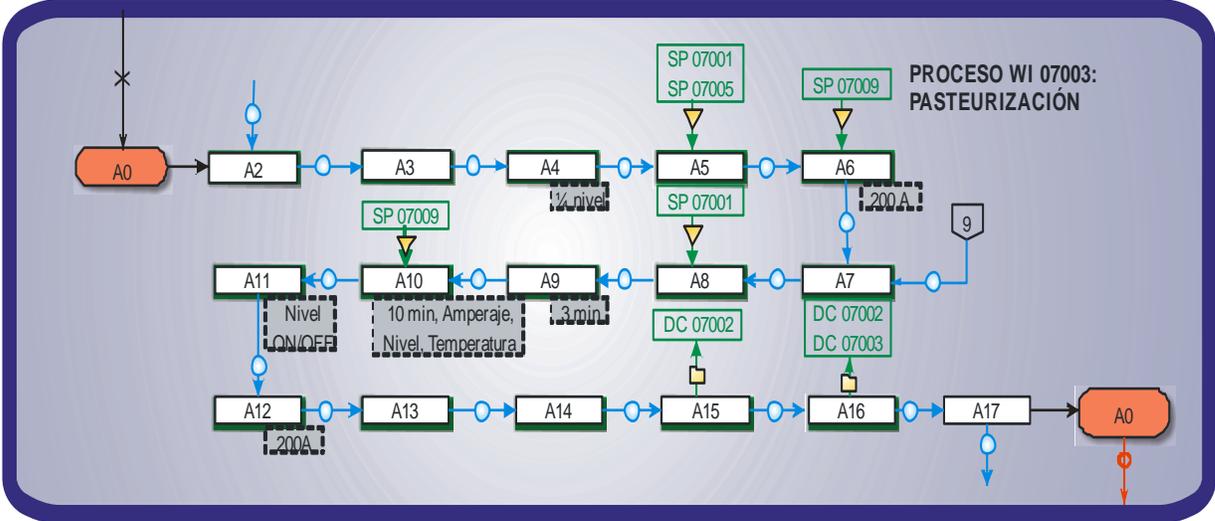
DECISIÓN 2: SI LOS SÓLIDOS TOTALES ESTAN DENTRO DE ESPECIFICACIÓN, ENTONCES:

ACTIVIDAD 13: Registrar en el documento (DC 07004) el consumo de materia prima utilizada para la estandarización y el analista de laboratorio firma estos resultados en este mismo documento.

ACTIVIDAD 14: Se debe enviar al final de la producción del día por parte del supervisor de producción al jefe de control calidad un reporte en el documento "consumo de materia prima en rehidratación y estandarización" (DC 07004), indicando la cantidad de materia prima utilizada en la rehidratación con base en el documento DC 07005 "control de estandarización y rehidratación".

ACTIVIDAD 0: fin de proceso

PROCESO WI07003: PASTEURIZACIÓN



Descripción del proceso:

PROCESO WI 07003: PASTEURIZACIÓN

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de leche para pasterización

ACTIVIDAD 2: Chequear la temperatura en el termómetro del pasteurizador verificando que halla alcanzado la temperatura de pasteurización.

ACTIVIDAD 3: Activar válvula de diversión y sacar tubo de recirculación al conducto de drenaje.

ACTIVIDAD 4: Desactivar la válvula de diversión para drenar el agua hasta dejar $\frac{1}{4}$ del nivel del tanque de balance.

ACTIVIDAD 5: Activar nuevamente la válvula de diversión y recircular el agua en la línea, dando tiempo al operario de pasterización para encender el botón No 2 desde el panel de control No 3 ver (SP 07001), que lubrica el aceite del homogenizador, además del botón que enciende el homogenizador desde su panel respectivo, así mismo abrir la válvula de salida del silo a pasteurizar (V8, V12, V15) ver plano (SP 07005).

ACTIVIDAD 6: Aumentar revoluciones del homogenizador girando perilla hacia la derecha en su panel respectivo hasta alcanzar un amperaje de 200 verificando esto en el tacómetro del panel de este mismo ver (SP 07009) Control de pasteurización y Termización.

ACTIVIDAD 7: Desactivar válvula de diversión girando perilla hacia la izquierda en el panel de control del pasteurizador para drenar el agua restante en la línea.

ACTIVIDAD 8: Encender bomba del producto desde el panel del pasteurizador No 20 ver (SP 07001) para eliminar el resto de agua hacia el drenaje y alimentar la línea con leche.

ACTIVIDAD 9: Girar válvula manual dando paso hacia tanque A, cuando el operario observe en tubo de desagüe una mezcla de agua leche aproximadamente 3 minutos.

ACTIVIDAD 10: Chequear cada 10 minutos la temperatura de pasteurización en el termómetro de la parte posterior de la tubería de retención así como el amperaje del homogenizador y el nivel de leche alcanzado en el tanque A a través del visor, además del nivel de leche o producto en el tanque de balance el cual no debe ser inferior a la mitad de este ni superar demasiado las $\frac{3}{4}$ partes de este, garantizando así un correcto proceso de pasterización ver (SP 07009) Control de pasteurización y Termización.

ACTIVIDAD 11: Una vez que el tanque A este lleno se debe apagar la bomba que surte de producto al tanque de balance, además activar la válvula de diversión en el panel de control del pasteurizador y disminuir el amperaje del homogenizador a cero desde la perilla en su panel respectivo ubicado en la parte superior de este mismo.

ACTIVIDAD 12: Para reiniciar la pasterización hacia el tanque A debe calibrarse la temperatura de pasterización nuevamente aumentándola hacia la izquierda o disminuyéndola hacia la derecha desde la perilla en el panel de control del pasteurizador.

ACTIVIDAD 13: Aumentar las revoluciones del homogenizador nuevamente a 200 amperios, verificando este amperaje en el tacómetro respectivo del homogenizador ver (SP 07009) Control de pasteurización y Termización.

ACTIVIDAD 14: desactivar válvula de diversión para que el producto fluya hacia el tanque A y encender la bomba de producto desde el panel del pasteurizador.

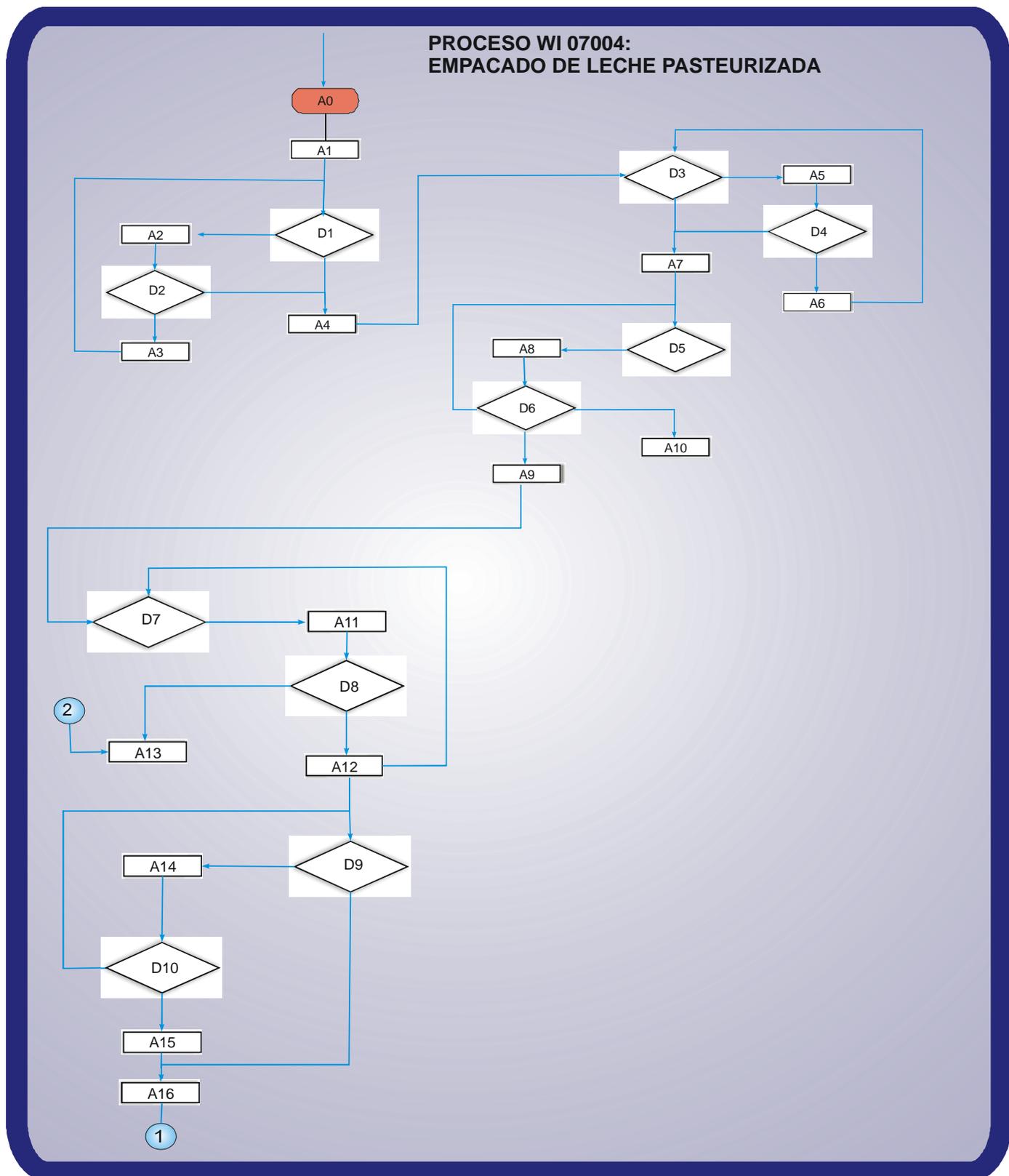
ACTIVIDAD 15: El supervisor de producción debe registrar en el DC 07002 "control de turno diario de pasteurización" las temperaturas de pasteurización tanto la de calentamiento como la de frío, tomadas a distintas horas durante este proceso, de la misma forma se debe registrar en este documento a distintas horas durante el proceso las revoluciones del homogenizador y su porcentaje de eficiencia.

ACTIVIDAD 16: Luego de terminada la pasteurización en cada uno de los turnos respectivos el supervisor indicado debe registrar los litros almacenados inicialmente, los litros pasteurizados y los litros finales en el documento DC 07002 "control de turno diario de pasteurización", así como también en el DC 07003 "tiempos y rendimientos de pasteurización" se debe registrar la hora de entrada al primer turno y las horas de inicio y finalización de la producción, además se debe incluir el numero de unidades producidas por cada referencia y la totalidad de estas, así como el total de litros utilizados en la producción.

ACTIVIDAD 17: Entregar leche Pasterizada

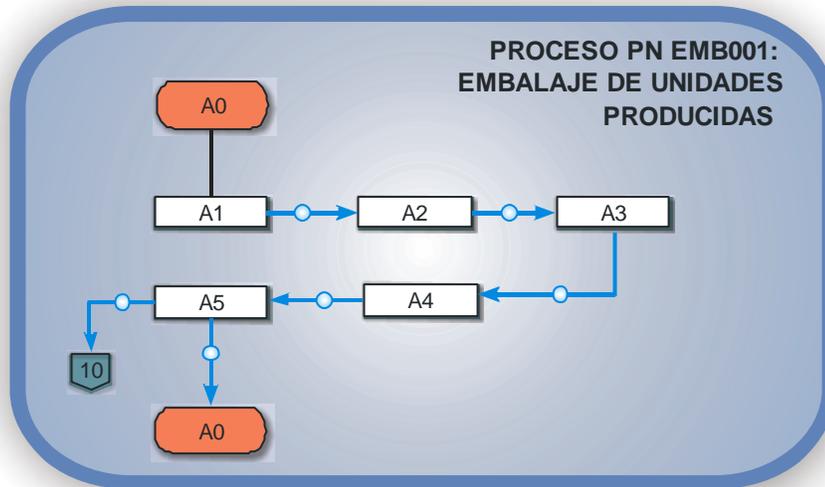
ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

PROCESO WI 07004: EMPACADO DE LECHE PASTEURIZADA



DECISIÓN 5: SI EL FOTOCENTRADO NO ESTA BIEN, ENTONCES
 ACTIVIDAD 8: recalibrar foto centrado
 DECISIÓN 6: SI EL DEFECTO CONTINÚA, ENTONCES
 ACTIVIDAD 9: informar al personal de mantenimiento
 VUELVE A DECISIÓN 5
 DECISIÓN 6: SI EL DEFECTO NO CONTINÚA, ENTONCES
 ACTIVIDAD 10: calibrar inyección o llenado según presentación
 DECISIÓN 5: SI EL FOTOCENTRADO ESTA BIEN, ENTONCES
 ACTIVIDAD 10: calibrar inyección o llenado según presentación
 DECISIÓN 7: SI EL PESO NO ESTA BIEN, ENTONCES
 ACTIVIDAD 11: recalibrar inyección
 DECISIÓN 8: SI EL DEFECTO CONTINÚA, ENTONCES
 ACTIVIDAD 12: informar al personal de mantenimiento
 VUELVE A DECISIÓN 7
 DECISIÓN 8: SI EL DEFECTO NO CONTINÚA, ENTONCES
 ACTIVIDAD 13: inyectar producto.
 DECISIÓN 7: SI EL PESO ESTA BIEN, ENTONCES
 ACTIVIDAD 13: inyectar producto.
 DECISIÓN 9: SI EL PRODUCTO NO ESTA BIEN, ENTONCES
 ACTIVIDAD 14: revisar producto.
 DECISIÓN 10: SI EL DEFECTO CONTINÚA, ENTONCES
 ACTIVIDAD 15: informar al personal de mantenimiento
 VUELVE A DECISIÓN 9
 DECISIÓN 10: SI EL DEFECTO NO CONTINÚA, ENTONCES
 ACTIVIDAD 16: inspeccionar sellado del producto.
 DECISIÓN 9: SI EL PRODUCTO ESTA BIEN, ENTONCES
 ACTIVIDAD 16: inspeccionar sellado del producto.
 ACTIVIDAD 17: aplicar presión a la bolsa.
 DECISIÓN 11: SI LA BOLSA TIENE FILTRACIONES, ENTONCES
 ACTIVIDAD 18: ubicar bolsa en la canasta.
 DECISIÓN 12: SI LA CANASTA NO ESTA LLENA, ENTONCES
 Continuar con ACTIVIDAD 18
 DECISIÓN 12: SI LA CANASTA ESTA LLENA, ENTONCES
 ACTIVIDAD 19: recoger canasta y enviarla al tanque de desfiltrado.
 ACTIVIDAD 20: recuperar leche para procesar
 ACTIVIDAD 21: prensar polietileno
 DECISIÓN 11: SI LA BOLSA NO TIENE FILTRACIONES, ENTONCES
 ACTIVIDAD 22: comprobar peso según estándar definido
 DECISIÓN 13: SI EL PESO NO ESTA BIEN, ENTONCES
 ACTIVIDAD 23: sincronizar el recorrido del pistón
 VUELVE A DECISIÓN 9
 DECISIÓN 13: SI EL PESO ESTA BIEN, ENTONCES
 DECISIÓN 14: SI EL PROCESO NO CUMPLE CON LAESPECIFICACIÓN SP 07018,
 ENTONCES
 ACTIVIDAD 24: lavado intermedio línea de 30.000lt y equipos de empackado
 VUELVE A DECISIÓN 14
 DECISIÓN 14: SI EL PROCESO CUMPLE CON LAESPECIFICACIÓN SP 07018, ENTONCES
 DECISIÓN 15: SI LA CANTIDAD EMPACADA NO CUMPLE CON LA ÓRDEN DE TRABAJO,
 ENTONCES
 ACTIVIDAD 25: Informar progreso de la orden, unidades producidas.
 DECISIÓN 15: SI LA CANTIDAD EMPACADA NO CUMPLE CON EL PEDIDO, ENTONCES
 ACTIVIDAD 25: Informar progreso de la orden, unidades producidas.
 VUELVE A ACTIVIDAD 13
 ACTIVIDAD 0: FIN DEL PROCESO

PROCESO PN EMB001: EMBALAJE DE UNIDADES PRODUCIDAS



Descripción del proceso:

PROCESO PN EMB 001: EMBALAJE DE UNIDADES PRODUCIDAS

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Alistar y verificar estados de las canastas

ACTIVIDAD 2: Organizar bolsas en canastas según su referencia

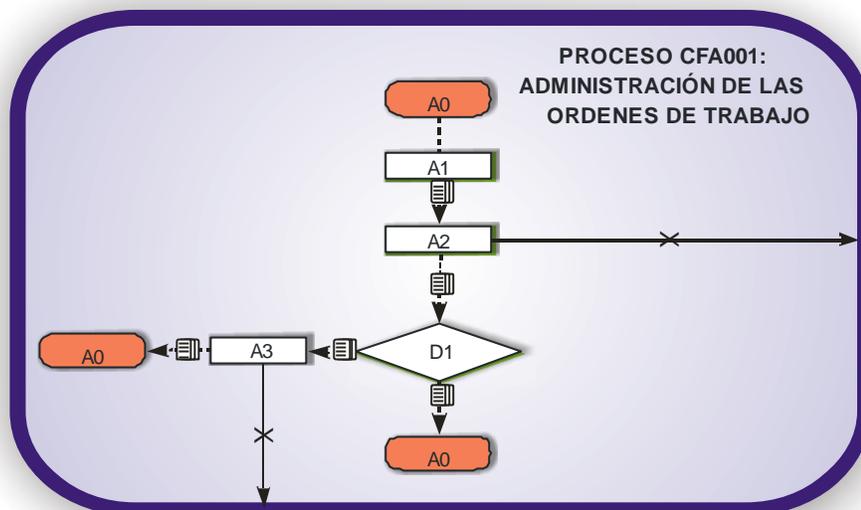
ACTIVIDAD 3: Apilar canastas en área de embalaje

ACTIVIDAD 4: Informar progreso de la orden unidades embaladas

ACTIVIDAD 5: Entregar producto embalado

ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

PROCESO PN CFA002: ADMINISTRACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO



Descripción del proceso:

PROCESO PN CFA002: ADMINISTRACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO.

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de informe de unidades embaladas.

ACTIVIDAD 2: Generar, orden de almacén

DECISIÓN 1: SI CUMPLE CON LA CANTIDAD SOLICITADA

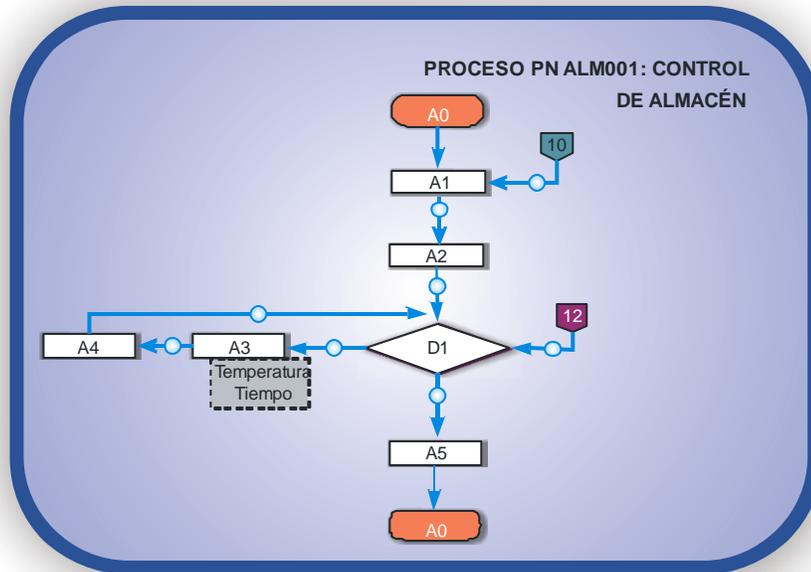
ACTIVIDAD 0: fin de proceso

DECISIÓN 1: SI NO CUMPLE CON LA CANTIDAD SOLICITADA

ACTIVIDAD 3: Generar, orden de trabajo

ACTIVIDAD 0: fin de proceso

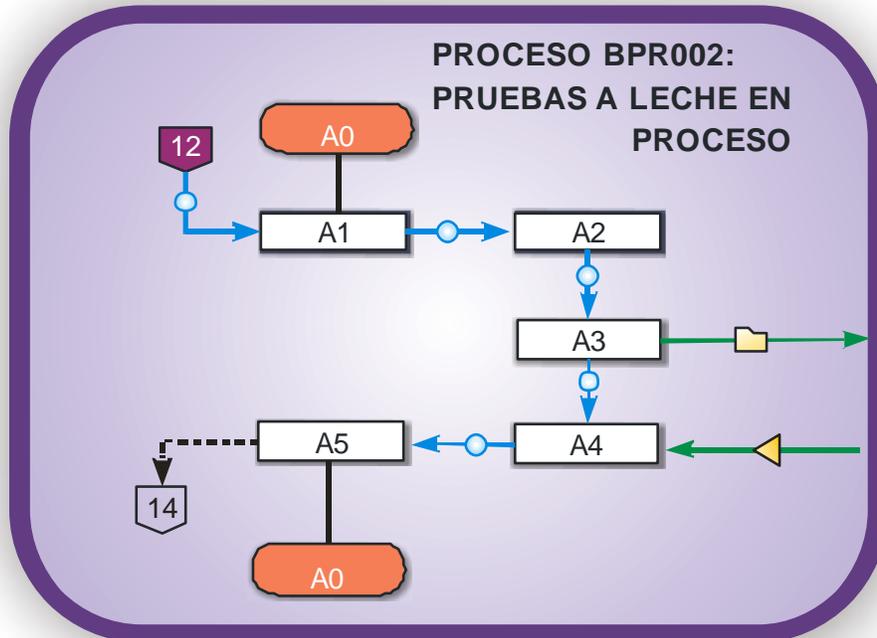
PROCESO ALM001: CONTROL DE ALMACÉN



Descripción del proceso:

PROCESO PN ALM003: ALMACENAMIENTO DE LECHE PASTEURIZADA EN CUARTO FRIO
ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso
ACTIVIDAD 1: Recepción de canastas con bolsas de leche pasteurizada
ACTIVIDAD 2: Tomar muestras
DECISIÓN 1: SI NO SE REQUIERE LA LECHE PARA EXPEDICIÓN, ENTONCES
ACTIVIDAD 3: Activar lazo de control de temperatura
ACTIVIDAD 4: Realizar control de existencias
DECISIÓN 1: SI SE REQUIERE LA LECHE PARA EXPEDICIÓN, ENTONCES
ACTIVIDAD 5: Salida de volumen solicitado
ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

PROCESO BPR002: PRUEBAS A LECHE EN PROCESO



Descripción del proceso:

PROCESO PN BPR003: PRUEBAS A PRODUCTO TERMINADO

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de muestras

ACTIVIDAD 2: Realización de pruebas

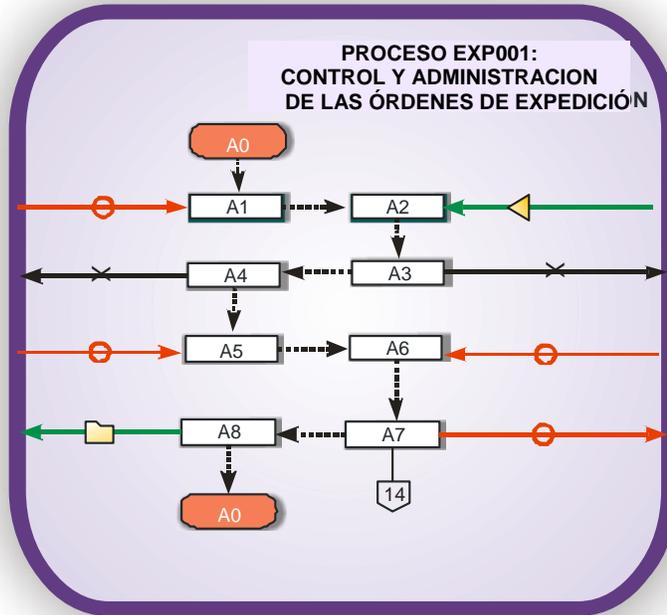
ACTIVIDAD 3: Registrar resultados de las pruebas en DC

ACTIVIDAD 4: Comparar resultados con SP

ACTIVIDAD 5: Informar al supervisor de producción las condiciones de la leche y las diferencias si las hay

ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

PROCESO EXP001: CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LAS ÓRDENES DE EXPEDICIÓN



Descripción del proceso:

PROCESO PN EXP001: CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LAS ORDENES DE EXPEDICIÓN

ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso

ACTIVIDAD 1: Recepción de resultados pruebas a producto terminado

ACTIVIDAD 2: Comparar los resultados con especificaciones SP

ACTIVIDAD 3: Generar orden de preparación y salida de almacén

ACTIVIDAD 4: Realizar activación de transporte

ACTIVIDAD 5: Recepción de comunicación de realización de despacho

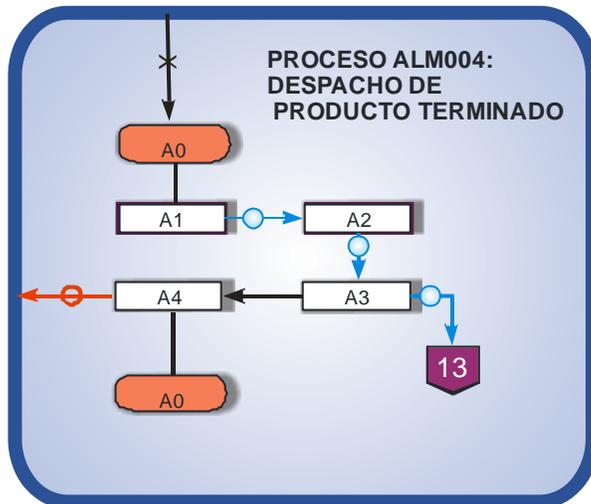
ACTIVIDAD 6: Recepción de anuncio de transporte

ACTIVIDAD 7: Generar comunicación de realización a ventas

ACTIVIDAD 8: Suministrar documentación de expedición al cliente

ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

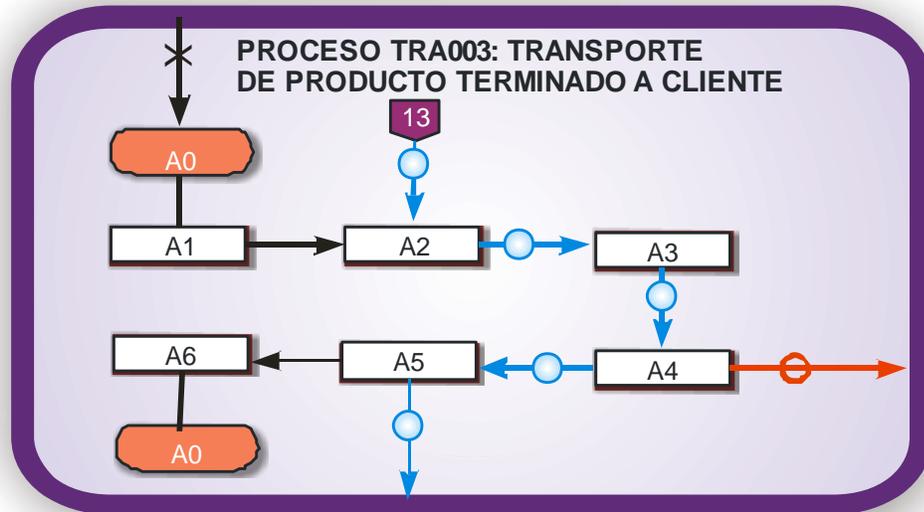
PROCESO ALM004: DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO



Descripción del proceso:

PROCESO PNALM 004: DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO
ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso
ACTIVIDAD 1: Recepción de orden de preparación y salida de almacén
ACTIVIDAD 2: Alistamiento de producto terminado solicitado
ACTIVIDAD 3: Realizar entrega del volumen solicitado
ACTIVIDAD 4: Generar comunicación de realización
ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

PROCESO TRA003: TRANSPORTE DE PRODUCTO TERMINADO



Descripción del proceso:

PROCESO TRA003: TRANSPORTE DE PRODUCTO TERMINADO AL CLIENTE
ACTIVIDAD 0: Inicio de proceso
ACTIVIDAD 1: Recepción de las órdenes de transporte
ACTIVIDAD 2: Recepción de la orden de transporte
ACTIVIDAD 3: Organizar canastas
ACTIVIDAD 4: Transportar
ACTIVIDAD 5: Entregar
ACTIVIDAD 6: Generar anuncio de transporte
ACTIVIDAD 0: Fin de proceso

6. VALIDACIÓN DEL ESQUEMA FINAL

La validación del esquema dinámico mostrará, bajo una visión de integración de empresa, cómo se puede realizar una representación de los diferentes procesos e interrelaciones realizadas al interior de la empresa caso de estudio, teniendo en cuenta la codificación gráfico-cromática; la herramienta gráfica es una opción para la representación virtual del funcionamiento de la empresa.

Para la validación del esquema dinámico propuesto se usó la prueba de escritorio como herramienta. El método se ha seleccionado para presentar la funcionalidad y brindar un ejemplo de cómo realizar el análisis de un gráfico de este tipo.

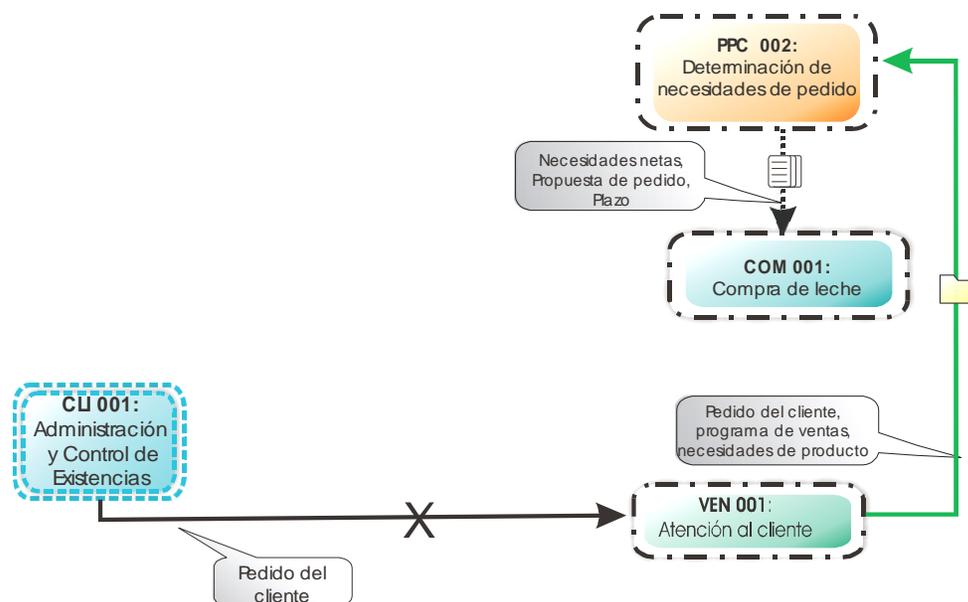
Se debe tener en cuenta que la representación gráfica del funcionamiento de la compañía se basa en procesos por lo cual, para el esquema, es transparente la entidad funcional que intervenga en la realización de un proceso.

6.1 TRAMITACIÓN DE UN PEDIDO

El proceso CLI 001: Administración y Control de Existencias, que pertenece al dominio CLIENTE (dominio externo), responde al mercado y a las bajas existencias de producto, tramita un pedido ante VENTAS; en este dominio se lleva a cabo el proceso VEN 001: Atención al Cliente, donde se realiza la recepción del pedido y posteriormente, transmite la información recolectada al siguiente proceso,

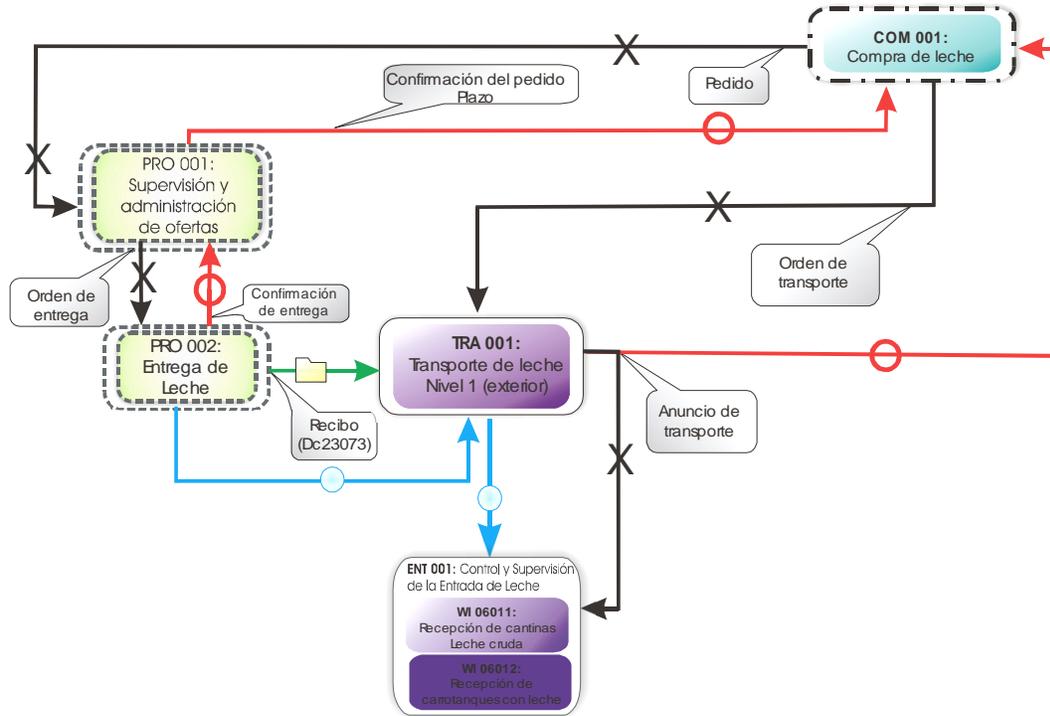
PPC 002: Determinación de Necesidades de Pedido. Este proceso es el encargado de realizar y entregar con base en: pedido del cliente, necesidades de producto, programa de ventas, plan de producción, existencias en almacén, etc., un informe de necesidades reales de la empresa para poder producir. PPC 002 entrega a COMPRAS las Necesidades Netas de Leche, Propuesta de Pedido a Proveedores y Plazo.

Figura 65. PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 1



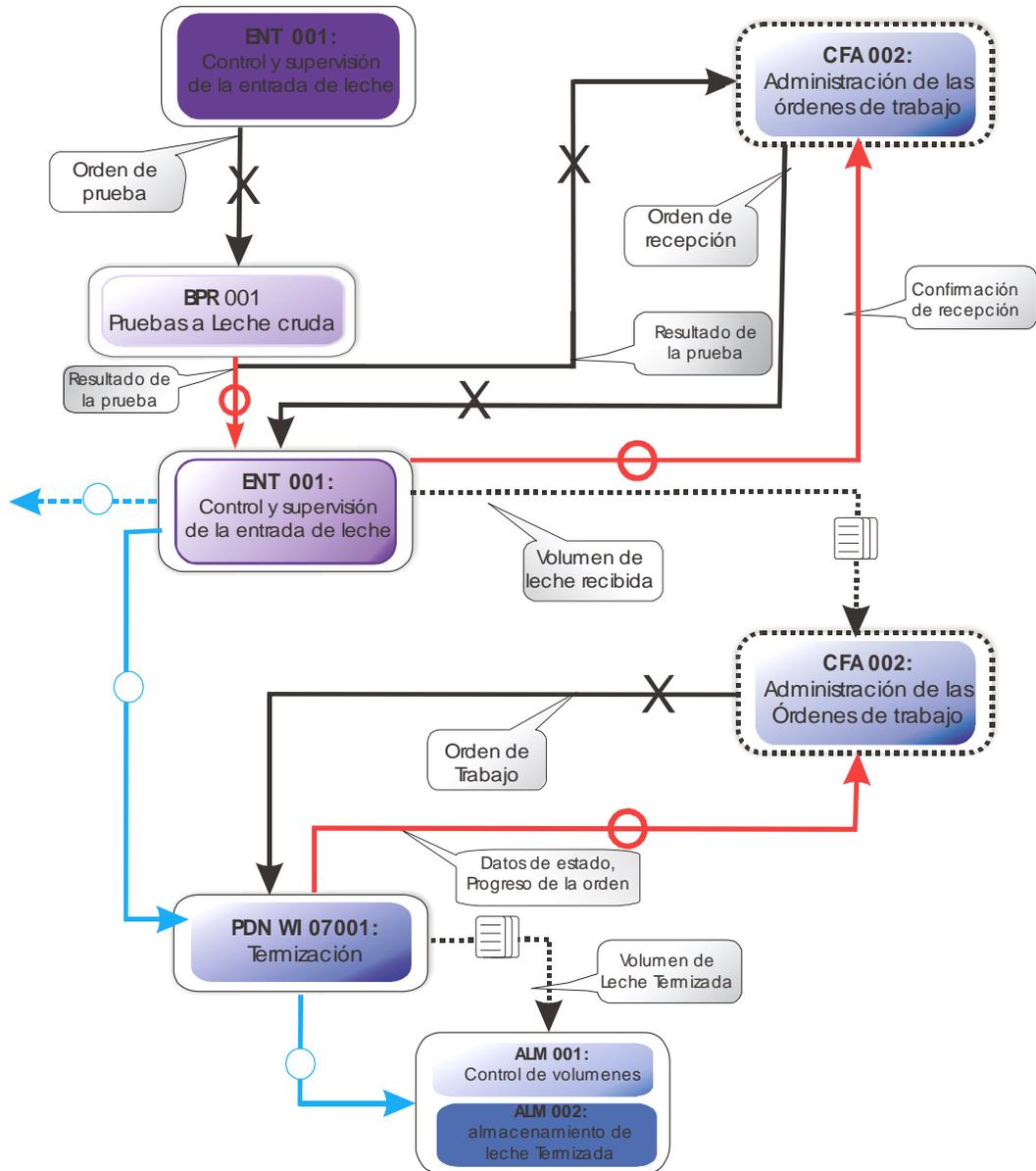
COM 001: Compra de Leche, con esta documentación, realiza un pedido a proveedores de leche. El proceso PRO 001: Supervisión y administración de ofertas, del dominio PROVEEDORES (Externo), confirma a compras el pedido y le informa el plazo. A su vez, PRO 001 le da una Orden de Entrega a PRO 002: Entrega de Leche, para que la materia prima sea entregada al recolector de leche y sea llevada a la empresa.

Figura 66. PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 2



Con la confirmación de pedido, COM 001 le da una Orden al dominio TRANSPORTE, quien a través de su proceso TRA 001: Transporte de Leche Nivel 1, realiza la recolección de la leche a los proveedores; la entrega de leche es realizada por el encargado de la finca, quien en compañía del conductor del carotanque realizan las operaciones y actividades que conforman los procesos de entrega de leche y transporte nivel 1, respectivamente. Una vez el transportador realiza la recolección, lleva la leche a la planta, entregando un Anuncio de Transporte a COM 001 y a ENT_001: Control y Supervisión de la Entrada de Leche del dominio ENTRADA DE MP, INSUMOS Y MERCANCÍAS, recibiendo las Cantinas (WI 06011) o la leche del Carotanque (WI 06012).

Figura 67. PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 3



El proceso ENT 001 tramita una Orden de Prueba para el dominio BANCO DE PRUEBAS, que en el proceso BPR 001: Pruebas a leche cruda, analiza la calidad de la materia prima. Al menor tiempo posible, Banco de Pruebas le envía los respectivos Resultados a CFA 002: Administración de las órdenes de trabajo y a ENT 001: Control y Supervisión de la Entrada de Leche. El dominio CONTROL

DE LA FABRICACIÓN, con su proceso CFA 002, genera una Orden de Recepción, para que ENT 001 ordene la entrada de la leche que cumple las especificaciones de calidad y rechace la que está fuera de especificaciones. Además, envía un informe que confirma el volumen de leche recibida a CFA 002. El proceso CFA 002 realiza una Orden de Trabajo para que producción realice la termización (WI 06011), proceso de adecuación de la materia prima, antes de ser almacenada por el proceso ALM 002: Almacenamiento de Leche Termizada, y controlado por ALM 001: Control de Almacén.

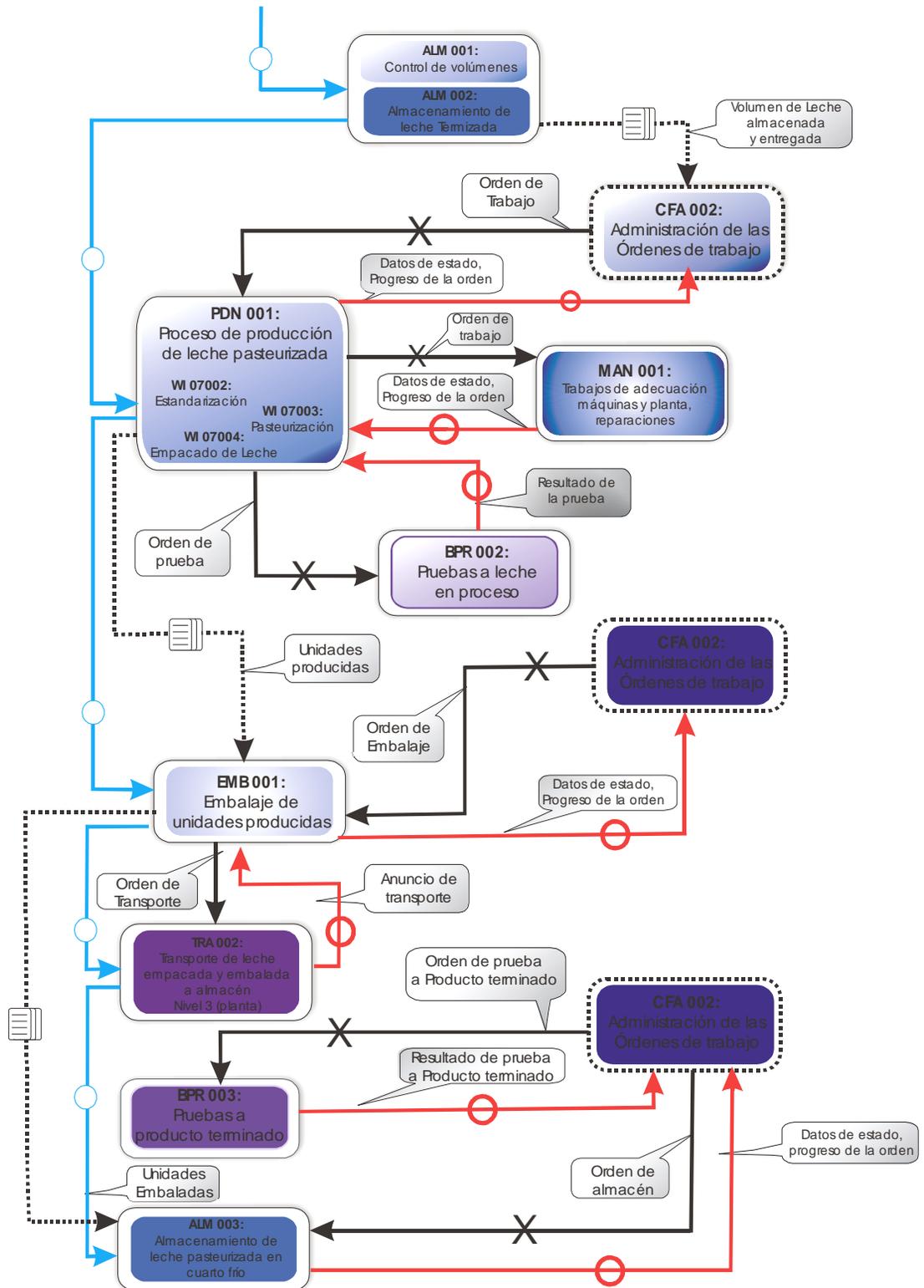
Si CFA 001 activa el Inicio de la Producción, CFA 002 genera una orden de trabajo para que, en el dominio PRODUCCIÓN, PDN 001: Proceso de Producción de Leche Pasteurizada realice secuencialmente la Estandarización, Pasteurización y Empacado de Leche (WI 07002, 07003 y 07004).

Para el control de calidad, se activa en momentos críticos una Orden de Prueba, proceso BPR 002: Pruebas a Leche en Proceso. Este devuelve, tan pronto sea posible, el resultado de las pruebas a PRODUCCIÓN. Cuando PDN 001 confirma la realización de la Orden de Trabajo a CFA 002, éste genera una Orden de Embalaje para el dominio EMBALAJE. A EMB 001: Embalaje de Unidades Producidas le ha llegado como información el número de unidades de leche empacada, y con la orden de CONTROL DE LA FABRICACIÓN realiza su cometido.

Al finalizar realiza una Orden de Transporte para el traslado de producto terminado a almacén. Al tiempo que CFA 002 ha solicitado una prueba a producto terminado, BPR 003 envía los resultados a CFA 002 y a CAQ.

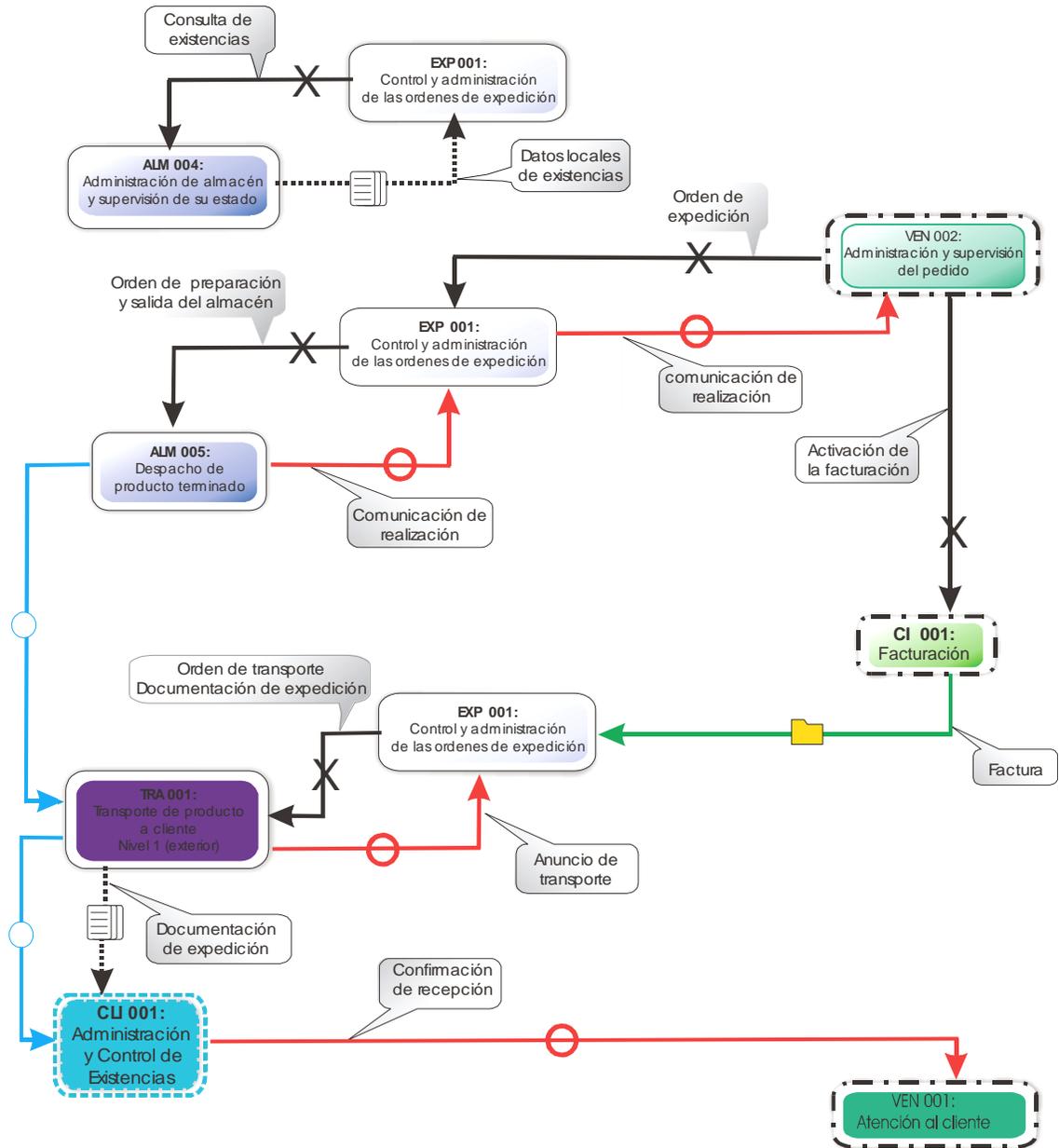
Con los resultados, CFA 002 activa una orden de almacenamiento de producto terminado. El proceso ALM 003: Almacenamiento de leche pasteurizada en cuarto frío, realiza el almacenamiento recibiendo la leche de transporte nivel 3.

Figura 68. PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 4



Cuando VENTAS requiere producto, VEN 001 realiza una orden de expedición para que el dominio EXPEDICIÓN, en su proceso EXP 001: Control y Administración de las Órdenes de Expedición, realice una Orden de Preparación y Salida de Almacén. VEN 001 también solicita la realización de la Factura a CI 001: Facturación, con una señal de activación de la Facturación.

Figura 69. PRUEBA DE ESCRITORIO - PEDIDO 5

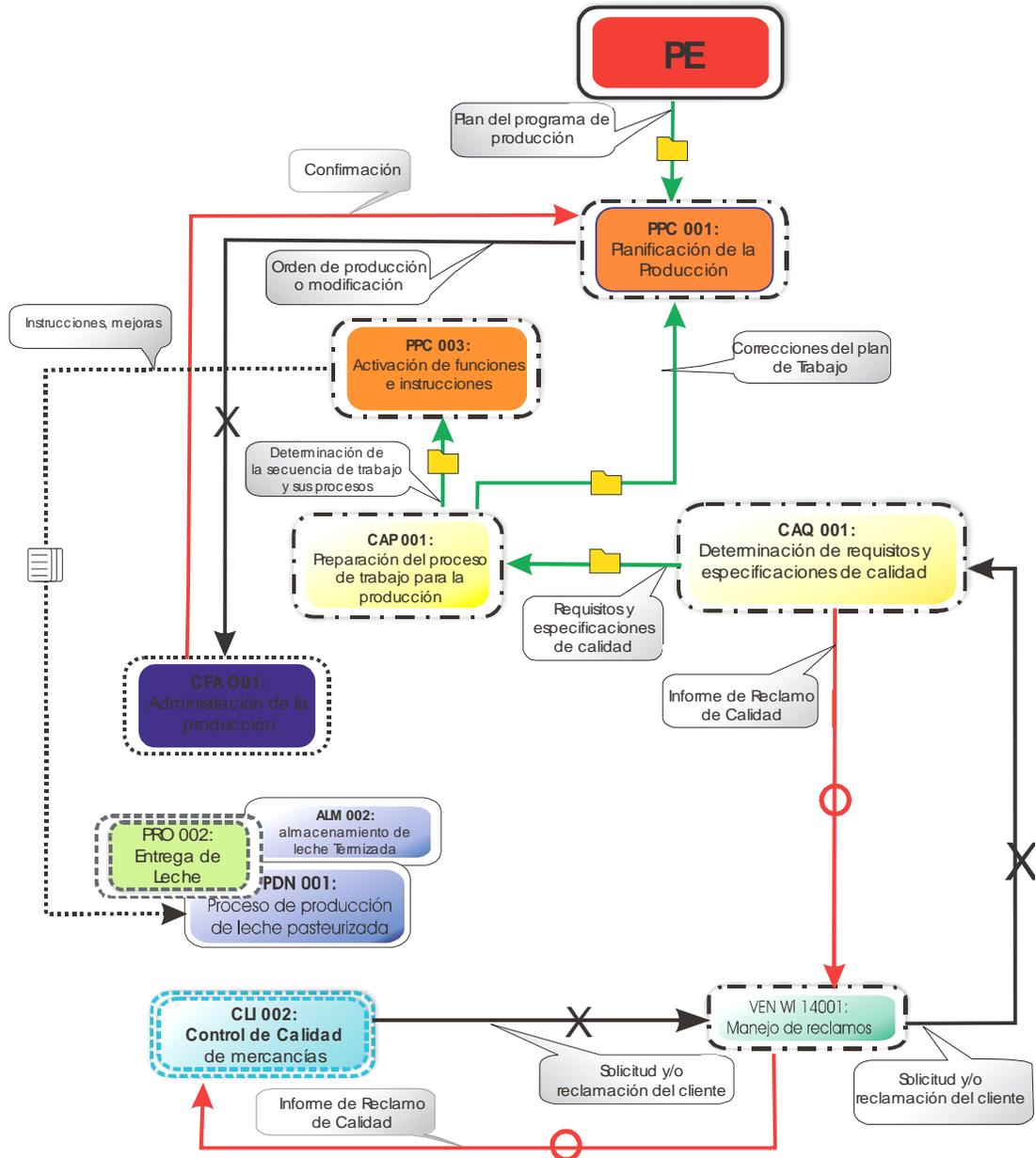


Cuando EXP 001 recibe la factura de CI activa una orden de transporte para que TRA 001 entregue el producto y la documentación de expedición al cliente. Cerrando el lazo CLI 001 le confirma a ventas la recepción del pedido.

6.2 TRAMITACIÓN DE UN RECLAMO

Dado el caso que el cliente desee presentar una solicitud y/o reclamación por calidad, el proceso CLI 002: Control de Calidad de Mercancías, lo hace al proceso WI 14001: Manejo de reclamos, quien la entrega a CAQ 001: Determinación de Requisitos y Especificaciones de Calidad, con el fin de dar trámite inmediato a la solicitud y/o reclamación del cliente, y realizar los correctivos, los cuales consisten en entregar, si es el caso, Requisitos y Especificaciones de Calidad, modificados a CAP 001.

Figura 70. PRUEBA DE ESCRITORIO – RECLAMO



CAP 001: Preparación del Proceso de Trabajo Para la Producción, proceso que arroja como resultado las Correcciones del Plan de Trabajo, que son entregadas al proceso PPC 001: Planificación de la Producción. Para poder realizar las correcciones este proceso requiere previamente haber recibido de PE el Plan del Programa de Producción, para posteriormente enviar una Modificación a la Orden de Producción a CFA 001: Administración de la Producción, quien devuelve una confirmación, realiza las adecuaciones y reactiva de la Producción.

CAP 001: Preparación del proceso de trabajo para la producción, realiza también la Determinación de la secuencia de trabajo y sus procesos, que es entregada a PPC 003: Activación de funciones e instrucciones, para que realice la entrega de Instrucciones y Mejoras, por ejemplo a PROVEEDORES, PRODUCCIÓN, ALMACEN o a quien sea necesario, según fuere el caso de defectos por calidad y CAQ 001 envía a atención al cliente para que se informe al CLIENTE sobre el tramite de su reclamo.

7. PLAN GENERAL DE IMPLANTACION DEL CIM

La etapa de diseño del Esquema debe considerarse como de gran importancia, ya que en ella se determinan los parámetros de integración que regirán el proyecto de implementación. Además, en ella se determinan las bases teóricas que permitirán desarrollar el proyecto CIM.

Un paso trascendental es la decisión de la empresa para la migración a la visión integrada. A partir de este momento empieza el proceso de formulación del proyecto de implementación que cuenta con el Esquema como cimiento vital.

El segundo paso – en caso de que se decida hacerlo – es la conformación de un equipo interdisciplinario y la designación de la gerencia del proyecto de implementación del Esquema de modelo CIM obtenido. Dicho equipo debe reunir talento humano de las áreas: administrativa, contable, recursos humanos, sistemas, producción, investigación y desarrollo, calidad, mantenimiento, y de las demás que manejen información vital para el funcionamiento de la empresa.

El tercero sería la inclusión de las variables que no fueron tenidas en cuenta por los modeladores durante el proceso de diseño del Esquema y que revisten importancia para Friesland. En este momento empezaría la validación empresarial del Esquema de Modelo CIM.

Se debe formular un plan general de implantación del Esquema CIM que busque la puesta en práctica, organizada e integral, de los conceptos presentados en este proyecto, los cuales, al ser validados con la experiencia y conocimiento de los diferentes procesos que se realizan, y ajustando el Esquema a los objetivos de la organización, se conviertan en una base para la ejecución de proyectos de integración.

Las etapas que han llevado a la obtención del esquema arrojaron, además del esquema, la identificación de varias sugerencias que Friesland podría implementar en atención al proyecto con su propia información, tales como:

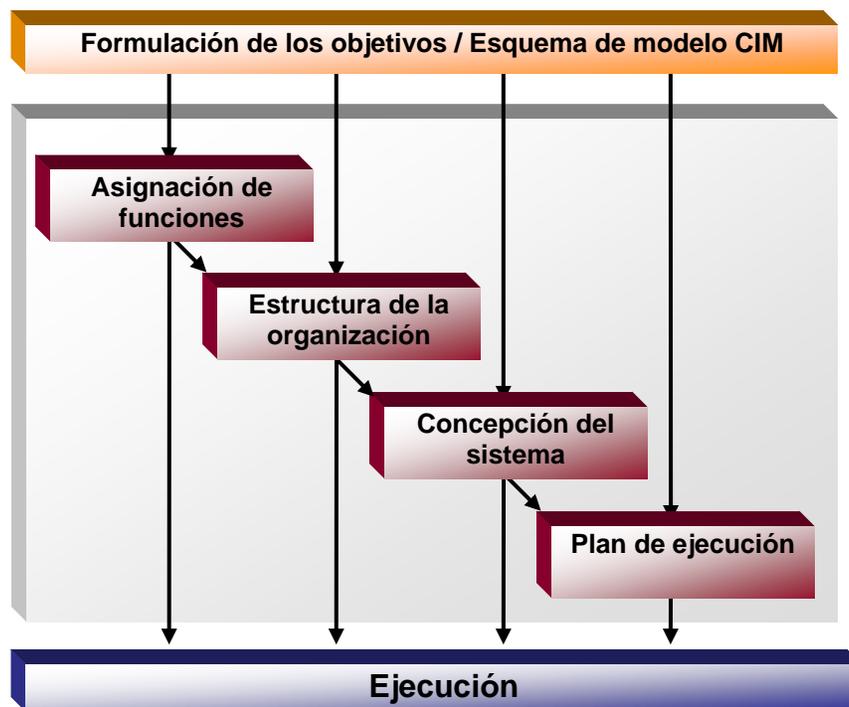
- ✓ Configurar el desarrollo funcional de la empresa bajo el concepto de dominios, esto implica la apropiada clasificación de las unidades de la empresa con base en sus funciones principales y auxiliares y su relación con el proceso productivo, generando una organización de la estructura funcional de la empresa.
- ✓ Identificar las fases de trabajo necesarias y su orden (planes de fabricación, órdenes de fabricación, fichas de ruta).
- ✓ Clasificar y reformular los procesos de Friesland bajo los conceptos de dominio, proceso, actividades. En el presente proyecto se identificaron, clasificaron y codificaron algunos procesos del área productiva; previo a la implementación deberán incluirse aquellos que se han omitido, teniendo en cuenta los procesos que no pertenecen al área productiva (administrativos, contables, etc.).
- ✓ Identificar las señales y flujos de información, mercancías, materias primas, insumos y documentación, para determinar los flujos óptimos de material e información entre procesos.
- ✓ Identificar las Entidades Funcionales (personas, máquinas y equipos) que intervienen en cada Operación Funcional.

El plan general de implantación contempla las distintas planificaciones parciales durante la fase de realización del CIM y sus respectivos proyectos. El centro de gravedad de todos los proyectos debe estar situado en la integración de los dominios alrededor de la producción y en los problemas resultantes de organización, tratamiento de datos, comunicaciones, etc.

Con base en la literatura consultada, a continuación se mostrarán las etapas a considerar en una organización para que, a partir del Esquema de modelo presentado y las herramientas que lo soportan, se estructure el proyecto de implantación CIM.

Para lograr el objetivo de planificación se recomiendan las siguientes fases:

Figura 71. PLAN GENERAL DE IMPLANTACIÓN DEL CIM



(CIM Consideraciones Básicas – Siemens. Baumgartner, Knischewski, Wieding. 1991)

7.1 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

Los objetivos de la empresa deben disponerse de manera tal que bajo una visión integral se logre un concatenamiento que permita direccionar los esfuerzos de la empresa hacia las metas de corto, mediano y largo plazo.

Es importante advertir que la fábrica del futuro, considerada como la organización vista bajo el concepto CIM, implica la realización de un Proyecto que debe estar compuesto por varios sub-proyectos. El horizonte de tiempo del conjunto de proyectos superará el año; sin embargo, los proyectos actuales y los formulados desde la entrega del Esquema deben pensarse como islas, con la capacidad de integrarse alrededor del macroproyecto: CIM.

Se considera entonces que el proyecto de implantación de un modelo CIM se compone del diseño del Esquema, que es la hoja de ruta, que contiene la información importante de la empresa y que, atemperado a los objetivos macro de la empresa (PE), permitirá proyectar los objetivos parciales y los sub-proyectos.

7.2 PLANIFICACIÓN

7.2.1 Asignación de Funciones. Esta fase de planificación comprende la preparación de un modelo funcional ideal para las divisiones de la empresa establecidas mediante el concepto CIM; en este sentido el Esquema de Modelo

Estático presenta un avance considerable, pues los esquemas presentan los dominios y las relaciones que existen entre las distintas unidades funcionales.

El Esquema estático debe orientarse de acuerdo con los objetivos, las condiciones reales que influyen y las necesidades técnicas y de organización. El resultado es una representación ideal y transparente de todas las funciones, desarrollo de funciones, flujo de información y las relaciones e interdependencias. A partir de ahí pueden deducirse funcionalmente las restantes medidas que deben adoptarse en cuanto a modificaciones de organización y realizaciones técnicas. Esto debería hacerse a partir del esquema estático desarrollado.

7.2.2 Estructura de la Organización. De la comparación entre la organización actual de los procesos y estructuras de la empresa y las estructuras de la planificación de asignación funcional del Esquema Estático, puede resultar la necesidad de introducir determinados cambios estructurales. El cometido de esta fase consiste en planificar dichos cambios a partir de los objetivos establecidos y determinar su puesta en práctica.

Para ello es necesario considerar la organización bajo dos aspectos:

- ✓ **Estructura de la organización:** Consideración de la naturaleza de los problemas (personas, secciones, talleres).
- ✓ **Ciclos de trabajo:** Consideración de la secuencia de operaciones y el recorrido de los materiales a través de la planta y el flujo de información en la empresa, considerando la influencia que ejercen sobre estos flujos las entidades afectadas.

En esta fase es necesario analizar con exactitud la organización de procesos y estructuras existentes, apoyándose en el Esquema de Modelo Dinámico, con el fin de detectar y eliminar los cuellos de botella actuando sobre las causas. Debido a que es posible que varios puntos débiles se encuentren en el ámbito de la organización, resulta inevitable llevar a cabo una serie de adaptaciones estructurales, en el sentido de los intentos de integración horizontal y especialmente vertical.

Las modificaciones y actuaciones deberán planificarse armonizando el flujo de información y la organización de los procesos. El alcance de las decisiones que se tomen en esta fase exige una colaboración fuerte entre la gerencia del proyecto de integración CIM y las secciones afectadas, así como con la Junta Directiva. Solamente si las modificaciones de la organización pueden asentarse sobre esta base tan amplia, se garantizará la aceptación y futuro éxito en la realización.

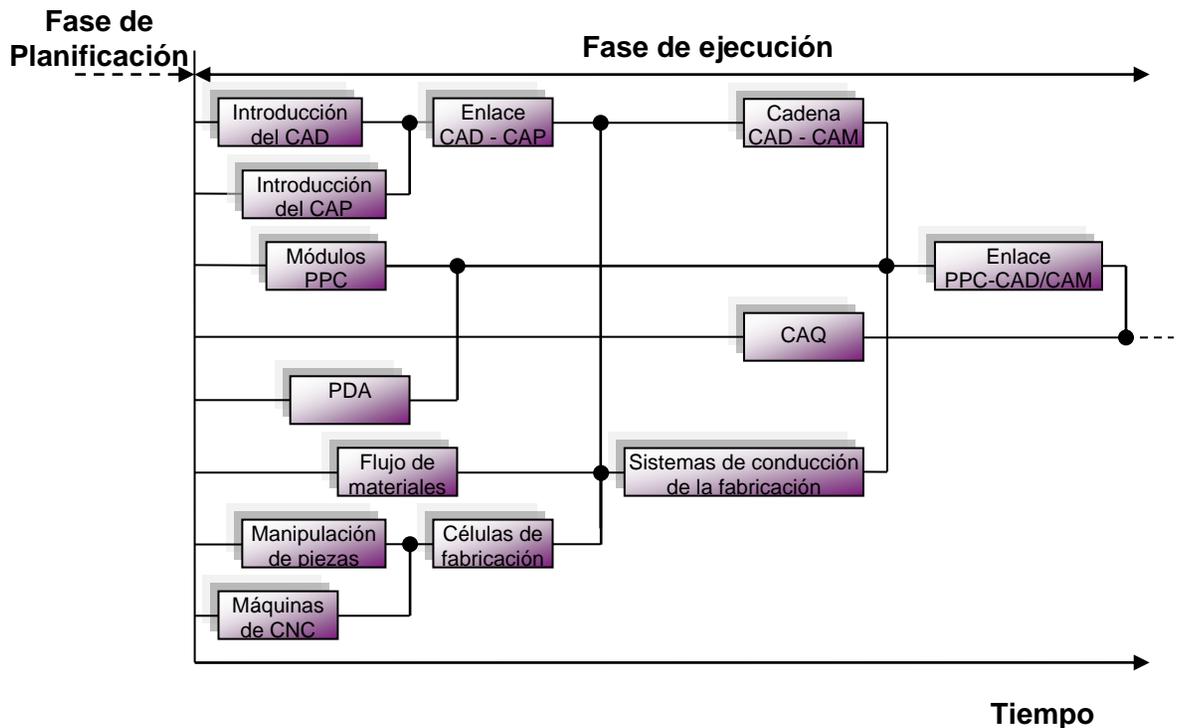
7.2.3 Planificación del Concepto del Sistema. Una vez que se ha preparado en las dos fases anteriores el plan de asignación de funciones y el plan de estructura de la organización, partiendo de los objetivos ideales, es necesario que los requisitos funcionales y estructurales obtenidos se hagan realidad planificando una serie de sistemas técnicos concretos. Es preciso conseguir la máxima coincidencia entre la asignación ideal de los ámbitos de la empresa y las necesidades que se consideran reales, así como las más diversas restricciones.

En esta fase, el centro de gravedad se encuentra en el diseño informático del sistema y en la consecuente forma de proceder. Se propone que la planificación de la ejecución parta del análisis de la producción, dominio CAM, y los dominios más relacionados con la producción como: CAQ, CAD; a medida que se planea la

infraestructura del resto de la organización, pueden analizarse los otros dominios: CAP, PPC. Friesland Colombia S.A., según su experiencia en proyectos de gran escala y las circunstancias, deberá seleccionar la metodología, considerar las fases y sub-proyectos con los que la organización se identifique, pues el Esquema es abierto en ese sentido.

7.2.4 Planificación de la Ejecución. Aunque en la bibliografía se recomienda a menudo la vía desde PPC a través de CAD/CAP hasta el CAM, es necesario tener en cuenta que, para realizar una integración de empresa productiva, como lo es la seleccionada como caso de estudio, se deben realizar de manera simultánea esfuerzos en el ámbito productivo (CAM) y en los ámbitos de planificación. Los proyectos actuales y los formulados desde la entrega del Esquema deben ser planteados y desarrollados como islas, con capacidad de integrarse. CIM no es un proyecto ordinario, es una herramienta con la cual la empresa pretende alcanzar su ideal: acercar la empresa del futuro al presente; por eso, a medida que se realizan esfuerzos de planificación y reorganización sistemática de los diferentes dominios de la empresa, también se deben realizar esfuerzos en la evolución tecnológica de la línea de producción, perteneciente al dominio CAM.

Figura 72. PROPUESTA DE LA SECUENCIA DE FASES DE INTEGRACIÓN



CIM Consideraciones Básicas – Siemens. Baumgartner, Knischewski, Wieding. 1991

Para la empresa caso de estudio se considera que la iniciación del proceso de ejecución debería realizarse en CAM. Así, se deberían realizar proyectos de automatización y mejoramiento tecnológico en las áreas de: instrumentación y control, redes industriales, control de la fabricación, flexibilización de la producción, bases de datos, etc., que permitan crear las denominadas celdas de manufactura, las cuales, contempladas desde la perspectiva del modelo, deben ser compatibles en términos de flujo de información, materiales, insumos, etc. y de esta forma poder garantizar que estas inversiones, generalmente de costo considerable, alcancen una meta común: la integración.

Aprovechando que Friesland realiza un gran esfuerzo orientando sus objetivos a la mejora continua de la calidad de sus productos y procesos, se debería planear y ejecutar proyectos para lograr en corto tiempo la Calidad Asistida por Computador

(CAD). Y, simultáneamente, crear aportes para la flexibilidad en la producción, lo que implica el estudio y estandarización de la producción por baches tendiente a reducir los costos de fabricación optimizando los recursos existentes.

7.3 EJECUCIÓN

El plan de implantación general comprende el marco para los distintos proyectos parciales y su secuencia. El objetivo de la fase de ejecución es perfeccionar la planificación aproximada en una serie de planificaciones de proyectos parciales, de manera que puedan seleccionarse, pedirse o fabricarse todos los componentes necesarios para el CIM y ejecutar los proyectos parciales de acuerdo con la planificación. Se consideran componentes del CIM no solamente el hardware y el software, sino también las redes de comunicación, máquinas, herramientas, personal, capacitación entre otros.

En la realización del CIM la dificultad se encuentra en la integración, que no comienza una vez finalizados los proyectos parciales, sino que debe ser un componente considerado desde el momento en que empieza a planificarse el proyecto parcial.

La ejecución del plan general de implantación del Esquema es responsabilidad de la gerencia del proyecto de integración CIM, las decisiones las toma la dirección de la empresa, en colaboración con los jefes de las diferentes secciones afectadas. En los proyectos CIM, la responsabilidad relativa a la realización de los distintos proyectos parciales no se limita al ámbito de las correspondientes divisiones técnicas. La gerencia del CIM tiene el cometido adicional de poner en práctica los requisitos globales, a nivel superior de las divisiones. Para ello es necesario colaborar también en los proyectos parciales con carácter asesor y coordinador.

Paralelamente a la realización del proyecto parcial, la gerencia del CIM debe iniciar también las medidas de carácter personal y de organización. La reconversión de los empleados, para adaptar su mentalidad a la nueva concepción del CIM, puede resultar en ocasiones incluso más difícil que la realización técnica. Por este motivo es necesario iniciar las correspondientes medidas de formación, que incrementen la cualificación de los empleados en la medida necesaria (por ejemplo, manejar un ordenador, redactar programas NC, manejar equipos de diagnóstico, incrementar la responsabilidad, manejar sistemas complejos de fabricación flexible, etc.).

8. CONCLUSIONES

1. Se ha logrado obtener un Esquema de un modelo CIM, el cual es una imagen o abstracción de la empresa. Este esquema de modelo se proyecta como una herramienta para el análisis sistemático del funcionamiento real de la empresa en el proceso hacia la fábrica modelada bajo el concepto de Manufactura Integrada por Computador.
2. Se logró acercar los conceptos teóricos de Manufactura Integrada por Computador, a la realidad de una empresa regional con presencia en el mercado nacional, presentando un esquema compuesto por una metodología y herramientas gráficas que utilizan color. Su representación es amigable (menos pesada) y es útil para representar la estática y la dinámica de la empresa mediante la integración de los denominados dominios.
3. Se reconoce la necesidad del esquema obtenido de tener en cuenta los objetivos empresariales. La empresa, en el momento de implantar este Esquema de Modelo, debe tener en cuenta que, para efectos de modelamiento, no se consideraron la totalidad de las variables que intervienen en el normal funcionamiento de la empresa. Es por esto que, básicamente, se recogieron y se trabajó con las variables necesarias para la realización de un esquema guía que toma como punto fundamental el dominio CAM.

4. Se generó un Esquema que permite incluir la estática y la dinámica de la empresa con sus correspondientes herramientas gráficas, codificaciones, etc. Una empresa que desee implantar este Esquema, puede usar estas herramientas con su propia información. Los modelos muestran una ruta y son una guía para la empresa caso de estudio. Friesland debe adicionar al modelo no solo su información sino priorizar sus necesidades y utilizar sus objetivos en la implantación.

5. En una empresa es vital la planificación de la asignación de funciones y específicamente el establecimiento de los ámbitos y las relaciones entre dominios. En el estudio se presenta como referencia una metodología para clasificar las funciones, entidades funcionales y sus relaciones en lo que se muestra como la parte estática del Esquema. Además se muestra cómo utilizando macros se puede obtener dicho resultado.

6. El Esquema supera la deficiencia de la representación dinámica del modelo Siemens mediante la adopción del piso teórico del modelo CIMOSA y la descomposición de los procesos de la empresa en los denominados procesos básicos. Estos últimos posibilitan el modelamiento: en una visión interna del denominado Esquema dinámico se plantea el modelamiento de procesos en una serie de flujogramas que representan el flujo de materia e información, con la particularidad de presentar de manera simultánea la secuencialidad del proceso productivo básico y los flujos de información relacionados.

7. La reformulación de los procesos de Friesland en procesos básicos, basados en diagramas de flujo, le podría permitir a la empresa migrar con gran facilidad a cualquier sistema y apoyar el de Calidad existente, además de permitirle a futuro la programación de todos y cada uno de sus procesos de manera ágil y eficiente.

8. En caso de realización del proyecto de integración, debe concretarse la visión de futuro, que permita abstraer la empresa integrada ideal, para que se logre la menor cantidad de desviaciones en las diferentes fases y sub-proyectos.

9. El esquema es una propuesta de integración que reúne varias herramientas propicias para la realización de proyectos de integración de empresa, y esta listo para ser validado. Esta validación puede realizarse por dos vías no excluyentes:

Validación académica: por la difusión en el ámbito académico mediante la presentación de la metodología con el fin de evaluar los conceptos y herramientas generadas.

Validación empresarial: determinar el grado de aplicabilidad, funcionalidad y viabilidad dentro de la realidad de la empresa caso de estudio y posteriormente en otras empresas productivas, siguiendo la metodología de modelamiento propuesta y la aplicación de los conceptos teóricos apoyados en las herramientas graficas suministrados en este proyecto.

10. Una forma de realizar las dos validaciones de manera simultánea es mediante proyectos académicos en la línea de automatización industrial aplicados a la industria bajo el esquema de modelo CIM propuesto en este proyecto.
11. Se logra presentar una base metodológica para la formulación de proyectos de automatización que no parten de la instrumentación y control sino de la detección de las necesidades de la empresa. En este orden de ideas, se pretende contribuir en el ámbito nacional a la problemática generada por la frecuente realización de proyectos que no observan las organizaciones como un todo, y que generan islas tecnológicas, que si bien son soluciones específicas, en muchos casos no son susceptibles de integración ya sea con otras aplicaciones o con la estructura organizacional.
12. Fue propicio presentar el proyecto como una propuesta para Trabajo de Grado. El caso ha revestido diferentes problemáticas que han sido resueltas a partir de la investigación, conceptualización y aplicación de ingeniería. Finalmente se obtiene un resultado que es considerado un avance importante el campo de la Automatización Industrial Colombiana. El tiempo de desarrollo permite presentar una metodología pensada para ser una herramienta en los proyectos de automatización, que usada ágilmente represente un mejoramiento en las relaciones de la Universidad y la Industria.

BIBLIOGRAFIA

Sistema de Gestión de la Calidad

Friesland Colombia S.A., 2004

CIM Consideraciones Básicas

BAUMGARTNER, KNISCHEWSKI, WIEDING.

Ediciones Marcombo S.A., 1991.

Quality of ultra-high-temperature processed milk

HILL, A. R.

Food Technology 42 92-97, 1988.

Some principles of UHT processing

BOCKELMANN, BVON.

Suiza supplement 235-249. 1980.

Enterprise modelling and integration

Vernadat, F. B., Vollman, T., W. L. Berry, D. C. Whybark,

Chapman & Hall. (1996)

IFIP – IFAC, (1998), GERAM: Generalized
Enterprise Reference Architecture and
Methodology, Version 1.6.3.

AMICE (1993), CIMOSA: Open System
Architecture for CIM, 2nd extended and
revised version, Springer Verlag.

CIMOSA: Open System Architecture for CIM,
(1993), Research Reports ESPRIT, Project
688/5288, AMICE, Vol. 1, 2nd ed., Springer
Verlag.

Computer Integrated Manufacturing (CIM) Framework
CIMFramework, (1998).
Specification, V. 2.0, SEMATHEC, Doc. ID

www.pera.net/Arc_cimosa.html

www.millennium.com.br/index.html

www.univ-troyes.fr/mosim01/