

MODELO DE INTEGRACIÓN EMPRESARIAL INALÁMBRICO REFERENCIADO  
A LOS ESTÁNDARES ISA 95 E ISA 100 CON APLICACIÓN A UN CASO DE  
ESTUDIO



EDWIN YAMID BOLAÑOS PALACIOS  
LADY GIOVANNA RODALLEGA OBANDO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
POPAYÁN  
2009

MODELO DE INTEGRACIÓN EMPRESARIAL INALÁMBRICO REFERENCIADO  
A LOS ESTÁNDARES ISA 95 E ISA 100 CON APLICACIÓN A UN CASO DE  
ESTUDIO

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

EDWIN YAMID BOLAÑOS PALACIOS  
LADY GIOVANNA RODALLEGA OBANDO

Director  
JUAN MARTIN VELAZCO MOSQUERA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
POPAYÁN  
2009

Nota de Aceptación

---

---

---

Director

---

Msc. Juan Martín Velasco

Jurado

---

Msc. Álvaro René Restrepo Garcés

Jurado

---

Msc. Mariela Muñoz Añasco

Fecha de sustentación: Popayán, 2 de Octubre de 2009

## **AGRADECIMIENTOS**

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

*A Dios...  
Por el maravilloso regalo de la vida,  
Por colmarme de bendiciones,  
Por acompañar mis pasos a lo largo del camino.*

*A mi madre...  
Por ser más que mi madre,  
Por ser mi amiga, mi apoyo y mi guía,  
Por no dejarme desfallecer,  
Por ser mi inspiración, mi mayor orgullo.*

*A padre y mis hermanos...  
Por estar siempre ahí,  
Por ser quienes son  
Por significar tanto para mí.*

*A mis amigos...  
Por compartir sus instantes conmigo,  
Por soportar conmigo.*

*A todos ustedes, por dejarme ser parte de sus vidas,  
Por compartir conmigo la felicidad de este sueño alcanzado.*

*JHOANA.*

*“Nunca es definitivo el éxito, ni el irremediable fracaso,  
lo que cuenta es el valor y prudencia para administrar lo primero,  
y para afrontar el segundo”*

Doy gracias a Dios por este triunfo,  
por haberme permitido ser fruto del amor  
de ese ser maravilloso: Mery Palacios,  
madre ejemplar de quien obtuve valores  
y creencias sobre mi persona,  
que hoy traduzco en esta obra.  
A usted dedico mi éxito.  
EDWIN.

## CONTENIDO

Pág.

RESUMEN .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
1. FUNDAMENTOS Y COMPONENTES DE LOS ESTÁNDARES SP95 E ISA 100..	14
1.1. ESTANDAR SP 95 .....	14
1.1.1. GENERALIDADES .....	14
1.1.2. COMPONENTES DEL ESTANDAR. PARTE 1 .....	17
1.2. ESTANDAR ISA 100 .....	21
1.2.1. GENERALIDADES .....	21
2. VENTAJAS Y CONDICIONES DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA .....	23
2.1 VENTAJAS DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA .....	23
2.2. INCONVENIENTES DE LAS REDES INALÁMBRICAS .....	25
2.3. CONDICIONES DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA .....	25
3. FUNCIONAMIENTO DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS.....	34
3.1. ASPECTOS RELEVANTES EN LA INDUSTRIA DE SERVICIOS .....	34
3.2. FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO .....	35
3.2.1. ETAPA DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DEL AGUA.....	35
3.2.2. ETAPA DE DISTRIBUCION Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO.....	35
4. MODELO RESULTANTE DE INTEGRACIÓN EMPRESARIAL INALAMBRICO PARA EMPRESAS DE SERVICIOS .....	37
4.1 PERFECTOS JERÁRQUICOS RESULTANTES.....	37
4.1.1. JERARQUÍA DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL.....	37
4.1.2. JERARQUIA DE EQUIPOS .....	38
4.2. MODELO FUNCIONAL DE FLUJO DE DATOS RESULTANTE .....	42
4.2.1. FUNCIONES.....	45
4.2.2. Flujos de información .....	54
4.3. MODELO DE OBJETOS RESULTANTE .....	57
4.3.1. CATEGORÍAS DE INFORMACIÓN.....	57
4.3.2. ESTRUCTURA DEL MODELO DE OBJETOS .....	61
4.4. MODELO DINÁMICO .....	66
4.4.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS DIAGRAMAS .....	68
4.4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO QUE REPRESENTAN CADA UNA DE LAS FUNCIONES DEL MODELO FUNCIONAL RESULTANTE .....	69
5. RESULTADOS DE LA ADECUACIÓN DEL MODELO DE INTEGRACIÓN EMPESARIAL INALÁMBRICO EN LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO .....	74
5.1. MODELOS JERÁRQUICOS .....	74
5.1.1. JERARQUÍA DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL.....	74
5.1.2. JERARQUÍA DE EQUIPOS .....	75
5.2. MODELO FUNCIONAL.....	76
5.2.1. PROCESAMIENTO DE ÓRDENES.....	76

5.2.2.	PROGRAMACIÓN PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO .....	78
5.2.3.	CONTROL EN LA PRESTACIÓN DELSERVICIO (3.0).....	79
5.3.	MODELO DE OBJETOS.....	86
5.3.1.	SEGMENTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO.....	87
5.3.2.	MODELO DE DEFINICIÓN DE SERVICIO .....	91
5.3.3.	MODELO DE MATERIAL .....	95
5.4.	ARQUITECTURA INALÁMBRICA PROPUESTA PARA LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO.....	101
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	109
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	112

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 - Escenario “Espagueti” [2].....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 - Escenario: Integración ISA S95 [2] .....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3 - Modelo Físico [1].....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 - Descripción de los Niveles de Control y Gestión en el Modelo Físico [1]. .	¡Error! Marcador no definido.
<b>Figura 5 - Modelos del estándar SP95 [5] .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 6 - Modelo jerárquico de decisiones. [5].....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 7 - Modelo funcional de flujo de datos. [4].....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 8 - Categorías de intercambio de información. [5] ...</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 9 - Tecnologías en 2.4GHz .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 10 - Estructura Organizacional Actual – Acueducto y Alcantarillado de Popayán. [15] .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 11 - Arquitectura del modelo jerárquico de equipos.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 12 - Definición de Centros y Unidades de Trabajo... </b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 13 - Modelo jerárquico de equipos resultante .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 14 - Modelo funcional de flujo de datos resultante.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 15 - Áreas de intercambio de información.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 16 - Información de capacidad para prestación de servicios ...</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 17 - Información de definición del servicio .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 18 - Información de la prestación del servicio .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 19 - Capacidades actuales y futuras [4].....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 20 - Diagrama de flujo – Función Procesamiento de órdenes (1.0)¡</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 21 - Diagrama de flujo – Función Programación para la prestación del servicio (2.0) .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 22 - Aplicación del modelo jerárquico de equipos resultante a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 23 - Modelo de segmento de prestación del servicio</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 24 - Modelo de definición de servicio .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 25 - Modelo de objetos de material .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 26 - Estructura de la red actual en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán. ....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 27 - Arquitectura propuesta para la opción 1 .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 28 - Arquitectura propuesta para la opción 2 .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



## LISTA DE TABLAS

**Pág.**

Tabla 1 - Comparación entre los estándares 802.11 a,b y g.....	30
Tabla 2 - Equivalencia de términos .....	37
Tabla 3 - Notación de Yourdon-Demarco.....	43
Tabla 4 - Comparación de funciones .....	44
Tabla 5 - Comparación de flujos de información .....	55
Tabla 6 - Notación y convención de colores para la representación de los diagramas de flujo.....	67
Tabla 7 - Relación entre los segmentos de proceso y los segmentos de servicio en la empresa caso de estudio .....	93
Tabla 8 - Propiedad tubo PF+UAD.....	98
Tabla 9 - Propiedad tubo PVC .....	98

## **RESUMEN**

Mediante el siguiente trabajo se pretende dar a conocer el resultante del modelo de integración empresarial inalámbrico para aplicar a empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios, referenciado a las normas ISA SP95 e ISA 100. En el trabajo se exponen una serie de elementos de análisis comparativo entre cada uno de los modelos para la integración empresarial dados por el estándar SP95 y el funcionamiento de empresas prestadoras de servicios, con el fin de obtener un modelo que permita realizar el intercambio de información de forma oportuna y eficiente entre los diferentes niveles empresariales, mediante la utilización de tecnología inalámbrica de acuerdo con los lineamientos dados por el estándar ISA100. Así mismo, se presenta la validación del modelo resultante mediante la aplicación a un caso de estudio: “Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P.”

## INTRODUCCIÓN

El gran desarrollo tecnológico que compete directamente al sector industrial obliga a todo tipo de empresas a buscar soluciones e implementar estrategias que les permitan estar a la par con este tipo de avances para lograr mantenerse en los diferentes mercados a los que pertenecen; es por esto por lo que cada vez son más las empresas que buscan soportar sus procesos en estándares internacionales que faciliten su labor e incrementen su productividad, eficiencia y competencia; sin embargo, el enfoque de la gran mayoría de las normas con las que para dichos propósitos se cuenta está dirigido a las empresas de manufactura y a su aplicación y/o implementación individual, dejando de lado a las empresas prestadoras de servicios públicos, a pesar de la gran misión social con las que éstas cumplen: proveer a todos los usuarios de los servicios públicos esenciales para su bienestar y desarrollo personal, garantizando siempre la mejor calidad del servicio que se brinda y la contribución con el medio ambiente.

Independientemente del tipo de empresa, el manejo oportuno de la información que se genera dentro de ellas ha representado, sin lugar a duda a través del tiempo, uno de los mayores inconvenientes en el desarrollo productivo de las mismas; si tomamos el funcionamiento de las empresas prestadoras de servicios en especial, la cantidad de información que es manejada por éstas puede ser mucho mayor en referencia a otro tipo de empresas, y el gran crecimiento competitivo al que deben someterse obliga a buscar soluciones que les permitan no sólo el mantenerse en el mercado, sino el cumplir con su propósito individual. En este sentido, el lograr proponer la construcción de un modelo de integración empresarial inalámbrico puede verse como una solución oportuna a la necesidad de estas empresas para conseguir un mejor y rápido manejo y distribución de la información generada, y de esta forma poder ofertar los mejores servicios.

Para lograr dar origen a una arquitectura de integración empresarial inalámbrica se han tomado como referencia los estándares SP95 e ISA 100. El estándar SP 95 permite obtener una interfaz común para el intercambio de información entre los niveles 3 y 4 relacionados directamente con los dominios de negocios y manufactura respectivamente, permitiendo a los ejecutivos el manejo de datos de la empresa en tiempo real y gestionar de una forma más efectiva la oportuna toma de decisiones sobre los diversos factores que intervienen en un proceso productivo permitiendo romper con las barreras organizacionales y de esta forma alcanzar una mayor productividad y eficiencia en toda la compañía.

Por su parte, el estándar ISA 100 propone la aplicación de una única red inalámbrica integrada que facilite el intercambio de información entre los diferentes niveles de la empresa.

El poder implementar nuevas tecnologías en el desarrollo empresarial, como la inalámbrica, contribuye en gran medida a la determinación de la productividad y eficiencia de una empresa; su correcta aplicación ayuda en el ahorro y disminución de inconvenientes presentes en los procesos de integración empresarial y contribuye en la innovación de alternativas que, además, permiten dar solución a las complicaciones que en el proceso de intercambio de información surgen al interior de una empresa.

El presente proyecto pretende, por tanto, determinar hasta qué punto los estándares SP95 e ISA100, que han sido creados para empresas de manufactura, pueden ser aplicados en las empresas prestadoras de servicios públicos, logrando así un impacto tecnológico e investigativo en el desarrollo de proyectos de integración empresarial en el campo de acción de este tipo de empresas, permitiendo obtener sistemas con mayor grado de estandarización y flexibilidad.

El documento contiene seis capítulos en los cuales se muestran los resultados del trabajo desarrollado. Inicialmente se introduce al lector en el conocimiento de los conceptos y fundamentos principales de los estándares empleados necesarios para la comprensión del proyecto. Posteriormente, se hace una breve introducción al modo de funcionamiento de empresas prestadoras de servicios, tomando como referencia la información recopilada en el caso de estudio, se explica la metodología propuesta para adecuar los estándares mencionados en empresas prestadoras de servicios y el modelo obtenido. Para validar el modelo se efectúa una aplicación ilustrativa al caso de estudio: "Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P." Finalmente, se plantean trabajos futuros y se destacan algunas conclusiones. Adicionalmente, se presenta una documentación en los anexos que tiene como finalidad mostrar de una manera más detallada el trabajo realizado.

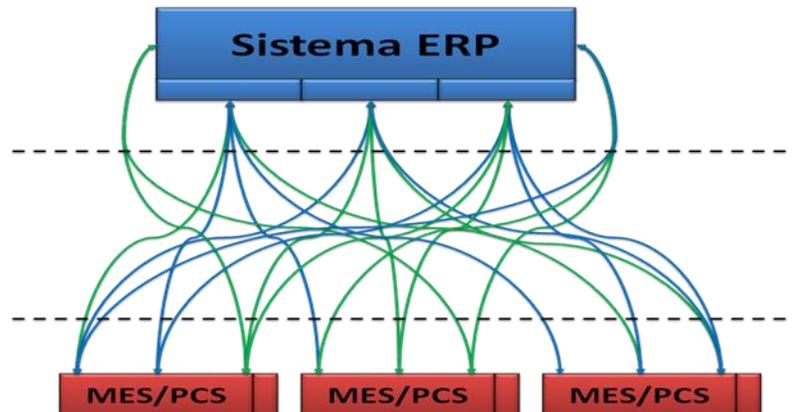
## 1. FUNDAMENTOS Y COMPONENTES DE LOS ESTÁNDARES SP95 E ISA 100

### 1.1. ESTANDAR SP 95

**1.1.1. Generalidades.** El estándar SP95 Enterprise-Control Integration fue creado por la ISA (International Society Of Automation) y es reconocido internacionalmente por proveer los modelos y terminologías para la definición de interfaces entre el sistema de negocios y el sistema de control de manufactura, permitiendo de este modo la fácil integración de las operaciones durante todo el ciclo de producción, sin que deba tenerse en cuenta el grado de automatización actual del proceso. Describe las funciones relevantes del nivel de negocios (ERP: Enterprise Resource Planning) y del nivel de operaciones de manufactura (MES: Manufacturing Execution System) y la información clave que se requiere compartir en esos dominios. Define el alcance de las operaciones en los dos niveles, la jerarquía de los equipos de la empresa, las funciones específicas asociadas con la interfaz entre los dos niveles y finalmente las señales intercambiadas entre ellos [1].

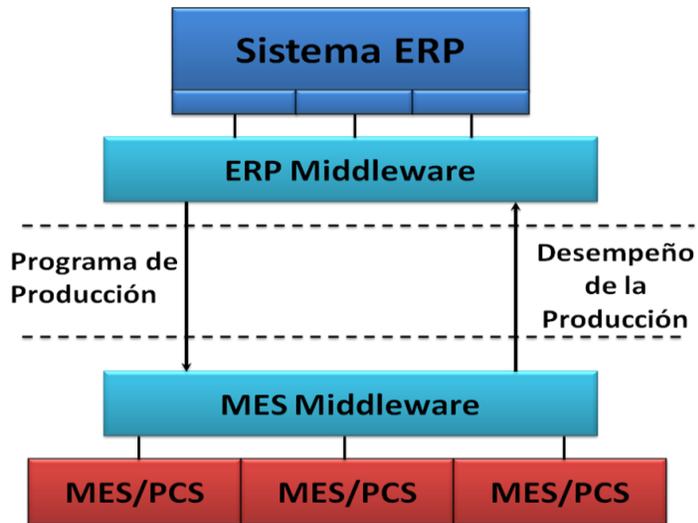
Uno de los objetivos de la norma en cuanto a la interfaz de comunicación entre los dos niveles es reemplazar el anterior método de intercambio de datos denominado “escenario espagueti”, como lo muestra la Figura 1, por la interfaz antes mencionada, como se muestra en la Figura 2.

**Figura 1** - Escenario “Espagueti” [2]



Fuente: Principios para la aplicación del estándar ISA S95.

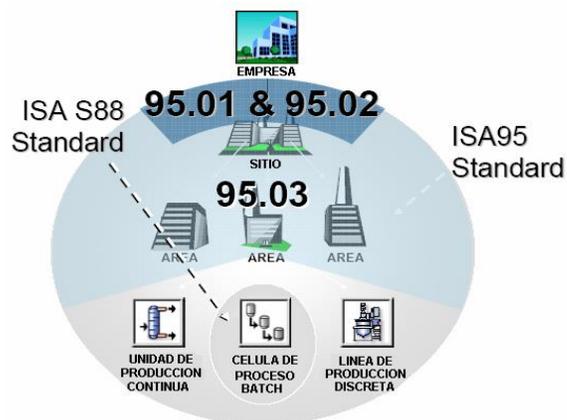
**Figura 2** - Escenario: Integración ISA S95 [2]



Fuente: Principios para la aplicación del estándar ISA S95.

El modelo físico estructurado consta de los siguientes niveles: empresa, sitio, área, celda de manufactura, unidad, módulo de equipo y módulo de control [3]. La norma S95 aplica a los niveles de empresa, sitio y área; por su parte, los niveles inferiores son cubiertos por la norma S88, que hace referencia al control de los procesos por tanda o tipo *batch* [1]. Las Figura 3 y Figura 4 ilustran de manera más clara los niveles abarcados por la norma ISA S95 [1].

**Figura 3** - Modelo Físico [1].



Fuente: Panorama de la Norma ISA 95.

Figura 4 - Descripción de los Niveles de Control y Gestión en el Modelo Físico [1].



Fuente: Principios para la aplicación del estándar ISA S95.

El estándar SP95 está conformado por seis partes que en conjunto abordan cada uno de los conceptos de la integración propuesta. A continuación se hace una breve descripción de cada una de ellas. [2]

- ▀ **Parte 1. Modelos y terminología:** Pone a disposición modelos y terminologías estándar que son utilizados para definir la interfaz entre los sistemas de empresa y los sistemas que controlan la producción.
- ▀ **Parte 2. Modelos de objeto y atributos:** Define la estructura de la información que se intercambia a través de la frontera Empresa-Control.
- ▀ **Parte 3. Modelo de la administración de operaciones de manufactura:** describe más ampliamente las operaciones de administración de manufactura. Se ocupa de los procesos de producción y del procesamiento de las informaciones entre planificación y producción, para describir las tareas y las funciones de los sistemas MES. Define la terminología de administración de manufactura que permite una integración sistémica entre el nivel de empresa y el de control de la producción.
- ▀ **Parte 4. Modelo de objetos y atributos de la administración de operaciones de manufactura:** provee los modelos de objetos y sus atributos que describen más ampliamente las actividades descritas en la parte 3. Su objetivo es proveer la base para el diseño y la implementación de interfaces estándares dentro de la administración de manufactura, dando soporte para lograr la interoperabilidad entre las funciones de nivel de manufactura.

- ▮ **Parte 5. Transacciones entre sistemas de negocios y de manufactura:** especifica la manera como debe realizarse el intercambio de la información definida en las partes 1 y 2. Especifica la manera como se debe almacenar, recibir y transferir la información. Establece la estructura del mensaje, mas no el contenido.
  
- ▮ **Parte 6. Transacciones en la administración de operaciones de manufactura:** establece la manera como deben ser realizadas las transacciones dentro de la administración de operaciones de manufactura.

En el desarrollo del presente proyecto se toma como referencia solamente la parte 1 del estándar.

**1.1.2. Componentes del estándar. Parte 1.** La parte 1 del estándar se limita a describir las funciones relevantes en el dominio de la empresa y en el dominio de control y cuáles objetos son normalmente intercambiados entre estos dos dominios. [4]

Las tres primeras secciones de esta parte de la norma discuten el alcance del estándar, las referencias normativas y definiciones. [4]

La sección 4 define los criterios usados para determinar el alcance del dominio de los sistemas de control de manufactura. [4]

La sección 5 describe modelos jerárquicos de las actividades involucradas en empresas de control de manufactura. [4]

La sección 6 describe un modelo general de las funciones dentro de una empresa, que conciernen a la integración de la administración y el control. [4]

La sección 7 define detalladamente los objetos que dan lugar al flujo de información definido en la sección 6 y establecer una terminología común para los elementos de información intercambiada. [4]

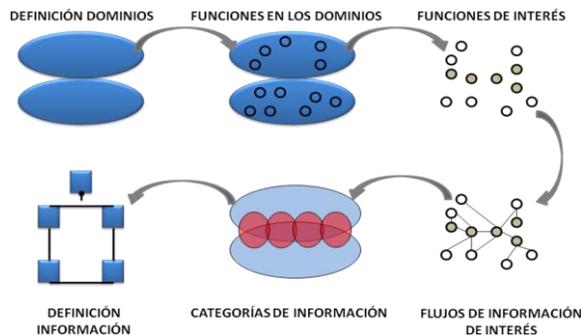
La sección 8 describe la estructura de las categorías de información que son intercambiadas entre aplicaciones del nivel 4 y el nivel 3. [4]

La sección 9 proporciona las declaraciones referentes a la conformidad de implementación, cumplimiento de especificaciones y la realización de estas especificaciones e implementaciones en relación a la parte 1 de este estándar. [4]

Para lograr una exitosa integración de los sistemas empresa – control, el estándar propone identificar la frontera entre los dominios de empresa, control y operaciones de manufactura. Para ello, se utilizan modelos relevantes que representan funciones, equipo físico, información dentro del dominio MO&C y flujos de información entre los dominios. [4]

El estándar ISA 95 contempla tres modelos, los cuales corresponden a: el *modelo jerárquico*, que busca la definición de la frontera entre los dominios de empresa y control, un *modelo de flujo de datos funcional*, en el cual se identifica las funciones de interés en la empresa, así como los flujos de datos entre dichas funciones y el contenido de los mismos; y, finalmente, el *modelo de objetos*, donde se precisan las categorías de información e interfaces estándar entre los niveles 3 y 4. [5]

**Figura 5 - Modelos del estándar SP95 [5]**



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

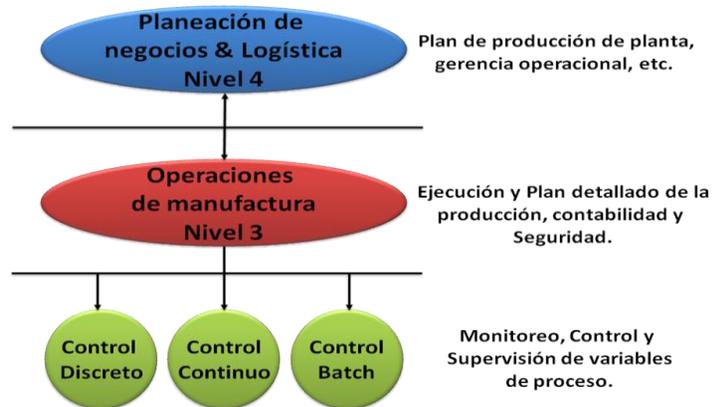
En la Figura 5 se observa cómo cada modelo y diagrama incrementa el nivel de detalle definido en el modelo anterior. [4]

### Modelo jerárquico. [5]

El modelo jerárquico definido en el estándar está constituido por dos componentes: el modelo jerárquico de decisiones y el modelo jerárquico de equipos.

En el modelo jerárquico de decisiones se definen los sistemas de toma de decisiones en el dominio de negocios & logística y el dominio de manufactura, como se muestra en la Figura 6.

**Figura 6 - Modelo jerárquico de decisiones. [5]**



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

Para la definición del dominio de negocios de la empresa se toman como referencia todas las decisiones que afectan al negocio, se administran y/o gestionan los recursos económicos y humanos de la empresa, se proyecta el mercado y se establecen políticas de producción, todo esto teniendo en cuenta información suministrada por el dominio de manufactura.

Por otro lado, para el establecimiento del dominio de manufactura se conciben las decisiones que corresponden a la administración y ejecución de las operaciones de producción, teniéndose en cuenta la gestión de todos los recursos involucrados en ello con el fin de cumplir los objetivos de producción establecidos por el ámbito de negocios.

Cuando se está enfrentando un proyecto de integración, el modelo jerárquico de decisiones permite dar el primer paso para lograr el objetivo de integración, debido a que se identifican las áreas de la empresa que se encuentran en cada uno de los dominios mencionados; de esta manera se identifican y definen las responsabilidades, el tipo de decisiones y acciones que son tomadas en cada uno de los niveles.

Por su parte, el modelo jerárquico de equipos permite obtener la identificación, ubicación, funciones y responsabilidades de los activos de la empresa que participan en las operaciones de manufactura.

## Modelo de flujo de datos funcional. [5]

Mediante este modelo se deben establecer y definir todas las funcionalidades que existen dentro de una empresa de manufactura, entendiéndose como funcionalidades el agrupamiento de actividades comunes, por ejemplo: programación de la producción, administración de operaciones de inventario y control de producción. Adicionalmente, en esta fase del proyecto de integración se deben definir los flujos de información que son compartidos entre las funcionalidades a través de la frontera Empresa-Control. El modelo de flujo de datos funcional propuesto por la ISA 95 se muestra en la Figura 7.

El modelo de flujo de datos funcional es relevante en el desarrollo del proyecto de integración, debido a que permite establecer las actividades y funciones que se llevan a cabo en cada uno de los dominios de la empresa y adicionalmente permite decidir si una funcionalidad realiza acciones que corresponden al dominio de negocios, al dominio de manufactura o en algunos casos es compartido por los dos niveles.

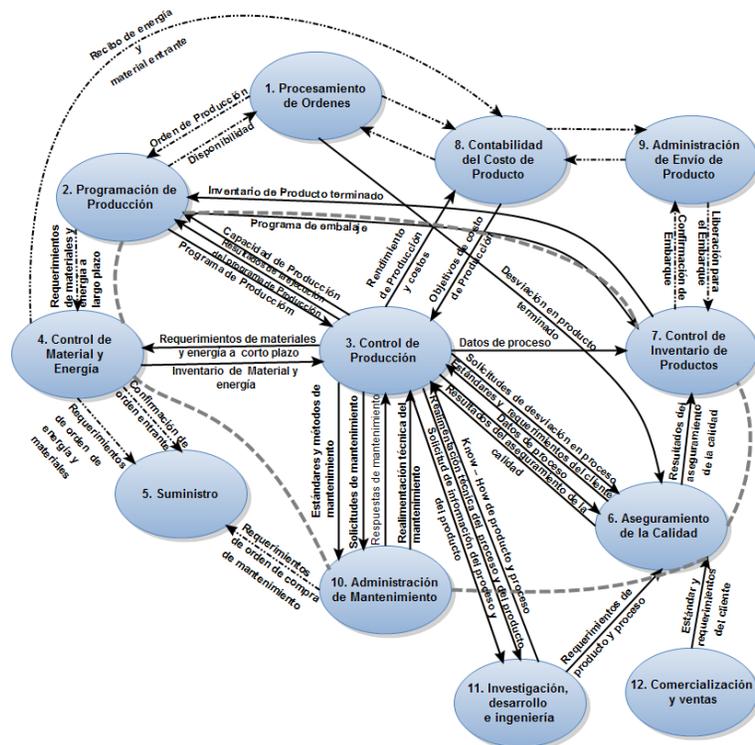


Figura 7 - Modelo funcional de flujo de datos. [4]

Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1

En el momento de abordar el desarrollo del modelo de flujo de datos funcional, en primera instancia se debe realizar la recopilación de la información donde se especifiquen acciones, responsabilidades, tipos de información y decisiones que son tomadas en las

diferentes áreas o departamentos de la empresa, todo esto con el fin de identificar y clasificar estas operaciones dentro de las funcionalidades abordadas en el estándar.

### Modelo de objetos. [5]

Una vez se obtenga el modelo de flujo de datos funcional se debe abordar la aplicación del modelo de objetos, en el cual se definen cuatro categorías de información que son las que se intercambian entre los dominios de negocios y manufactura. Estas categorías corresponden a: Capacidad de la Producción, Definición del Producto, Programa de Producción y Desempeño de la Producción, como se muestra en la Figura 8. Por lo tanto, todos los flujos de datos definidos en el modelo de flujo de datos funcional deben ser agrupados en estas categorías.

**Figura 8** - Categorías de intercambio de información. [5]



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

## 1.2. ESTANDAR ISA 100

**1.2.1. Generalidades.** Actualmente este estándar se encuentra en desarrollo por el comité oficial de desarrollo del estándar. Sin embargo se conoce que el propósito de la parte 1 del estándar SP100 se limita a describir la forma en que se realiza la transmisión de información de manera inalámbrica entre dos o más lugares utilizando ondas electromagnéticas. [6]

Las partes en que trabaja el comité ISA-SP100 son: [6]

Una primera parte en la que se presentan los aspectos generales sobre los principios básicos de las comunicaciones por radio y se analiza el funcionamiento del espectro de los sistemas de radio en presencia de interferencia de otros usuarios de banda ISM no

comercial y condiciones de propagación no ideales, como los presentados en el ambiente de una planta industrial. Su objetivo es dar una comprensión realista de la forma en que los enlaces de radio pueden complementar y/o sustituir las conexiones alámbricas y los factores que influyen en el rango del enlace. La primera parte mostrará que sistemas de radio bien diseñados pueden satisfacer las diferentes necesidades, pero los intercambios asociados con las compensaciones relacionadas al rendimiento vs seguridad y fiabilidad dan lugar a diversas soluciones del sistema para diversas aplicaciones.

En la sección 2 de la primera parte se hace referencia, en primer lugar, al funcionamiento y condiciones de un enlace por radio unidireccional ideal en “espacio libre”, asumiendo la propagación sin obstáculo de la visión de las portadoras y no las fuentes de interferencia (tales como otros transmisores, maquinaria eléctrica o equipo electrónico); las únicas fuentes de deterioro son el ruido termal generado en el receptor y la reducción en la fuerza de la señal debido a las pérdidas en la trayectoria.

La sección 3 de la primera parte abarca diversos aspectos de la propagación de las ondas de radio, incluida la reducción de la potencia de la señal debido a la distancia cada vez mayor del transmisor y la transmisión por medios de comunicación “perdida” (conduciendo parcialmente), reflexión de ondas electromagnéticas en conducción, no conducción o superficies que parcialmente conducen, desvanecimiento de la señal de trayectoria múltiple causada por reflexiones y las técnicas para atenuar estos efectos, y el diseño, selección y despliegue de antenas.

La sección 4 de la primera parte se ocupa de la aplicación al “mundo real” de cómo los múltiples sistemas de radio pueden “coexistir” sin sufrir niveles inaceptables de interferencia de la radiofrecuencia con otros usuarios que comparten las mismas bandas de frecuencia. Los temas discutidos incluyen el enfoque normativo de la administración del espectro, las limitaciones aplicables a las bandas de frecuencias sin licencia, las fuentes de interferencia y los efectos de interferencia sobre el funcionamiento de la radio, y las técnicas para atenuar los efectos de interferencia.

La sección final de la primera parte aborda la aplicación los estándares de la comunicación inalámbrica y cómo podrían ser racionalizados para facilitar el despliegue seguro y confiable de los enlaces de radio en el ambiente industrial para usos en todas las categorías no críticas y altamente críticas.

## **2. VENTAJAS Y CONDICIONES DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA**

El campo de la instrumentación y automatización industrial ha dependido tradicionalmente de las conexiones por cable, pero la necesidad de una mayor flexibilidad y menores costos favorece al crecimiento de aplicaciones con tecnología inalámbrica [6]. En respuesta a esta necesidad, la norma ISA 100 está siendo creada como una familia de normas destinadas a apoyar aplicaciones y protocolos a través de una única red inalámbrica integrada, manteniendo la compatibilidad y seguridad con otras normas [7].

### **2.1 VENTAJAS DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA**

La verdadera conveniencia de poder conectar los dispositivos sin el uso de cables ha llevado a un éxito sin precedentes a las tecnologías inalámbricas en la industria de bienes de consumo. De acuerdo con este éxito, las aplicaciones que utilicen estas tecnologías están empezando a aparecer también en otros entornos, como por ejemplo, en un entorno industrial o a nivel de planta en una fábrica, donde los beneficios de la utilización de las tecnologías inalámbricas son múltiples. En primer lugar, el coste y tiempo necesarios para la instalación y el mantenimiento de la gran cantidad de cables que normalmente se exige en un entorno de este tipo puede ser reducido sustancialmente, haciendo de esta manera el montaje de planta y reconfiguración mucho más fácil. Esto es especialmente importante en entornos difíciles, donde existen productos químicos, vibraciones, o existen partes móviles que podrían dañar potencialmente cualquier tipo de cableado [8].

En cuanto a la flexibilidad de la planta, los sistemas inalámbricos pueden ser acoplados a cualquier móvil o subsistema de robots móviles que puedan existir, a fin de lograr una conectividad que de otro modo sería imposible. Además, la facilidad de tener temporalmente acceso a cualquiera de las máquinas en la planta para tareas de diagnóstico o de programación, logrando así simplificar dichos objetivos mediante el uso de este tipo de tecnologías.

Junto con la simplificación del acceso a las máquinas, existen muchas aplicaciones industriales que podrían beneficiarse con la utilización de tecnologías inalámbricas. La localización y el seguimiento de partes sin terminar, la coordinación de los vehículos de transporte autónomo y robots móviles, así como aplicaciones que implican control distribuido, son las áreas donde la tecnología inalámbrica podrían ser usadas en un ambiente industrial [8].

Aparte de las nombradas anteriormente, cabe resaltar otras ventajas de las comunicaciones inalámbricas:

- ▶ Flexibilidad: Dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica los nodos se podrán comunicar y no estarán atados a un cable para poder estar comunicados [9].
- ▶ Poca planificación: Con respecto a las redes cableadas. Antes de cablear un edificio o unas oficinas se debe pensar mucho sobre la distribución física de las máquinas, mientras que con una red inalámbrica sólo se debe preocupar de que el edificio o las oficinas queden dentro del ámbito de cobertura de la red [9].
- ▶ Robustez: Ante eventos inesperados que pueden ir desde un usuario que se tropieza con un cable o lo desenchufa, hasta un pequeño terremoto o algo similar. Una red cableada podría llegar a quedar completamente inutilizada, mientras que una red inalámbrica puede soportar mejor este tipo de percances inesperados [9].
- ▶ Implementación de redes de área local en edificios históricos, de difícil acceso y en general en entornos donde la solución cableada es inviable [10].
- ▶ Posibilidad de reconfiguración de la topología de la red sin añadir costes adicionales. Esta solución es muy típica en entornos cambiantes que necesitan una estructura de red flexible que se adapte a estos cambios [10].
- ▶ Redes locales para situaciones de emergencia o congestión de la red cableada [10].
- ▶ Estas redes permiten el acceso a la información mientras el usuario se encuentra en movimiento. Habitualmente esta solución es requerida en hospitales, fábricas, almacenes, etc. [10].
- ▶ Generación de grupos de trabajo eventuales y reuniones ad-hoc. En estos casos no valdría la pena instalar una red cableada. Con la solución inalámbrica es viable implementar una red de área local aunque sea para un plazo corto de tiempo [10].
- ▶ En ambientes industriales con severas condiciones ambientales este tipo de redes sirve para interconectar diferentes dispositivos y máquinas [10].
- ▶ Interconexión de redes de área local que se encuentran en lugares físicos distintos. Por ejemplo, se puede utilizar una red de área local inalámbrica para interconectar dos o más redes de área local cableadas situadas en dos edificios distintos [10].

Según lo expuesto anteriormente, las tecnologías inalámbricas podrían ser de gran ventaja en ambientes industriales. Debido a la general tendencia hacia la estandarización y el hecho de que a medida que transcurre el tiempo la tecnología inalámbrica está más disponible en el comercio, sus precios son cada vez más económicos, haciendo parecer lógico investigar dichas tecnologías para el buen provecho en el despliegue industrial. Del interés particular en ambientes industriales son las tecnologías que no requieren ninguna clase del licenciamiento de frecuencia [8].

## **2.2. INCONVENIENTES DE LAS REDES INALÁMBRICAS**

- **Calidad de Servicio:** Una de las desventajas que tiene la comunicación inalámbrica es la pérdida de velocidad en comparación con una conexión con cables, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear [9].
  
- **Restricciones:** Estas redes operan en un trozo del espectro radioeléctrico. Éste está muy saturado hoy día y las redes deben amoldarse a las reglas que existan dentro de cada país [9].
  
- **Seguridad.** En dos vertientes:
  - Por una parte seguridad e integridad de la información que se transmite. Este campo está bastante criticado en casi todos los estándares actuales, que, según dicen no se deben utilizar en entornos críticos en los cuales un “robo” de datos pueda ser peligroso [9].
  
  - Por otra parte este tipo de comunicación podría interferir con otras redes de comunicación (policía, bomberos, hospitales, etc.) y esto hay que tenerlo en cuenta en el diseño [9].

## **2.3. CONDICIONES DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA**

En esta sección se estudiará todo lo referente a las transmisiones por radio, haciendo especial hincapié en el primer informe técnico liberado por la ISA, en el que se expone de forma general los componentes que desarrollar en el estándar SP100 de transmisión inalámbrica, y en el estándar IEEE 802.11, que es el que reglamenta las condiciones para obtener una buena transmisión de datos a la hora de conformar una red inalámbrica.

El primer informe técnico presentado por la ISA 100 presenta un tutorial centrándose en la utilización de bandas de radio para uso no comercial en áreas industriales, científicas y

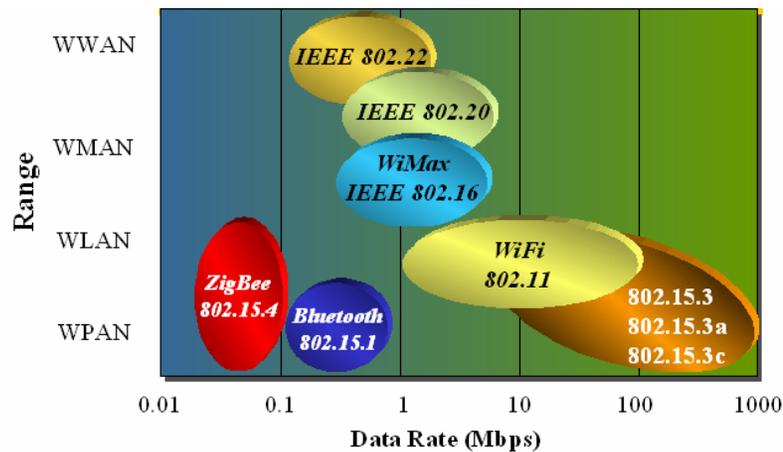
médicas (ISM) y de bandas de infraestructura de información nacional sin licencia (UNII). [11]

Al igual que las redes tradicionales cableadas se clasifican a las redes inalámbricas en tres categorías [10]:

- WWAN/WMAN (Red Inalámbrica de Área Amplia/ Red Inalámbrica de Área Metropolitana)
- WLAN (Red Inalámbrica de Área Local)
- WPAN (Personal Inalámbrica Area Network)

El estándar IEEE 802 (WiFi, ZigBee, bluetooth entre otros) opera en la banda libre ISM localizada en torno a los 2.4Ghz. En la Figura 9 se puede ver el espectro de ocupación en las bandas del estándar IEEE 802 (incluyendo WiFi, ZigBee, bluetooth) [10].

**Figura 9** - Tecnologías en 2.4GHz



Fuente: Redes inalámbricas: IEEE 802.11.

En la primera categoría WAN/MAN se pondrá a las redes que cubren desde decenas hasta miles de kilómetros. En la segunda categoría LAN se pondrá a las redes que comprenden de varios metros hasta decenas de metros. Y en la última y nueva categoría PAN se pondrá a las redes que comprenden desde metros hasta 30 metros [10].

La norma IEEE 802.11 estableció en junio de 1997 el estándar para redes inalámbricas. Una red de área local inalámbrica puede definirse como a una red de alcance local que tiene como medio de transmisión el aire. Siendo su finalización definitiva para la introducción y desarrollo de los sistemas WLAN en el mercado [10].

Una red de área local o WLAN (Wireless LAN) utiliza ondas electromagnéticas (radio e infrarrojo) para enlazar (mediante un adaptador) los equipos conectados a la red, en lugar de los cables coaxiales o de fibra óptica que se utilizan en las LAN convencionales cableadas. Las redes locales inalámbricas, más que una sustitución de las LANs convencionales, son una extensión de las mismas, ya que permite el intercambio de información entre los distintos medios en una forma transparente al usuario. En este sentido el objetivo fundamental de las redes WLAN es el de proporcionar las facilidades no disponibles en los sistemas cableados y formar una red total donde coexistan los dos tipos de sistemas enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red [10].

Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado. Aún así, sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión, que se sitúa entre los 2 y los 11 Mbps, frente a los 10 y hasta los 100 Mbps ofrecidos por una red convencional [10].

En cuanto al informe técnico se refiere, como ya se mencionó se centra en la utilización de las bandas de radio para uso no comercial en áreas industrial, científica y médica (ISM) y de bandas de infraestructura de información nacional sin licencia (UNII). Su objetivo es brindar información de cómo los enlaces de radio pueden complementar y/o substituir las conexiones alámbricas. En general, los enlaces de radio analizados en el informe técnico asumidos para operar en la banda ISM llevan la información en forma de flujo de bits digitales, limitadas a la capa física y control de errores de la capa de transmisión de datos, de acuerdo con el modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos OSI.

De acuerdo con la información proporcionada por el primer informe técnico del estándar SP100 publicado, los requerimientos que tener en cuenta para la aplicación del estándar son determinados de acuerdo con:

- Comunicación en el espacio libre
- Propagación de las ondas de radio
- Reparto del espectro en las bandas ISM

En cuanto al diseño de redes se refiere, los factores que hay que tomar en consideración en el diseño y planeación de una red WLAN son:

- Ancho de banda/Velocidad de transmisión
- La frecuencia de operación
- Tipos de aplicaciones que van a correr en la WLAN
- Número máximo de usuarios
- Área de cobertura
- Material con el que están construidos los edificios

- ▶ Conexión de la WLAN con la red cableada
- ▶ Disponibilidad de productos en el mercado
- ▶ Planeación y administración de las direcciones IP
- ▶ Los identificadores de la red (SSID)
- ▶ Seguridad

Uno de los objetivos de la propuesta de implementación de la red inalámbrica para el intercambio de información para la empresa caso de estudio es proponer una arquitectura inalámbrica basada en la identificación e integración de los conceptos básicos estipulados por el estándar SP100. A continuación se exponen una serie de pasos que seguir de modo que se logre dar cumplimiento al objetivo antes expuesto.

Dentro de los requerimientos de comunicación en espacio libre mencionados en el informe técnico se pretende determinar cuáles son los elementos que se requieren para lograr un correcto enlace de las señales de radio, coincidiendo con algunos de los factores mencionados que se deben tener en cuenta para el diseño de las redes WLAN. Por tanto, los primeros criterios a tener en cuenta son:

1. Seleccionar el ancho de banda y la velocidad aceptable para la transmisión. De acuerdo con los estándares dados por la IEEE 802.11g se permiten velocidades de hasta 54Mbps; en cuanto al ancho de banda se refiere, éste es teórico (menor a los 100Mbps) y se da sólo en condiciones ideales. El ancho de banda del canal debe ser determinado de acuerdo con la cantidad de información que debe transmitirse en un determinado periodo de tiempo, de la modulación y del filtrado de las señales. En el Anexo A se amplía la información al respecto.
2. Determinar los tipos de aplicaciones que van a correr. Es importante delimitar el tipo de aplicaciones que se van a correr en la red inalámbrica, tales como acceso a Internet, correo electrónico, consultas a base de datos y transferencia de archivos. Dado el limitado ancho de banda, no es recomendable que se utilicen las WLAN para aplicaciones que consumen alto ancho de banda, tales como transferencia de video e imágenes, videoconferencia, audio/video streaming.
3. Establecer el tipo de modulación que va a ser utilizado en la banda seleccionada. El informe técnico propone trabajar bajo el estándar IEEE 802.11b, para el cual se emplea la modulación por desplazamiento de fase (PSK), donde el número de estados es limitado, como se expone en el Anexo A. Este estándar usa una variedad de modulaciones PSK, dependiendo de la velocidad de transmisión: a 1Mbps usa DBPSK, a 2Mbps emplea DQPSK, para 5,5Mbps y 11Mbps, usa QPSK-. Otro de los estándares mencionados en el informe técnico es el IEEE 802.11g, el cual usa OFDM con subportadoras que son moduladas con BPSK para velocidades de 6 y 9Mbps, y QPSK para 12 y 18Mbps.[12]

4. Emplear técnicas y/o métodos que permitan evitar posibles interferencias. Dentro de la banda ISM establecida por el estándar, los métodos de operación más utilizados son: espectro expandido por salto de frecuencia (FHSS) y espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS). En el Anexo A se hace una descripción detallada de cada uno de estos métodos.
5. Elegir cada uno de los componentes del transmisor y el receptor para el correcto intercambio de los datos. Dentro de éstos, los elementos más relevantes que considerar son las antenas de transmisión y recepción, el tipo de modulación, ancho de banda que utilizar y los demoduladores del transmisor
6. Determinar las posibles fuentes de ruido e interferencia dentro del área de transmisión. Considerar los componentes de ruido térmico y las interferencias causadas por los usuarios operantes en la misma banda.
7. Seleccionar e implementar estrategias de codificación de la señal y/o canales. Cuando a una señal se le añaden bits adicionales a los del flujo de datos, es posible detectar e incluso corregir los errores en el receptor. Para ello se requiere de la determinación del sistema de codificación y la forma de mitigar los efectos del error de bit.
8. Determinar técnicas que emplear para ayudar con el deterioro de las señales recibidas, como los protocolos de retransmisión de bits.

Dentro de los requerimientos de propagación de las ondas de radio mencionados en el informe técnico se hace referencia al conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas de radio con el mensaje del transmisor al receptor, coincidiendo con algunos de los factores mencionados que tener en cuenta para el diseño de las redes WLAN. Por tanto, los segundos criterios que tener en cuenta son:

1. La frecuencia de operación. Es definida por el estándar que utilizar; de acuerdo con lo establecido en el informe técnico de utilización de las bandas ISM y del estándar IEEE 802.11b, ésta debe estar en el rango de 2.4 – 2.5 GHz, siendo comprobado que ofrece una mejor cobertura de propagación que otras frecuencias más altas.
2. Número máximo de usuarios. Uno de los factores más importantes cuando se diseña una WLAN es delimitar el número de usuarios que utilizará la red. Como se ve en la Tabla 1, los estándares definen diferentes números de usuarios conectados simultáneamente a un punto de acceso (AP). Es obvio afirmar que a mayor número de usuarios conectados a una WLAN, menor será el desempeño de la misma. [13]

**Tabla 1** - Comparación entre los estándares 802.11 a, b y g

PARAMETRO	IEEE 802.11 a	IEEE 802.11 b	IEEE 802.11 g
Frecuencia / Ancho de banda	5 GHz (300 MHz)	2.4 GHz (83.5 MHz)	2.4 GHz (83.5 MHz)
Modulación	OFDM	DSSS	OFDM
Ancho de banda por canal	20 MHz (6 canales utilizables)	22 MHz (3 canales utilizables)	22 MHz (3 canales utilizables)
Tasa de transmisión	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps
Cobertura interior / exterior	30 / 50 metros	50 / 150 metros	50 / 150 metros
Potencia máxima*	200 mW, 1W, 4W	1 mW / MHz	200 mW, 1W, 4W
Usuarios simultáneos	64	32	50

Fuente: propia.

3. Determinar las distancias a las que van a viajar las señales de radio. Es importante tener en cuenta que a mayor frecuencia, menor es el rango de cobertura de la señal; para ampliar la cobertura se requiere de la implementación de más AP. De acuerdo con esto, el estándar IEEE 802.11b sugerido en el informe técnico tiene una amplia cobertura a un menor ancho de banda. El rango de cobertura se delimita por la ubicación de los AP que pueden ser instalados en espacios cerrados (20mts), en espacios abiertos (30mts), en corredores o pasillos (45mts), en exteriores (150mts), etc.; cabe mencionar que el uso de antenas puede aumentar la cobertura para la transferencia de las señales.
  
4. Identificar los factores básicos que pueden afectar la claridad de la señal. Entre éstos se tienen:
  - Potencia de la señal de radiofrecuencia. Generar y medir la potencia de radio frecuencia.
  - Sensibilidad del receptor. Determinar la capacidad de demodulación de la señal.
  - Camino de radio. Determinar las posibles obstrucciones en el camino de transmisión.
  - Reflexión. Identificar la posibilidad de desviación de la señal por caminos diferentes.
  - Dispersamiento. Identificar la posibilidad de choques o golpes de la señal con elementos.
  - Difracción. Determinar la capacidad de la señal para difractarse alrededor de los bordes de un objeto.
  - Absorción. Determinar la capacidad de la señal de radio frecuencia para propagarse por objetos visiblemente opacos.

- Cambio de polarización. Determinar la polarización del transmisor (lineal o circular) a partir del diseño de las antenas empleadas.

5. Seleccionar las antenas de transmisión y retransmisión a partir de:

- La determinación del montaje de las antenas. Éstas pueden ser montadas por separado, relacionadas con el dispositivo por cable coaxial y/o unidades inalámbricas.
- Conocimiento de la frecuencia o banda de frecuencia empleadas en el diseño de las antenas.
- La determinación del grado de necesidad de transmisión.
- La determinación de los efectos de ganancia y pérdida en el transmisor y en el receptor.

Dentro de los requerimientos de reparto del espectro de las bandas ISM se debe tener en cuenta que la principal característica de las bandas ISM es que están disponibles para cualquier persona, para usar en cualquier lugar, siempre y cuando el equipo cumpla con la normativa aplicada. Los pasos que seguir dentro del proceso de propagación de las ondas de radio son:

1. Determinar la convivencia. Hace referencia a la capacidad del sistema para llevar a cabo una tarea en un determinado entorno en el que existen otros sistemas que pueden o no estar utilizando el mismo conjunto de reglas.
2. Determinar la interoperabilidad. Capacidad de los sistemas para realizar una determinada tarea utilizando un único conjunto de normas.
3. Determinar el interfuncionamiento. Capacidad de los sistemas para realizar una tarea cuando cada sistema implementa un conjunto de reglas diferentes.
4. Identificar los protocolos empleados por los fabricantes de equipos y elementos que implementar, y su compatibilidad con otros protocolos de comunicación.
5. Conocer y regularse por las normas y/o reglas establecidas para el uso de las bandas.
6. Determinar el método de acceso al medio.

7. Realizar la clasificación de los datos de acuerdo con las clases dadas por el informe técnico.

Finalmente, algunos factores propios del diseño de redes:

1. Material con el que están contruidos los edificios. La propagación de las ondas electromagnéticas (señales) se comportan de manera diferente en relación con el material con el que estén contruidos los edificios donde se instalará la WLAN. Hablamos, entonces, de diversos materiales tales como: madera, ladrillo, tabla roca. Ciertos materiales reflejan las señales sin problema, como la madera y la tabla roca, lo cual puede extender la cobertura de la WLAN. Otros materiales (los duros), como el concreto con varilla, acero y cemento, absorben o atenúan la potencia de la señal disminuyendo la cobertura. [13]
2. Conexión de la WLAN con la red cableada: se debe tener en cuenta que los puntos de acceso necesitan electricidad para poder operar y además deben estar conectados a la red cableada. Se recomienda instalar los puntos de acceso en lugares estratégicos sin olvidarse de estas dos conexiones. Existen puntos de acceso que proveen la electricidad al AP a través del cable par trenzado. Esta característica se le conoce como PoE (power over Ethernet). [13]
3. Disponibilidad de productos en el mercado: se debe estar conscientes del mercado de puntos de acceso. Si compramos un punto de acceso debemos de tomar en cuenta factores como el costo y el soporte técnico disponible. [13]
4. Planeación y administración de las direcciones IP: hay que tomar en cuenta que los dispositivos inalámbricos necesitan de una dirección IP para poder identificarse, por lo que será necesario reservar direcciones IPs para los dispositivos inalámbricos que se quieran conectar a la red. En caso de no existir las suficientes, será necesario emplear enrutadores inalámbricos que puedan proporcionar direcciones IP privadas. También hay que considerar el uso de servidores de DHCP para asignar direcciones dinámicamente; pero esto puede ser contraproducente. El administrador de la red deberá decidir si se utiliza esta opción o asignar direcciones manualmente. [13]
5. Los identificadores de la red (SSID): Los SSIDs son los identificadores de los puntos de acceso. Se deben poner SSIDs adecuados y no muy obvios. La razón: estos identificadores son fácilmente rastreables por aplicaciones o por otros APs. Es muy común que al instalar un AP no se cambie el nombre del SSID que trae de fábrica. Esta mala práctica ocasiona que los usuarios maliciosos identifiquen claramente el nombre del fabricante del AP y puedan conocer la contraseña, para después entrar al panel de administración de la configuración del AP y tomar el control total de la red. [13]

6. La Seguridad: la seguridad es quizás el factor menos tomado en cuenta al instalar una WLAN y resulta ser de lo más crítico. Las WLAN son más susceptibles a ataques debido a que los intrusos no requieren conexión física para acceder a la red. En este punto hay que tener en cuenta cuál será el nivel de seguridad que se quiera para proteger la red. Existen tres niveles de seguridad: el básico, intermedio y avanzado. [13]

En el Anexo A como ya se ha mencionado, se presenta una descripción más detallada de muchos de los conceptos tocados en este capítulo, complementando la información relacionada con el diseño de redes inalámbricas y con la forma de acceso a las capas física y de acceso al medio en las que se enfoca el informe técnico base del estándar SP100.

### **3. FUNCIONAMIENTO DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS**

Para lograr desarrollar una descripción del modo de operación de las empresas prestadoras de servicios, se toma como referencia la empresa caso de estudio, ya que no existe información específica sobre este tipo de empresas, en razón de que los servicios frecuentemente presentan una mezcla de atributos intangibles y tangibles, cuyas aproximaciones al diseño y a la gerencia son distintas que las requeridas en una industria manufacturera.

#### **3.1. ASPECTOS RELEVANTES EN LA INDUSTRIA DE SERVICIOS**

Las características de un trabajo o de una actividad en la industria de los servicios son similares a aquellos trabajos en las empresas manufactureras. La información y datos necesarios están relacionados con duración, tiempo de iniciación, tiempo de finalización, nivel de prioridad, etc. [14]

En cuanto al proceso se refiere, en las empresas de servicios los atributos son considerados como intangibles, en razón de que los servicios son experimentados por los usuarios, siendo ésta una de las razones por las que la ubicación y/o sitio de operación de la empresa debe ser un factor considerablemente importante para mantener el contacto permanente con el cliente. En cuanto a la cantidad de recursos manejados, a diferencia de las empresas manufactureras, en las empresas prestadoras de servicios éstos varían constantemente de acuerdo con las capacidades de la empresa, proyectos en desarrollo, etc. Finalmente, en este tipo de empresas las fechas de entrega son inmediatas, es decir, la respuesta a la solicitud de un servicio debe ser dada al usuario en el menor tiempo posible, de modo que se logren satisfacer todas las necesidades de los usuarios. [14]

Una vez una empresa ha decidido cuál será el o los servicios que brindar a la comunidad, debe cumplir con toda la normatividad exigida por la ley, la cual varía de acuerdo con el tipo de servicio ofertado; una vez cumple con los requerimientos legales, debe determinar la forma de producción del o los servicios seleccionados, es decir, debe buscar la forma de abastecerse de los insumos principales para lograr cumplir con los objetivos establecidos para el correcto funcionamiento de la empresa. Posteriormente, debe determinar su estructura física y organizacional garantizando el correcto desarrollo de las actividades relacionadas con la prestación de los servicios programados.

## **3.2. FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO**

A continuación se describe el funcionamiento de la empresa caso de estudio, mostrando en detalle cada una de las etapas involucradas en el proceso de obtención y distribución de agua en la ciudad de Popayán, desde el tratamiento que se le realiza en las plantas, hasta la distribución residencial y las tareas que para un óptimo manejo de la empresa se desarrollan en cada una de las dependencias que conforman el organigrama de la misma y cuya información es utilizada para la validación de la aplicación del estándar ISA S95 en este proyecto.

Para dar una mejor concepción del proceso desarrollado por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, se divide en dos etapas: etapa de adquisición y procesamiento del agua y etapa de distribución y prestación del servicio.

### **3.2.1. Etapa de adquisición y procesamiento del agua**

**3.2.1.1. Adquisición del agua.** La fuente que surte a las plantas de tratamiento de la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán proviene del río Las Piedras y es recogida mediante una bocatoma lateral que conduce el agua o por canal de cemento o por tubería hasta llegar a la planta de tratamiento, en donde empieza el proceso de desinfección del agua.

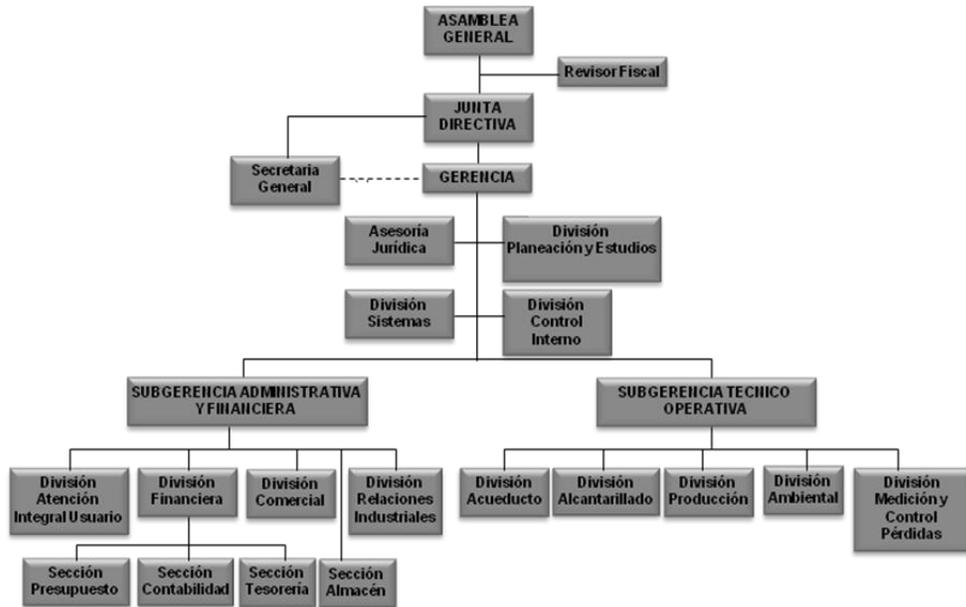
**3.2.1.2. Procesamiento del agua.** Una vez en la planta, el agua es sometida a los siguientes procesos o etapas en busca de su purificación:

- ▶ Aireación
- ▶ Dosificación de coagulantes
- ▶ Sedimentación
- ▶ Filtración
- ▶ Desinfección y aplicación de cal secundaria
- ▶ Distribución

La descripción detallada de cada una de las etapas se expone en el Anexo B ítem 1.1.1.1.

**3.2.2. Etapa de distribución y prestación del servicio.** La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán maneja la estructura organizacional mostrada en la Figura 10, para tener un mayor control y mejor manejo de la información que internamente se generan y de este modo dar cumplimiento a la misión que como empresa prestadora del servicio de Acueducto y Alcantarillado en la ciudad de Popayán ha sido fijada.

**Figura 10** - Estructura Organizacional Actual – Acueducto y Alcantarillado de Popayán.  
[15]



Fuente: Estructura organizacional actual de la Empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

En el Anexo B ítem 1.1.2. se hace una breve descripción de las funciones que se desarrollan en cada una de las secciones, divisiones, subgerencias y demás dependencias expuestas en la estructura organizacional de la empresa, para cumplir con el proceso de prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, como se mencionó anteriormente.

#### 4. MODELO RESULTANTE DE INTEGRACIÓN EMPRESARIAL INALÁMBRICO PARA EMPRESAS DE SERVICIOS

El objetivo principal del presente proyecto está enfocado en la construcción de una propuesta de diseño de un modelo de integración empresarial inalámbrico, para ser aplicado a empresas prestadoras de servicios públicos. En busca del cumplimiento de este objetivo, se desarrolló un proceso de análisis de los aspectos más relevantes de los estándares empleados para dicho fin.

De este modo, se inició con el estudio de los tres modelos expuestos en el estándar de integración empresarial SP95 y su adecuación al funcionamiento de las empresas prestadoras de servicios públicos; posteriormente y realizando una analogía con la estructura manejada en las empresas de manufactura, se realiza la propuesta de la arquitectura de comunicación inalámbrica entre los diferentes niveles empresariales, con base en los conceptos manejados por el estándar para comunicación inalámbrica ISA100.

A continuación se exponen los resultados obtenidos de la interpretación de los modelos jerárquicos, funcional y de objetos para las empresas de servicios públicos. Cabe mencionar que para la realización de dicha analogía fue necesario la interpretación de varios de los términos manejados por el estándar, propios de las empresas de manufactura; en muchos de los casos no se presenta la interpretación o adaptación de parte de los modelos, ya que es suficiente con hacer la analogía de los términos expuestos en la Tabla 2 a continuación.

**Tabla 2** - Equivalencia de términos

<b>TÉRMINO EMPLEADO EN EL ESTÁNDAR SP95</b>	<b>TÉRMINO EQUIVALENTE PARA LA APLICACIÓN EN EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS</b>
Producto	Servicio
Producción	Prestación del servicio
Materia prima	Agua, Electricidad, Gas, Telefonía, etc.

Fuente: Propia

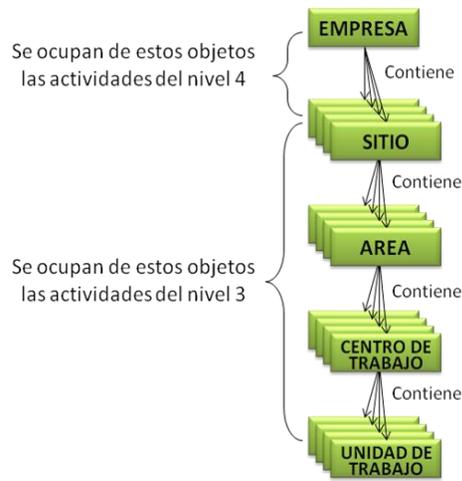
#### 4.1 MODELOS JERÁRQUICOS RESULTANTES

**4.1.1. Jerarquía de programación y control.** En cuanto a la jerarquía de programación y control se refiere, después de realizar el respectivo análisis de cada una de las actividades tanto de nivel 3 como de nivel 4 se concluye que mapean directo en las empresas prestadoras de servicios, es decir, no hace falta desarrollar una interpretación

particular para que sea manejadas en este tipo de empresas, basta con tener en cuenta los términos referenciados en la Tabla 2 antes expuesta.

4.1.2. **Jerarquía de equipos.** La arquitectura dada por el modelo jerárquico de equipos expuesto en el estándar SP95 se muestra en la Figura 11.

**Figura 11** - Arquitectura del modelo jerárquico de equipos



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

Los centros de trabajo y las unidades de trabajo agrupan conceptos de células de proceso, unidades de producción, líneas de producción, zonas de almacenamiento, unidades, celdas de trabajo y unidades de almacenamiento, según sea el tipo de producción como puede apreciarse en la Figura 12.

**Figura 12 - Definición de Centros y Unidades de Trabajo**



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

De acuerdo con los conceptos y definiciones manejados por el estándar SP95, el modelo jerárquico de equipos no podría ser aplicado en su totalidad a empresas prestadoras de servicios debido a que muchos de los términos manejados por éste presentan un enfoque de aplicación directo a empresas de manufactura; por tal razón, debe ser reducido o modificado para lograr realizar la analogía a este tipo de empresas. Con base en esto, los centros de trabajo estarían compuestos sólo por las líneas de producción, cuya relación y/o aplicación en las empresas prestadoras de servicios se vería reflejado en la agrupación de las etapas que para el desarrollo del proceso de prestación de un determinado servicios deben ser ejecutadas, modificando su nombre a “líneas de servicio”; las unidades de trabajo, solamente por celdas de trabajo, que, siguiendo la jerarquía dada por en el modelo, en las empresas prestadoras de servicios representarían cada uno de las etapas que dentro de las “líneas de servicio” ejecutan diversas tareas; en el caso específico de empresas de servicios, las celdas de trabajo se denotarían “celdas de servicio”.

Los demás componentes, tanto de los centros de trabajo como de las unidades de trabajo, no son aplicables en el desarrollo de las actividades desarrolladas por las empresas prestadoras de servicios; en las empresas de manufactura se manejan diferentes tipos de producción de acuerdo con el funcionamiento de cada una de ellas (producción continua, discreta y por lotes); en las empresas prestadoras de servicios no se realiza ningún tipo de distinción del modo de funcionamiento de las mismas, mas, sin embargo, de acuerdo con la clasificación dada por el estándar y el funcionamiento de este tipo de empresas, es posible encontrar similitud con el tipo de producción discreta, al determinarse que la forma de prestación de los servicios es personalizada, es decir, se desarrolla la prestación del servicio para cada usuario de forma independiente.

Por otra parte, el estándar SP88 permite analizar los conceptos y definiciones de las subdivisiones inferiores del modelo. Con base en éstos, a partir del concepto de celda de proceso, denominada para el caso específico de las empresas prestadoras de servicios

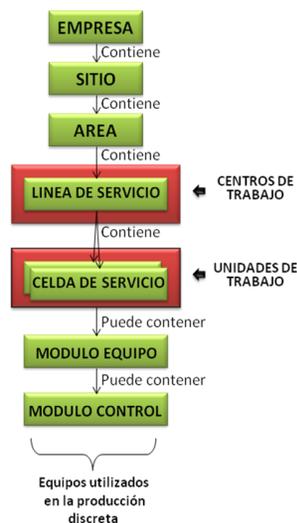
“celda de servicio”, es necesario analizar la aplicabilidad a éstas de los conceptos de módulo equipo y módulo control.

La celda de servicio para el caso específico de las empresas prestadoras de servicios aplica en la ejecución de las actividades necesarias para el desarrollo de cada una de las etapas identificadas en el proceso de prestación de un determinado servicio donde se requiera de la agrupación de equipo físico para su ejecución, es decir, reúne todas las actividades mayores del proceso de prestación del servicio.

El concepto de módulo equipo hace referencia a la agrupación de elementos que permitan contribuir en la logística de cada una de las celdas, de modo que se permita el desarrollo de actividades de cada uno de los puestos de trabajo que en estas se logren identificar dentro del proceso de prestación del servicio. Finalmente, el concepto de módulo control tiene aplicación en las empresas de servicios, siempre y cuando existan dispositivos que ejecuten las tareas de control de los equipos que se utilizan en las diferentes etapas del proceso de prestación del servicio; cabe mencionar que, en este tipo de empresas, el módulo control puede estar inmerso en el módulo equipo, ya que por el tipo de actividades que se desarrollan en estas empresas, las actividades de control son generalmente realizadas por el personal que maneja los equipos empleados en el desarrollo de sus funciones.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el modelo jerárquico de equipos resultante para ser aplicado a empresas prestadoras de servicios se muestra en la Figura 13.

**Figura 13 - Modelo jerárquico de equipos resultante**



Fuente: Propia

La definición de cada uno de los términos que componen el modelo jerárquico de equipos resultante para ser aplicado a empresas prestadoras de servicios se expone a continuación.

**4.1.2.1. Empresa.** Una empresa es una colección de uno o más sitios y puede contener sitios y áreas. La empresa es la responsable de determinar qué servicios serán ofertados, en qué sitios serán prestados y, en general, cómo serán distribuidos.

Las funciones de nivel 4 tratan generalmente de los niveles de empresa y de sitio. Sin embargo, la planeación y programación de la empresa para la prestación del servicio puede abarcar áreas, líneas, celdas o unidades dentro de un área.

**4.1.2.2. Sitio.** Un sitio es un agrupamiento físico, geográfico o lógico determinado por la empresa. Puede contener áreas, líneas de servicio y celdas de servicio. Las funciones del nivel 4 en un sitio están involucradas en la administración y optimización local del sitio. La planificación y programación de sitio puede involucrar líneas y celdas dentro de las áreas.

La posición geográfica y la capacidad para la prestación principal del servicio usualmente identifican un sitio. Los sitios son utilizados frecuentemente para planificación y programación de corte basto. Los sitios generalmente tienen capacidades de distribución para la prestación del servicio bien definidas.

**4.1.2.3. Área.** Un área es un agrupamiento físico, geográfico o lógico determinado por el sitio. Puede contener líneas de servicio y celdas de servicio. La mayoría de las funciones del nivel 3 ocurren dentro del área. La capacidad para la prestación del servicio principal y la localización geográfica dentro de un sitio identifican un área. Ejemplos de identificaciones de sitio son “Planta para la generación de los servicios”, “Centros de atención al usuario”

Las áreas generalmente tienen facilidades y capacidades para garantizar la óptima distribución del servicio. Las facilidades y capacidades son utilizadas para la planificación y la programación de nivel 3 y de nivel 4.

Un área está constituida por elementos de nivel inferior que realizan diferentes actividades de acuerdo con la dependencia a la que pertenezca. Un área puede tener uno o más de cualquiera de los elementos de nivel inferior dependiendo de los requerimientos para la prestación de los servicios.

Según la estrategia de planificación y programación seleccionada, las funciones del nivel 4 pueden terminar en el nivel del área o pueden programar las funciones de los elementos de nivel inferior dentro de las áreas.

**4.1.2.4. Línea de Servicio y Celda de servicio.** Las celdas de servicio son identificadas usualmente sólo cuando hay flexibilidad en el enrutamiento del trabajo dentro de una línea de servicio. Las líneas de servicio y las celdas de servicio pueden estar compuestas por elementos de nivel inferior como los módulos equipo.

Las actividades de mayor incidencia en el proceso de prestación del servicio identifican a menudo la línea de prestación del servicio. Ejemplos de identificaciones de líneas de prestación del servicio son: “Línea prestación del servicio de acueducto”, “Línea de prestación del servicio de Internet”, “Línea de prestación del servicio de cable”, etc.

La línea de servicio y las celdas de servicio tienen facilidades para la distribución de los servicios bien definidos, y son utilizadas para las funciones del nivel 3.

Con base en lo expuesto, la concepción de celda de servicio hace referencia al desarrollo de cada una de las etapas que puedan llegar a identificarse en el proceso de prestación de uno o más servicios dentro de la empresa, y agrupa: personal, equipo y elementos requeridos en cada una de éstas. Ejemplos de identificaciones de celdas de servicio son: “Celda de solicitud”, “Celda adjudicación”, “Celda de instalación”, etc.

**4.1.2.5. Módulo equipo.** Un módulo equipo puede llevar a cabo un número finito de actividades menores de proceso específicas. Normalmente se centra sobre una porción de equipo del proceso de orden menor. Funcionalmente, el alcance del módulo equipo se define por las tareas finitas para cuya realización se diseña. [16]. Ejemplos de identificaciones módulos de equipo son: “Equipos de celda y “Equipos de instalación”.

**4.1.2.6. Módulo control.** Un módulo control es típicamente una colección de sensores, de actuadores, de otros módulos control y del equipo de proceso asociado que, desde el punto de vista del control, funciona como una sola entidad. [16].

## **4.2. MODELO FUNCIONAL DE FLUJO DE DATOS RESULTANTE**

En esta sección se presentan las modificaciones de las funciones y subfunciones de una empresa manufacturera, de modo que puedan ser aplicables en empresas prestadoras de servicios y los flujos de información que fluyen entre las funciones que cruzan la interfaz empresa-control.

Para el desarrollo del modelo funcional, se realizó la interpretación de cada una de las funciones y subfunciones para ser aplicadas en las empresas prestadoras de servicios. Se consideró oportuno proponer la modificación del nombre de algunas de las funciones y subfunciones para que estuvieran más acorde con la interpretación dada. **Para realizar la interpretación de las funciones, subfunciones y flujos de información, se tuvo en cuenta el modo de operación de diferentes empresas prestadoras de servicios, entre ellas, la empresa caso de estudio, empresas de telefonía celular, empresas de salud, educación, entre otras, de modo que se lograra la obtención de un modelo general aplicable a cualquier empresa de este tipo.**

Al igual que en el estándar SP95, la interfaz empresa-control se describe utilizando un modelo de flujo de datos, definido utilizando la metodología notacional de Yourdon-Demarco.

**Tabla 3** - Notación de Yourdon-Demarco

SIMBOLO	DEFINICION
	<p>Una función es representada como una elipse etiquetada. Una función es un grupo de tareas que pueden ser clasificadas con un objetivo común. Las funciones están organizadas de manera jerárquica y están identificadas con un nombre y un número. El número representa una identificación del nivel jerárquico del modelo de datos.</p>
	<p>Una línea sólida con una flecha representa un agrupamiento de datos que fluye entre funciones, almacenes de datos o entidades externas, que está definido en el modelo de integración empresa-control. Todas las líneas sólidas tienen un nombre para el flujo de datos. Los flujos de datos en un nivel de la jerarquía funcional pueden ser representados por uno o más flujos de datos en el nivel más bajo de la jerarquía.</p>

Fuente: propia.

En la Tabla 4, a continuación se hace la comparación entre las funciones establecidas en el estándar SP95 y la propuesta de modificación para empresas prestadoras de servicios

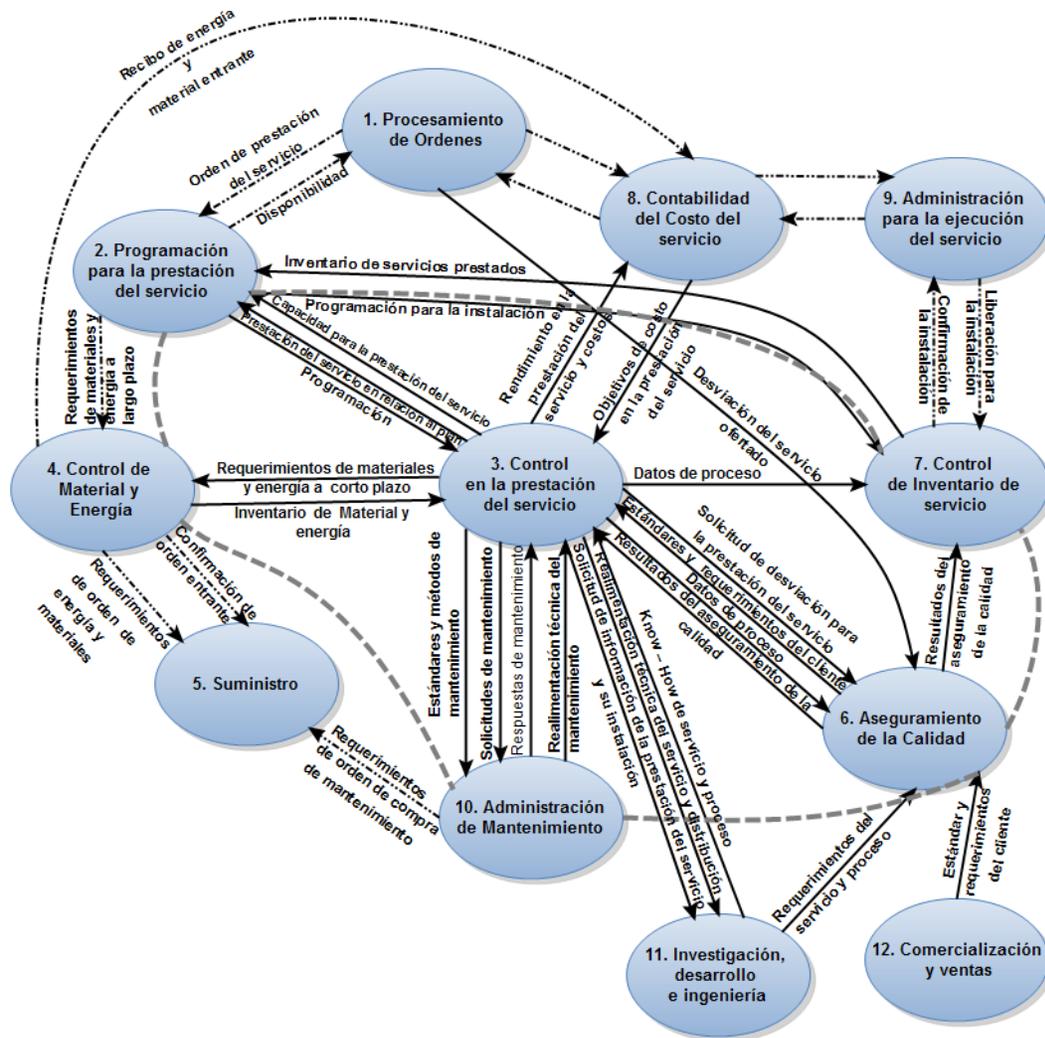
**Tabla 4** - Comparación de funciones

<b>NOMBRE DE LA FUNCIÓN EMPLEADO EN EL ESTANDAR SP95</b>	<b>NOMBRE EQUIVALENTE DE LA FUNCIÓN PARA LA APLICACIÓN EN EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS</b>
1.0 Procesamiento de órdenes	1.0 Procesamiento de órdenes
2.0 Programación de la producción	2.0 Programa para la prestación del servicio
3.0 Control de la producción	3.0 Control en la prestación del servicio
4.0 Control de material y energía	4.0 Control de material y energía
5.0 Suministro	5.0 Suministro
6.0 Aseguramiento de la calidad	6.0 Aseguramiento de la calidad
7.0 Control de inventario de producto	7.0 Control de inventario del servicio
8.0 Contabilidad de costo de producto	8.0 Contabilidad del costo del servicio
9.0 Administración de envío de producto	9.0 Administración para la ejecución del servicio
10.0 Administración de mantenimiento	10.0 Administración de mantenimiento
11.0 Investigación , desarrollo e ingeniería	11.0 Investigación , desarrollo e ingeniería
12.0. Comercialización y ventas	12.0. Comercialización y ventas

Fuente: propia.

Las siguientes subsecciones enumeran y describen cada una de las funciones contenidas en el modelo, y enumeran y describen la información que fluye entre las funciones.

Figura 14 - Modelo funcional de flujo de datos resultante



Fuente: Propia

#### 4.2.1. Funciones

**4.2.1.1. Procesamiento de órdenes (1.0).** En el caso de las empresas prestadoras de servicios, la función establece todas las órdenes para la prestación del servicio de modo que se logre cumplir con el plan de acción establecido por la empresa y con los lineamientos dados por la superintendencia de servicios públicos.

Las funciones generales del procesamiento de órdenes incluyen:

### ■ Manejo de órdenes del consumidor, aprobación y confirmación

Esta subfunción en las empresas prestadoras de servicios hace referencia al manejo de la información que recibe la división de atención al usuario, que es la encargada de resolver las inquietudes que presenten los clientes, como quejas, reclamos, información acerca del servicio que la empresa brinde, nuevas solicitudes de servicio, entre otras. Una vez la empresa ha hecho el recepcionamiento de la información debe enviarla a quien corresponda dar solución o respuesta a la menor brevedad posible de la inquietud presentada, garantizando la satisfacción del cliente.

### ■ Pronóstico de ventas

Esta subfunción dentro de la prestación de servicios hace referencia a las opciones que para la prestación del servicio la empresa brinda a sus usuarios. Esto incluye la prestación temporal o permanente del servicio, paquetes de servicios, promociones, ofertas por tiempo determinado, etc.

### ■ Manejo de reserva y desviación

En el caso de las empresas prestadoras de servicios esta subfunción aplicaría en los casos en los que se tenga una gran demanda de alguno de los servicios ofertados y se haga necesario ampliar o disminuir los tiempos de ofertas y/o las condiciones para la prestación de los mismos, de acuerdo con la capacidad de la empresa.

### ■ Reporte de margen bruto

Esta subfunción hace referencia a los reportes finales de las existencias de los elementos utilizados en el proceso de prestación del servicio, de modo que se logre mantener actualizado el inventario de la empresa acorde con la demanda del servicio.

### ■ Determinación de las órdenes para la prestación del servicio

Para las empresas prestadoras de servicios, esta subfunción hace referencia al paso que seguir una vez la empresa ha recepcionado toda la información que requiere para garantizar la óptima prestación del servicio, esto es, el impartir las órdenes a las dependencias que corresponda de modo que se proporcione a la menor brevedad posible del servicio al usuario que lo haya solicitado.

**4.2.1.2. Programación para la prestación del servicio (2.0).** En el caso de las empresas prestadoras de servicios las funciones de programación se encargan de

proporcionar el plan de acción de la empresa, mediante el intercambio de información continuo de la prestación actual del servicio y la capacidad de respuesta a nuevas solicitudes.

Las funciones generales de programación para la prestación del servicio incluyen:

■ **Determinar el plan para la prestación del servicio**

Para cumplir con el objetivo de una empresa prestadora de servicios, que por lo general se enfoca a la oportuna y óptima prestación del servicio ofertado, la empresa debe definir los métodos, estrategias, determinación de equipos, personal, transporte, etc., para dar cumplimiento a lo establecido en este objetivo.

■ **Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo.**

Esta subfunción dentro de las empresas prestadoras de servicios hace referencia a la proyección de ampliación en la prestación del servicio, y a la determinación de requerimientos en cuanto a insumos, materiales y demás elementos que se consideren indispensables para el desarrollo de las actividades correspondientes a cada dependencia dentro de la empresa.

■ **Determinar el programa para la distribución del servicio**

Dependiendo del servicio que la empresa brinde, debe también elaborar un programa que le permita garantizar la prestación del servicio a cualquier usuario que lo solicite; es por esto por lo que debe prever los posibles inconvenientes que se puedan presentar en el momento de llevar e instalar el servicio hasta un determinado lugar o sector. Dentro de este programa debe realizarse un estudio de implementación del servicio en diferentes zonas, de modo que se logre establecer cuál es el mejor medio con el que se cuenta y la manera más óptima que para lograr la eficiente prestación del servicio debe implementarse.

■ **Determinar el servicio disponible para la venta**

Dependiendo del servicio que la empresa preste, esta subfunción se interpreta como las diferentes modalidades que para la prestación del servicio se proponen, ampliando su cobertura y las posibilidades de elección para los clientes.

La información generada o modificada para las funciones de programación para la prestación del servicio y su respectiva interpretación para las empresas prestadoras de servicios se exponen en el Anexo C, ítem 1.1.1.

**4.2.1.3. Control en la prestación del servicio (3.0).** En el caso de las empresas prestadoras de servicios esta función abarca las funciones en cuanto a control en la prestación del servicio, además de la coordinación de solicitudes de mantenimiento en los casos en que sea necesario.

En cuanto a la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado se refiere, la empresa debe llevar el respectivo control que garantice el servicio continuo de agua potable, asegurando el funcionamiento continuo de todos los elementos constitutivos del sistema y garantizar un buen servicio de canalización y recolección de aguas residuales y aguas lluvias por el sistema de colectores. [15]

Las funciones de control en la prestación del servicio incluyen:

- **Control de los métodos implementados para la prestación del servicio de acuerdo con la programación y los estándares de prestación del servicio**

En este tipo de empresas no existe como tal una transformación de materias primas en productos terminados, pero en algunas de ellas, dependiendo del servicio que se esté ofertando, puede existir variedad en la forma de prestación del servicio y/o alternativas de escogencia para los usuarios; visto de este modo, la empresa debe realizar un control sobre las actividades que se están realizando de modo que se logre cumplir con la planeación hecha para la óptima prestación del servicio.

- **Ingeniería de planta y actualización de los planes para la prestación del servicio**

Esta subfunción en las empresas prestadoras de servicios hace referencia a las nuevas estrategias de comercialización que para ampliar la cobertura de prestación del servicio se implementan.

- **Expedición de requerimientos para materias primas**

Esta subfunción hace referencia a los requerimientos de materiales e insumos que deben ser presentados por cada una de las dependencias de la empresa a la división que corresponda, de modo que se cuente con todo lo necesario para dar respuesta a las nuevas solicitudes de servicio y/o inquietudes presentadas de parte de los usuarios a la empresa.

## ■ **Generación de reportes de desempeño y costos**

Las empresas prestadoras de servicios deben realizar control del desempeño y generación de reportes en cuanto a la prestación del servicio se refiere; para esto la empresa debe garantizar la atención oportuna a los clientes e implementar estrategias como la atención personalizada a través de la oficina de atención al usuario, vía telefónica, vía Internet, etc. En el momento de instalación del servicio, cualquiera que sea éste, es indispensable, además de realizar la verificación de la instalación hecha, presentar un reporte a la empresa de las condiciones bajo las que quedó operando el servicio y los respectivos costos que por la instalación se originan para la empresa y el usuario.

## ■ **Evaluación de restricciones para capacidad y calidad.**

Esta subfunción en las empresas prestadoras de servicios, como su nombre lo indica, se refiere a la capacidad de la empresa de ofertar el servicio y los lineamientos que se deben seguir para cumplir con los planes establecidos de modo que se logre proporcionar el servicio con la mejor calidad posible.

## ■ **Auto-pruebas y diagnósticos del equipo para la prestación del servicio y control**

En este tipo de empresas, esta subfunción hace referencia tanto al desempeño del personal como al funcionamiento de los equipos que para la instalación del servicio se utilizan; ambos aspectos deben someterse periódicamente a revisión y/o control de modo que se logre mantener la calidad del servicio que se oferta.

## ■ **Creación de estándares para la prestación del servicio e instrucciones para SOP's (Procedimientos de Operación Estándar), récipes y manejo de equipo para equipo de procesamiento específico.**

Esta subfunción en las empresas prestadoras de servicios hace referencia al manual de procedimientos que internamente se maneja; en estos manuales se describe paso a paso las actividades que deben ser realizadas por el personal de acuerdo con la dependencia a la que pertenezca.

Las funciones principales en el Control para la prestación del servicio incluyen Ingeniería de Soporte de Proceso, Control de Operaciones y Planificación de Operaciones.

## ■ **Ingeniería de Soporte de Proceso:** La función principal dentro de la ingeniería de soporte de proceso en una empresa prestadora de servicios es la de brindar

estándares técnicos y métodos para operaciones relacionadas con la instalación del servicio y las funciones de mantenimiento que dichas operaciones requieren, para de este modo coordinar la ejecución de actividades de prestación del servicio con actividades de instalación.

Las funciones de ingeniería de soporte de proceso incluyen:

#### ● **Expedir peticiones para modificación o mantenimiento**

En una empresa prestadora de servicios, la aplicación de esta subfunción hace referencia a las solicitudes de petición de mantenimiento o modificación del servicio según lo requiera el caso, que de forma ordenada deben ser dirigidas a quien corresponda dentro de la empresa. Éstas pueden surgir a partir de los reportes hechos por los usuarios de daños o deterioros en el servicio o por las actividades programadas dentro del plan de acción de la empresa.

#### ● **Coordinar el mantenimiento y funciones de ingeniería**

Cualquiera que sea el servicio que la empresa oferte, debe desarrollar actividades de mantenimiento para garantizar la buena prestación del mismo. Dentro de estas actividades se tienen las que se realizan a los materiales e instrumentos que para los procesos de instalación se requieren, como las que se realizan a los equipos que para el desarrollo de las funciones administrativas se utilizan y el mantenimiento de la información que se registra en las bases de datos.

Independientemente de las actividades de mantenimiento que se vayan a desarrollar en la empresa, debe realizarse una buena programación y/o coordinación de éste con base en la planeación que se tenga, de modo que no se vea afectada la prestación del servicio.

#### ● **Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y función de mantenimiento**

Esta subfunción hace referencia a las bases con que cuenta la empresa para la realización de los mantenimientos antes mencionados; en el caso de instrumentos y equipos se cuenta con manuales de operación y/o funcionamiento de éstos; en el caso de la información, se debe contar con el personal idóneo para este tipo de procedimientos. Dentro de esta subfunción caben las capacitaciones que para el desarrollo de este tipo de actividades brinda la empresa al personal que lo requiera.

#### ● **Investigar sobre desempeño de equipo y proceso**

En las empresas prestadoras de servicios, independientemente de si tiene o no competencia en el mercado, debe existir un área encargada de realizar estudios al modo de operación y/o funcionamiento de la empresa y evaluar los resultados obtenidos, de modo que se logre proponer nuevas alternativas de innovación en la prestación del servicio y nuevas estrategias de mercadeo que permitan la captación de nuevos usuarios.

#### ■ **Brindar soporte técnico a operadores**

Esta subfunción hace referencia en las empresas prestadoras de servicios a las capacitaciones técnicas que deben brindar al personal encargado de realizar las instalaciones del servicio de modo que se logre siempre satisfacer las expectativas del cliente.

#### ■ **Investigar sobre desarrollos tecnológicos**

Esta subfunción en las empresas prestadoras de servicios hace referencia a las investigaciones que se realicen en relación a la optimización de los recursos y las nuevas estrategias y/o métodos de comercialización que para garantizar la buena prestación del servicio y la captación de nuevos usuarios deben implementarse.

Las modificaciones de información para ser usadas en las otras funciones de control debidas a las funciones de ingeniería de soporte de proceso y su respectiva interpretación para las empresas prestadoras de servicios, se exponen en el Anexo C ítem 1.1.2.1.

- **Control de Operaciones:** En las empresas prestadoras de servicios dentro del control de la prestación del servicio se hace necesario realizar continuamente el seguimiento a las operaciones que se desarrollan dentro cada una de las áreas que contribuyen al proceso.

Las funciones de control para la prestación del servicio incluyen:

#### ■ **Prestar el servicio de acuerdo con el programa y las especificaciones**

Esta subfunción en este tipo de empresas hace referencia al cumplimiento de todas las actividades expuestas en el plan de acción realizado por cada una de las dependencias.

## ■ **Reportar información sobre el proceso de prestación del servicio y los recursos**

Esta subfunción hace referencia a los reportes del cumplimiento de sus funciones y del manejo de los recursos otorgados que las empresas prestadoras de servicios deben presentar a su respectivo ente regulador, como se mencionó anteriormente, puede ser la Superintendencia de Servicios Públicos o el órgano o dependencia que internamente algunas empresas prestadoras de servicios nombran para solicitar informes mensual o trimestralmente a cada una de las dependencias de la empresa de las actividades realizadas para determinar si se está cumpliendo o no con el plan de acción realizado; en algunas ocasiones y dependiendo de la situación que se presente se debe replantear el plan de acción presentado.

## ■ **Monitorear equipos, validar medidas operacionales y determinar la necesidad de mantenimiento**

Las empresas prestadoras de servicios requieren de equipos, maquinaria, etc., para el desarrollo de determinadas funciones, además del montaje de las redes que para la distribución del servicio que la empresa oferta se deben diseñar e instalar; por tanto, esta subfunción hace referencia al seguimiento que por el funcionamiento o utilización de éstos debe realizarse para determinar las necesidades de mantenimiento que éstos presentan de acuerdo con los parámetros operacionales dados.

## ■ **Preparar el equipo para mantenimiento y devolverlo a servicio después del mantenimiento**

Como su nombre lo indica, esta subfunción se refiere a la preparación que deben tener los equipos y las redes de distribución para ser sometidos a operaciones de mantenimiento y la orden de puesta en marcha una vez haya culminado el proceso. Dentro de esta subfunción cabe mencionar los planes de mejoramiento en la prestación del servicio que pretenden ser implementados por la empresa y de los cuales debe informarse a los usuarios para que gocen aún más del servicio, una vez hayan sido implementados.

## ■ **Realizar diagnósticos y autochequeos en la forma de prestación del servicio y equipo de control**

En una empresa prestadora de servicios esta subfunción hace referencia a las estrategias que la empresa emplea para evaluar a su personal de modo que se logre controlar en cierta medida el desempeño de éstos en sus áreas correspondientes; para desarrollar este tipo de estrategias la empresa recibe la información proporcionada por parte de los usuarios del servicio.

▀ **Balancear y optimizar la prestación del servicio dentro del sitio o área**

El resultado de encuestas y otros métodos empleados por las empresas prestadoras de servicios para conocer la opinión de sus clientes acerca del servicio del que están gozando permite realizar la optimización en el desarrollo de sus actividades y en consecuencia la mejor prestación del servicio.

▀ **Puede incluir administración de labor de sitio o área y manejo de documentación**

Esta subfunción en las empresas prestadoras de servicios hace referencia a la administración de las funciones y/o tareas desarrolladas por el personal de cada dependencia de la empresa y de la información manejada por cada una de ellas, los respectivos reportes y/o documentos que del desarrollo de sus funciones se generen.

Las modificaciones de información para ser usada en las otras funciones de control debidas a las funciones de control de operaciones y su respectiva interpretación para las empresas prestadoras de servicios se exponen en el Anexo C ítem 1.1.2.2.

▀ **Planificación de Operaciones:** Las funciones de planificación de operaciones incluyen:

▀ **Establecer un plan para la prestación del servicio a corto plazo basado en el programa general de la empresa**

En este tipo de empresas esta función hace referencia a las actividades programadas a corto plazo y que no están incluidas en el plan de acción de la empresa, como lo son, por ejemplo, las instalaciones del servicio, pues, aunque ésta es una actividad desarrollada con frecuencia, no es posible precisar cuántas instalaciones se deberán realizar en determinado tiempo; por tal motivo se hace necesario establecer un plan de acción a corto plazo, para dar cumplimiento a este tipo de actividades con el fin de satisfacer oportunamente los requerimientos de los usuarios.

▀ **Chequear la programación frente a disponibilidad de materia prima y capacidad para ofertar el servicio**

Esta subfunción hace referencia al chequeo de disponibilidad y capacidad de materiales, equipo, personal y demás recursos que debe tener la empresa para la prestación del servicio.

#### ▮ **Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo**

Como su nombre lo indica, esta subfunción hace referencia al chequeo de la programación de disponibilidad de personal y equipo idóneo para los procesos que debe desarrollar la empresa para garantizar la buena prestación del servicio.

#### ▮ **Determinar el porcentaje de estado de capacidad**

Esta subfunción hace referencia a la determinación de estado de capacidad que tiene la empresa para prestar el servicio bajo cualquier condición, teniendo en cuenta accesibilidad a determinados sectores, condiciones físicas del lugar, disponibilidad de las redes, entre otros.

#### ▮ **Modificar el plan para la prestación del servicio cada hora para contemplar salidas de equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas**

En las empresas prestadoras de servicios no se hace necesario modificar el plan de acción de la empresa cada hora, pero como se mencionó antes, a causa de eventualidades que se presentan, éste puede ser modificado semanalmente de modo que se logren contemplar, como la subfunción lo dice, las salidas de equipo, mano de obra y disponibilidad de materiales e insumos.

Las modificaciones de información usada en las otras funciones de control debidas a las funciones de planificación de operaciones y su respectiva interpretación para las empresas prestadoras de servicios se exponen en el Anexo C ítem 1.1.2.3.

Todas las interpretaciones realizadas para cada una de las funciones a partir de la función de Control de material y energía (4.0) continúan exponiéndose en el Anexo C a partir del ítem 1.1.3.

**4.2.2. Flujos de información.** En la Tabla 5 a continuación se hace la comparación entre los flujos de información establecidos en el estándar SP95 y la propuesta de modificación para empresas prestadoras de servicios.

**Tabla 5** - Comparación de flujos de información

<b>NOMBRE DEL FLUJO EMPLEADO EN EL ESTÁNDAR SP95</b>	<b>NOMBRE EQUIVALENTE DEL FLUJO PARA LA APLICACIÓN EN EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS</b>
1.0 Programación	1.0 Programación
2.0 Producción en relación al plan	2.0 Prestación del servicio en relación al plan
3.0 Capacidad de producción	3.0 Capacidad para la prestación del servicio
4.0 Requerimientos de orden de energía y materiales	4.0 Requerimientos de orden de energía y materiales
5.0 Confirmación de orden entrante	5.0 Confirmación de orden entrante
6.0 Requerimientos de materiales y energía a largo plazo	6.0 Requerimientos de materiales y energía a largo plazo
7.0 Requerimientos de materiales y energía a corto plazo	7.0 Requerimientos de materiales y energía a corto plazo
8.0 Inventario de material y energía	8.0 Inventario de material y energía
9.0 Objetivos de costo de producción	9.0 Objetivos de costo en la prestación del servicio
10.0 Rendimiento de producción y costos	10.0 Rendimiento en la prestación del servicio y costos
11.0 Recibo de energía y material entrante	11.0 Recibo de energía y material entrante
12.0 Resultados del aseguramiento de la calidad	12.0 Resultados del aseguramiento de la calidad
13.0 Requerimientos estándar y de cliente	13.0 Requerimientos estándar y de cliente
14.0 Requerimientos de producto y proceso	14.0 Requerimientos del servicio y proceso
15.0 Desviación en producto terminado	15.0 Desviación del servicio ofertado
16.0 Solicitud de desviación en proceso	16.0 Solicitud de desviación para la prestación del servicio
17.0 Inventario de productos terminados	17.0 Inventario de servicios prestados
18.0 Datos de proceso	18.0 Datos de proceso
19.0 Programación de empaque	19.0 Programación para la instalación
20.0 Khow-how de producto y proceso	20.0 Khow-how de servicio y proceso
21.0 Solicitud de información de producto y proceso	21.0 Solicitud de información de la prestación del servicio y su instalación
22.0 Solicitudes de mantenimiento	22.0 Solicitudes de mantenimiento
23.0 Respuestas de mantenimiento	23.0 Respuestas de mantenimiento
24.0 Estándares y métodos de mantenimiento	24.0 Estándares y métodos de mantenimiento

25.0 Realimentación técnica de mantenimiento	25.0 Realimentación técnica de mantenimiento
26.0 Realimentación técnica de producto y proceso	26.0 Realimentación técnica del servicio y distribución
27.0 Requerimientos de orden de compra de mantenimiento	27.0 Requerimientos de orden de compra de mantenimiento
29.0 Disponibilidad	29.0 Disponibilidad
30.0 Liberación para embarque	30.0 Liberación para la instalación
31.0 Confirmación para el embarque	31.0 Confirmación para la instalación

Fuente: propia.

**4.2.2.1. Programación.** La información de programación fluye desde las funciones de Programación para la Prestación del Servicio (2.0) a las funciones de Control en la Prestación del Servicio (3.0).

Esta contiene la información acerca del servicio que la empresa presta, bajo qué condiciones se presta y cómo debe desarrollarse el proceso de instalación de éste.

**4.2.2.2. Prestación del servicio en relación al plan.** La información de prestación del servicio en relación al plan fluye desde las funciones de Control en la Prestación del Servicio (3.0) hacia las funciones de Programación para la Prestación del Servicio (2.0).

Contiene la información acerca de los resultados de los procesos de instalación y disfrute del servicio, a partir de la ejecución del plan de acción de la empresa. Incluye información sobre las actividades que se ejecutaron en el proceso de instalación, el desarrollo del proceso de solicitud del mismo, bajo qué condiciones quedó instalado el servicio y desde cuándo el usuario goza de éste.

**4.2.2.3. Capacidad para la prestación del servicio.** La información de capacidad para la prestación del servicio fluye desde las funciones de Control en la Prestación del Servicio (3.0) a las funciones de Programación para la Prestación del Servicio (2.0).

La información de capacidad para la prestación del servicio define la actual capacidad de la empresa para óptima prestación del servicio. Incluye materiales, equipos, mano de obra y energía que se requieren para la prestación e instalación del servicio.

**4.2.2.4. Requerimientos de orden de energía y materiales.** La información en cuanto a requerimientos de orden de materiales y energía fluye desde las funciones de Control de Material y Energía (4.0) hasta las funciones de Suministro (5.0).

Los requerimientos de orden de energía y materiales definen los requerimientos futuros de materiales, insumos y energía para atender requerimientos de corto y largo plazo con base en la disponibilidad de prestación e instalación actual del servicio.

**4.2.2.5. Confirmación de orden entrante.** La información de confirmación de orden entrante fluye desde la funciones de Control de Material y Energía (4.0) a las funciones de Suministro (5.0).

Confirmaciones de orden entrante son las notificaciones que del material, insumos o energía ha sido recibida.

Todas las interpretaciones realizadas para cada uno de los flujos a partir del flujo de requerimientos de material(es) y energía a largo plazo (6.0) según la Tabla 5 de relación continúan exponiéndose en el Anexo C a partir del ítem 1.2.

### **4.3. MODELO DE OBJETOS RESULTANTE**

De acuerdo con el modelo de objetos expuesto en el estándar SP95 para empresas de manufactura, el modelo de objetos para las empresas prestadoras de servicios debe contener la información más relevante en cuanto al proceso de prestación del servicio se refiere. Para lograr proponer el modelo de objetos para este tipo de empresas, se hace necesario contemplar y analizar cada uno de los conceptos dados en el estándar SP95, logrando de este modo determinar la aplicación y/o representación de éstos en las empresas prestadoras de servicios.

**4.3.1. Categorías de información.** Iniciando con las categorías de información manejadas por el estándar, se determina que en las empresas prestadoras de servicios, al igual que en las de manufactura, claramente se pueden determinar las cuatro áreas principales que contienen la información requerida durante todo el proceso de prestación del servicio. Éstas son:

- Información requerida para prestar un servicio
- Información acerca de la capacidad para la prestación de un servicio
- Información sobre la programación para la prestación del servicio
- Información sobre la prestación actual del servicio

En la Figura 15 se muestra cómo la información manejada por cada una de las áreas se comparte entre los sistemas de control para la prestación del servicio y los sistemas de negocios.

**Figura 15** - Áreas de intercambio de información.



Fuente: Propia.

**4.3.1.1. Información de capacidad para prestación de servicios.** En esta parte se manipula la información relacionada con la disponibilidad de personal, equipos, materiales y demás recursos que se requieren para garantizar la óptima prestación del servicio. Siguiendo la comparación con el estándar SP95, se concluye la aplicación de tres áreas de manejo de información, como se muestra en la Figura 16.

**Figura 16** - Información de capacidad para prestación de servicios.



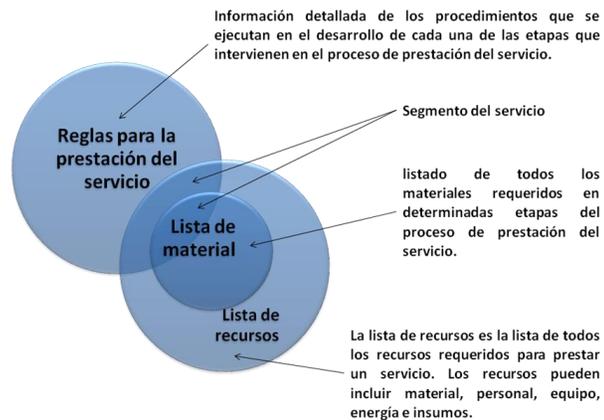
Fuente: Propia.

El manejo para la aplicación de cada una de ellas en las empresas prestadoras de servicios es igual que la expuesta en el estándar SP95; por tanto, no se considera relevante explicar su desarrollo en este tipo de empresas.

#### 4.3.1.2. Información de definición del servicio

Dentro de esta área se maneja toda la información relacionada con el “cómo” la empresa presta el o los servicios ofertados. Al igual que en el área anterior, ésta se subdivide en tres áreas como lo muestra la Figura 17.

**Figura 17** - Información de definición del servicio.



Fuente: Propia

#### ■ Reglas para la prestación del servicio

En las empresas prestadoras de servicios las reglas para la prestación del servicio hacen referencia a la información detallada de los procedimientos que se ejecutan en el desarrollo de cada una de las etapas que intervienen en el proceso de prestación del servicio.

#### ■ Lista de material

En las empresas prestadoras de servicios, a diferencia de las empresas de manufactura, el concepto de material no es manejable de la misma manera a lo largo del proceso de prestación del servicio o durante la ejecución de todas las etapas.

La lista de material es, entonces, un listado de todos los materiales requeridos en determinadas etapas del proceso de prestación del servicio; en ellas se especifica la cantidad de cada uno de los materiales requeridos para el óptimo desarrollo de las actividades que determinan estas etapas.

## ▮ Lista de recursos

La lista de recursos es la lista de todos los recursos requeridos para prestar un servicio. Los recursos pueden incluir material, personal, equipo, energía e insumos. La lista de recursos no contiene los pasos específicos de la prestación del servicio, pero puede ser organizada de manera jerárquica de tal forma que corresponda a algunos pasos en la prestación del servicio. [4]

## ▮ Segmento de generación del servicio

En las empresas prestadoras de servicios un segmento de generación del servicio hace referencia a cada una de las tareas realizadas en las diferentes etapas del proceso de prestación del servicio; al igual que en las empresas de manufactura, un segmento de generación del servicio es la vista más detallada del proceso para el sistema de negocios en orden a controlar el material, mano de obra, utilización de recursos, costo y calidad con el objeto de garantizar la óptima prestación del servicio.

**4.3.1.3. Información de la prestación del servicio.** Dentro de esta área se maneja la información del desempeño actual de la empresa en cuanto a la prestación del servicio se refiere. Dentro de esta área existen tres áreas más que permiten generar el flujo de información relacionado con el proceso de prestación del servicio; éstas pueden apreciarse en la Figura 18.

**Figura 18 - Información de la prestación del servicio**



Fuente: Propia.

La aplicación del concepto de cada una de estas áreas en las empresas prestadoras de servicios es semejante a la expuesta en el estándar para empresas de manufactura, mas, sin embargo, es preciso aclarar que la información de historia de la prestación del servicio hace referencia a los datos históricos generados por cada uno de los usuarios como consumo del servicio, pagos realizados, reporte de daños, averías, quejas, reclamos, etc.

**4.3.2. ESTRUCTURA DEL MODELO DE OBJETOS.** Siguiendo la estructura para la representación del modelado de los procesos dado por el estándar SP95, los modelos de objeto que aplicar en las empresas prestadoras de servicios continúan siendo representados usando la metodología notacional UML. El estándar SP95 expone 10 modelos de objetos con el objeto de facilitar el intercambio de información a lo largo del desarrollo del proceso productivo.

Para el desarrollo de la propuesta del modelo de objetos que aplicar en las empresas prestadoras de servicios, se realizó el análisis de cada uno de los modelos expuestos por el estándar con el objeto de determinar el grado de aplicación en este tipo de empresas, llegando a la conclusión que pueden conservar la estructura manejada por el estándar SP95 para ser aplicados en estas empresas; sin embargo, se ve la necesidad de dar un enfoque diferente a la exposición de algunos de los términos empleados en el desarrollo de los modelos. Con base en esto, de los 10 modelos que propone el estándar SP95, solo se realiza la aplicación de los modelos que contienen los términos que tuvieron que ser modificados o que tuvieron mayor grado de interpretación para ser aplicados a este tipo de empresas, para posteriormente realizar la aplicación en la empresa caso de estudio. Los modelos que se consideran deben ser implementados en la empresa caso de estudios son:

- Modelo de segmento de prestación del servicio
- Modelo de definición de servicio
- Modelo de material

A continuación se presentan los términos que fueron modificados para poder ser aplicados en las empresas prestadoras de servicios y que están contenidos en los modelos mencionados anteriormente:

#### ● **Información de capacidad para la prestación del servicio**

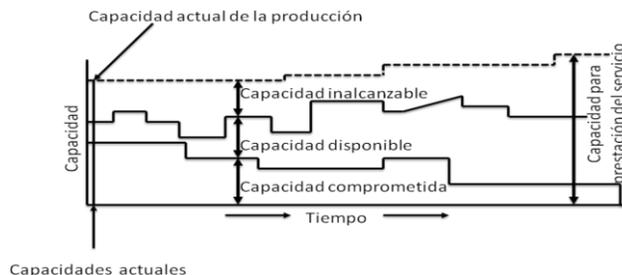
En las empresas prestadoras de servicios ésta recopila toda la información referente a los recursos de los que se requiere para proporcionar servicios de óptima calidad, dentro de los planeamientos realizados por la empresa. Esta información corresponde a la superposición de información representada en la Figura 2. Está compuesta por información de equipo, material, personal y segmentos de proceso.

## ■ Capacidad para la prestación del servicio

En las empresas prestadoras de servicios ésta hace referencia a capacidad con que cuenta la empresa para dar respuesta a las solicitudes de servicio presentadas por los clientes. Al igual que en las empresas de manufactura, la capacidad puede dividirse en capacidad disponible, comprometida e inalcanzable, como se muestra en la Figura 19.

- La capacidad comprometida define los recursos que están comprometidos con los procesos de producción e instalación del servicio a futuro, con base en la programación existente y en los materiales que se requieren para este tipo de procesos.
- La capacidad inalcanzable define los recursos que son inalcanzables para la prestación del servicio, dada la condición de los equipos (tales como equipo fuera de servicio por mantenimiento), la utilización del equipo, la disponibilidad de personal (tal como vacaciones) y disponibilidad de material.
- La capacidad disponible define los recursos que están disponibles para la correcta instalación de los servicios, y no están comprometidos con la prestación del servicio como tal.

**Figura 19 - Capacidades actuales y futuras [4]**



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

## ■ La capacidad de material

Teniendo en cuenta la explicación dada con anterioridad al término de lista de material, la capacidad de material en las empresas prestadoras de servicios se refiere, como su nombre lo indica, a la capacidad o existencias de los materiales que se requieren tanto en el proceso de producción del servicio, como en el de instalación y distribución del mismo,

en un tiempo definido. Incluye la información que se asocia a las funciones del Control del Material y Energía (4.0) y del Control de Inventario de servicio (7.0). La capacidad de material actualmente disponible y comprometido es el inventario.

#### ■ **Capacidad del segmento de prestación del servicio**

Los segmentos en las empresas prestadoras de servicios se definen a partir de las etapas que se ejecutan en el proceso de prestación del servicio y agrupa los recursos necesarios para el desarrollo de dichas etapas en cuanto a personal, equipo y materiales se refiere, de acuerdo con la capacidad de la empresa en un tiempo específico. Al igual que en los procesos de manufactura, un segmento de proceso puede relacionarse con un segmento de generación del servicio que puede ocurrir durante el proceso de prestación del servicio, como se define en el modelo de información de servicio en la sección 5.3. Una capacidad de segmento de prestación de servicio puede relacionarse con uno o más servicios si en la empresa se prestan uno o más de éstos; de lo contrario serían propios del servicio que se preste.

#### ■ **Modelo de material**

En las empresas prestadoras de servicios el modelo de material define los materiales con que se cuenta para el desarrollo de tareas de cierto tipo de etapas dentro del proceso de prestación del servicio, definiciones de materiales e información sobre las clases de definición de materiales. A diferencia de las empresas de manufactura, para las empresas de servicios la información de material incluye solamente el inventario de los materiales que se requieren para el proceso de prestación del servicio; no aplican los términos de materiales intermedios, materiales terminados, entre otros.

#### ■ **Segmento de generación del servicio**

Para las empresas prestadoras de servicios, los segmentos de producto se denominarán como “segmento de generación del servicio” como se ha mencionado antes e identifica, referencia o corresponde a un segmento de proceso. El segmento de generación del servicio está relacionado con el servicio específico que resulta de la ejecución de cada una de las etapas que para el proceso de prestación del servicio deben desarrollarse dentro de la empresa.

#### ■ **Solicitud de servicio**

En las empresas prestadoras de servicios una solicitud de servicio hace referencia a la petición presentada por el usuario ante la empresa. La solicitud de servicio debe contener toda la información requerida por la empresa para poder determinar si es posible o no la

adjudicación del servicio, además del tiempo que puede requerirse para el proceso de instalación del mismo. Estas solicitudes pueden ser información de órdenes de prestación del servicio programadas o no con anterioridad por el área encargada dentro de la empresa.

Una solicitud de servicio también puede incluir:

- Cuándo realizar el proceso de instalación del servicio de acuerdo con la programación de actividades de la empresa.
- Cuándo debe ser rechazada una solicitud o cancelada la orden de instalación del servicio, si dentro de la programación de la empresa no es posible dar disponibilidad del servicio.
- La prioridad de la solicitud, de acuerdo con los requerimientos del usuario y la capacidad de la empresa.
- Una identificación de los materiales, herramientas y equipos requeridos para el proceso de adjudicación e instalación del servicio.

#### ■ **Requerimientos de servicio instalado**

En las empresas prestadoras de servicios hacen referencia como su nombre lo indica a los requisitos que tanto el usuario como la empresa debieron cumplir para que se lograra el proceso de instalación del servicio previamente solicitado a la empresa. Un requerimiento de servicios instalados debe incluir:

- La cantidad total del material que será requerido en el proceso de instalación del servicio.
- Un rango aceptable para la cantidad de material

Ejemplos de *propiedades de requerimiento de servicios instalados* son:

- Fecha de instalación
- Lugar de instalación
- Datos de usuario o suscriptor
- Identificación de los materiales empleados

## ▮ **Parámetro de prestación del servicio**

Hace referencia a la información que se maneja en la parte gerencial de la empresa y que permite realizar la programación general para el funcionamiento de la misma, de modo que se logre cumplir con los objetivos de prestación del servicio fijados dentro de la planeación empresarial.

Ejemplos de parámetros de prestación del servicio son:

- Metas de calidad
- Cobertura de prestación del servicio
- Requerimientos específicos del cliente
- Generación del servicio
- Bases de procesamiento para la generación del servicio

## ▮ **Respuesta de prestación del servicio**

Hacen referencia a las respuestas entregadas a partir de los estudios realizados por las divisiones correspondientes dentro de la empresa a las solicitudes de servicio presentadas.

Al igual que en las empresas de manufactura, pueden presentarse una o más respuestas de prestación del servicio, dependiendo de la capacidad actual de la empresa. Por ejemplo, pueden darse respuestas de adjudicación inmediata del servicio, adjudicación para un periodo de tiempo determinado, negación permanente o negación condicionada del servicio.

## ▮ **Datos de prestación del servicio**

Hacen referencia a la información relacionada con los servicios que actualmente han sido adjudicados por la empresa a partir de las solicitudes presentadas y a la planeación de la misma.

Ejemplos de datos de prestación del servicio son:

- Un número de orden de cliente asociado con la solicitud del servicio.
- Fechas de adjudicación del servicio, fecha de instalación y hora programada para visita de verificación.
- Información de la calidad del servicio.
- Conducta del operador, como intervenciones, acciones y comentarios.

#### 4.4. MODELO DINÁMICO

A partir del modelo funcional de flujo de datos expuesto en la norma SP95 es posible identificar con facilidad el intercambio de información que se realiza entre el nivel de manufactura y el nivel de negocio de todo tipo de empresa. A partir del modelo funcional de flujo de datos resultante para empresas de servicios públicos, expuesto en la Figura 14, se desarrolla el siguiente modelo dinámico, con el que se pretende, a partir de la construcción de diagramas de flujo para cada una de las funciones, expresar el modo de operación de cada una de éstas en este tipo de empresas. **Teniendo en cuenta de que el desarrollo del modelo para cada una de las funciones se basa en el estudio del modo de operación varias empresas de este tipo, puede asegurarse la aplicabilidad del siguiente modelo dinámico, para cualquier empresa prestadora de servicios.**

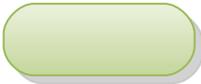
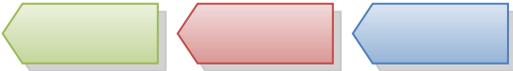
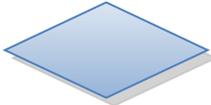
Para la construcción del modelo dinámico, se analizaron diferentes técnicas tales como: Redes de Petri, Grafcet (Gráfica de Control de Etapas de Transición) y SDL (Lenguaje de descripción y especificación), ya que estas permiten la representación dinámica de procesos. Tras un minucioso estudio de las ventajas e inconvenientes con cada una de las técnicas nombradas, se presenta un mayor interés en ésta última.

SDL (*Specification and Description Language*) es un lenguaje de especificación formal y visual. Está diseñado para la especificación de sistemas complejos, interactivos, orientados a eventos, de tiempo real o que presenten un comportamiento paralelo, y donde módulos o entidades independientes se comuniquen por medio de señales para efectuar su función [17].

La especiación de SDL fue desarrollada y estandarizada por ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector), en un principio para modelar de manera estándar el funcionamiento de los sistemas utilizados en el sector de las telecomunicaciones. Estos sistemas consisten normalmente de procesos concurrentes que se comunican entre si enviándose señales, por lo que se podrá pensar que entre dichos procesos existe un intercambio de información mediante algún tipo de mensajería. SDL fue diseñado para describir un sistema no solo desde el punto de vista de cómo procesa internamente un sistema cada mensaje que recibe, sino que también permite mostrar cómo el sistema interactúa con agentes externos a éste, lo cual lo hace valioso para la representación del funcionamiento de sistemas distribuidos. Desde un punto de vista más específico las señales que se representan en un diagrama SDL pueden considerarse como notificaciones de eventos o incluso mensajes que son enviados entre aplicaciones, por lo tanto pueden ser de interés para el desarrollo de aplicaciones que manejen estas características en sus comunicaciones [18].

La notación y convención de colores utilizada para la realización de los diagramas mencionados se expone en la Tabla 6 a continuación.

**Tabla 6** - Notación y convención de colores para la representación de los diagramas de flujo

SIMBOLO	REPRESENTACION
	Representa el <b>INICIO</b> y el estado de <b>ESPERA</b> en el encabezado de un diagrama. El color verde indica que forma parte del encabezado de la función.
	Representa el sentido y trayectoria del proceso de información o de la actividad.
	Representan entradas de información a una subfunción o actividad. El color verde indica una entrada en el encabezado, el color rosa representa los flujos de entrada establecidos en el modelo, el color azul representa los flujos de manejo interno entre las funciones.
	Representan salidas de información a una subfunción o actividad. El color verde indica una salida en el encabezado, el color rosa representa los flujos de salida establecidos en el modelo, el color azul representa los flujos de manejo interno entre las funciones.
	Representan las subfunciones, los procesos y las actividades dentro de las funciones. El color verde representa un proceso o actividad en el encabezado, el color azul representa un proceso o actividad en el modo de operación de la función, el color lila representa las subfunciones establecidas en el modelo para cada función.
	Representa el análisis de una situación y opción de decisión para seguir uno u otro camino en el diagrama.

	<p>Representa el enlace de dos partes de un diagrama dentro de la misma página u otras funciones. El color verde indica el enlace con uno de los estados del encabezado, el color rosa representa el enlace de los flujos establecidos en el modelo, el color azul representa el enlace de los flujos de manejo interno.</p>
---	--

Fuente: propia.

Para la construcción de los diagramas de flujo se tuvo en cuenta la interpretación hecha para cada una de las funciones y subfunciones del modelo funcional de flujo de datos resultante para ser aplicado en empresas prestadoras de servicios, con el objeto de obtener un modelo dinámico general para ser aplicado a cualquier empresa de este tipo.

**4.4.1. Funcionamiento de los diagramas.** Cada una de las funciones tiene un encabezado con la siguiente estructura: INICIO, una entrada de información relacionada con la función en estado de habilitación, un proceso o actividad relacionado con la función en estado de carga, un proceso o actividad relacionado con la disponibilidad para la ejecución de las entradas a la función y finalmente un estado de ESPERA, que se convierte en el común denominador para las tareas que ejecutar o desarrollar por la función.

Cada uno de los diagramas inicia con una señal de habilitación de recepción de órdenes que permiten activar el programa para el ingreso de los flujos de información. Estas órdenes varían de acuerdo con la función que se esté desarrollando. Una vez el programa recibe la información, ésta es tomada como entrada para la actividad de cargar información, cuya función es preparar el programa con la información antes suministrada para la comprensión y manejo de las órdenes, para posteriormente dar paso o no al estado de disponibilidad dentro del programa. Cuando el programa se encuentra en estado de disponibilidad lo que hace es escanear todas las entradas y determinar de acuerdo con la prioridad establecida la disponibilidad para su ejecución. Finalmente, el programa entra en estado de ESPERA a las entradas de información para iniciar con su ejecución.

Cuando aparecen dos o más tareas, actividades, entradas o salidas, desde o hacia otras funciones, se debe dar un orden de ejecución de acuerdo con la prioridad asignada; para esto se determina la importancia que para el desarrollo de la función representa cada una de éstas. La ejecución de las tareas que se encuentran en paralelo se determinan de acuerdo con el número romano que las acompaña, iniciando con la tarea acompañada del número I y continuando en orden ascendente y consecutivamente; mientras se ejecuta la primera, las demás entran en estado de ESPERA hasta que llegue su turno; una vez

culmina el desarrollo de la tarea en ejecución, ésta vuelve al estado de ESPERA e inicia la ejecución de la segunda tarea y así sucesivamente.

Al ejecutarse la tarea final, el programa regresa al estado de habilitación, donde queda disponible para una nueva ejecución de las tareas.

Los bloques de entradas y/o salidas representadas en los diagramas que no tienen indicado el origen o destino muestran los flujos de información manejados internamente por la función. Es decir, no son recibidos ni enviados a ninguna de las otras funciones, sólo se generan para el desarrollo y/o manejo interno de la función.

#### **4.4.2. Descripción de los diagramas de flujo que representan cada una de las funciones del modelo funcional resultante**

**4.4.2.1. Procesamiento de órdenes (1.0).** La Figura 20 describe el flujo de información de la función 1.0 del modelo funcional de flujo de datos resultante para empresas prestadoras de servicios. El diagrama inicia con la señal de habilitación de órdenes, activando el programa encargado de ejecutar todas las actividades propias de la función de procesamiento de órdenes, cargando toda la información necesaria para dicha ejecución; una vez se ha cargado la información, el programa entra en estado de disponibilidad donde inicia con el escaneo de todas las entradas de información requeridas para el desarrollo de la función que se encuentran en estado de ESPERA. Al encontrarse varias tareas en paralelo, como se mencionó anteriormente, se ejecutan de acuerdo con la prioridad asignada.

Las entradas que han de ser ejecutadas por el programa pueden ser: I. Solicitud del cliente, proveniente de la función de Comercialización y Ventas (12.0), ó II. Capacidad para la prestación del servicio, proveniente de la función de Control en la Prestación del Servicio (3.0), identificadas con el numeral para determinar la prioridad en la ejecución.

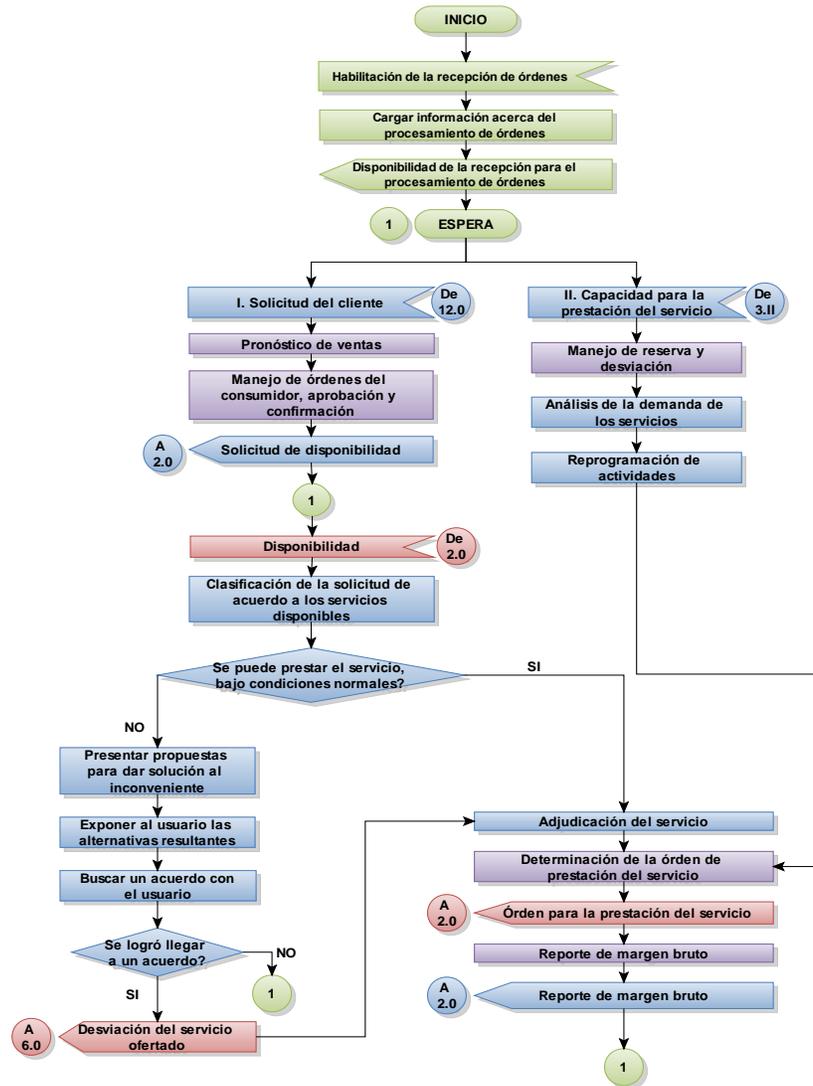
Cuando llega una solicitud del cliente (I), se requiere de la ejecución de las acciones propias de la subfunción de Pronóstico de Ventas para determinar, de acuerdo con la solicitud presentada, el tipo de servicio que se le va a ser asignado al usuario. Como se aprecia en el diagrama, esta subfunción da continuidad a la subfunción de Manejo de Órdenes del Consumidor, Aprobación y Confirmación para determinar bajo qué condiciones puede ser prestado el servicio solicitado; para ello se requiere, entre otras cosas ajenas a la función, determinar la disponibilidad para la asignación del mismo, siendo necesario enviar la respectiva solicitud a la función de Programación para la Prestación del Servicio (2.0). Mientras recibe la respuesta de disponibilidad de la función correspondiente, el programa entra en estado de ESPERA; si se cuenta con la respuesta inmediata, se sigue ejecutando el programa de forma secuencial; de lo contrario se inicia con la ejecución de la segunda entrada de la función en estado de ESPERA: Capacidad para la prestación del servicio (II).

Si una vez enviada la solicitud de disponibilidad se tiene respuesta inmediata, se hace la clasificación de la solicitud del servicio para, de acuerdo con ésta, determinar si se puede o no prestar el servicio de forma inmediata. Si no existe ningún inconveniente para asignar el servicio e iniciar con el proceso de instalación del mismo dando respuesta a la solicitud presentada, se envía la respectiva orden de prestación del servicio hacia la función de Programación para la Prestación del Servicio (2.0) para que pueda ser, como su nombre lo indica, programada y posteriormente ejecutada, lo que permite determinar los reportes finales de demanda del servicio y el envío del respectivo reporte nuevamente a la función de Programación (2.0), enviando el programa a estado de ESPERA para continuar con la actividad en cola. En caso de presentarse algún inconveniente en la asignación del servicio, la empresa está obligada a agotar todos los recursos disponibles para tratar de dar solución al inconveniente presentado y poder dotar al usuario del servicio solicitado; para ello se debe citar al usuario para tratar de llegar a un acuerdo que sea favorable para ambas partes; de este proceso, lo más probable es que se originen modificaciones en la forma normal de prestación del servicio, generando información relacionada con las desviaciones del servicio ofertado, que debe ser dirigida hacia la función de Aseguramiento de la Calidad (6.0), donde es solicitada para poder ejecutar acciones relacionadas con la desviación de materiales y evaluaciones del proceso. El diagrama muestra cómo, después de llegar a un acuerdo con el cliente, se proporciona finalmente la adjudicación del servicio para continuar con el proceso que esta actividad genera.

Cuando el programa recepciona la capacidad con que se cuenta para la prestación del servicio (II), proveniente de la función de Control en la Prestación del Servicio (3.0), puede identificar con facilidad la necesidad de ampliar o disminuir los tiempos de ofertas y/o actividades para la prestación del servicio, para de este modo realizar la reprogramación de actividades en el caso de que sea necesario, para finalmente poder determinar las órdenes de prestación del servicio correspondientes.

Este proceso se repite cada vez que se recepciona una solicitud de servicio de parte de los usuarios, de modo que se logren satisfacer sus necesidades mediante la correcta ejecución de las órdenes de prestación del servicio impartidas a partir de éstas.

Figura 20 - Diagrama de flujo – Función Procesamiento de órdenes (1.0).



Fuente: Propia

**4.4.2.2. Programación para la prestación del servicio (2.0).** La Figura 21 describe el flujo de información de la función 2.0 del modelo funcional de flujo de datos resultante para empresas prestadoras de servicios. El diagrama de flujo inicia con la habilitación de las órdenes requeridas para iniciar el proceso de Programación para la prestación del servicio, que activan el programa para la lectura de dichas órdenes, cargándolo con toda la información requerida para el proceso de programación mencionado y llevándolo al estado de disponibilidad para iniciar con el proceso de escaneo de todas las entradas de información requeridas para el desarrollo de las actividades de programación que se encuentran en estado de ESPERA.

Las entradas que han de ser ejecutadas por el programa pueden ser: I. Prestación del servicio en relación al plan, proveniente de la función de Control en la prestación del servicio (3.0), II. Orden de prestación del servicio, proveniente de la función de Procesamiento de Órdenes (1.0) ó III. Reporte de Margen Bruto, proveniente también de la función de Procesamiento de Órdenes (1.0), identificadas con el numeral para determinar la prioridad en la ejecución.

La información que contiene la prestación del servicio en relación al plan (I) permite a la empresa programar las actividades relacionadas con la distribución del servicio de acuerdo con la disponibilidad de la misma para ofertarlo. Para ello se requiere, además de la información generada dentro de la función, del inventario de los servicios prestados, manejado por la función de Control de Inventario de Servicios (7.0), y de la capacidad para la prestación del servicio, manejado por la función de Control para la Prestación del Servicio (3.0), a las cuales se les hace la respectiva solicitud de la información. Una vez son enviadas las solicitudes, el programa entra en estado de ESPERA, pudiendo dar paso a las entradas de información en cola para la ejecución de otras actividades paralelas a ésta. En caso de obtenerse respuesta inmediata, se determina, de acuerdo con la información recibida de las funciones correspondientes, si existe disponibilidad o no para la prestación del servicio, dando respuesta a la solicitud de disponibilidad enviada desde la función de Procesamiento de Órdenes (1.0), que permanecía en estado de ESPERA hasta este momento. En caso de que no se cuente con la disponibilidad para la prestación del servicio, el programa vuelve al estado de ESPERA, hasta que se determine lo contrario.

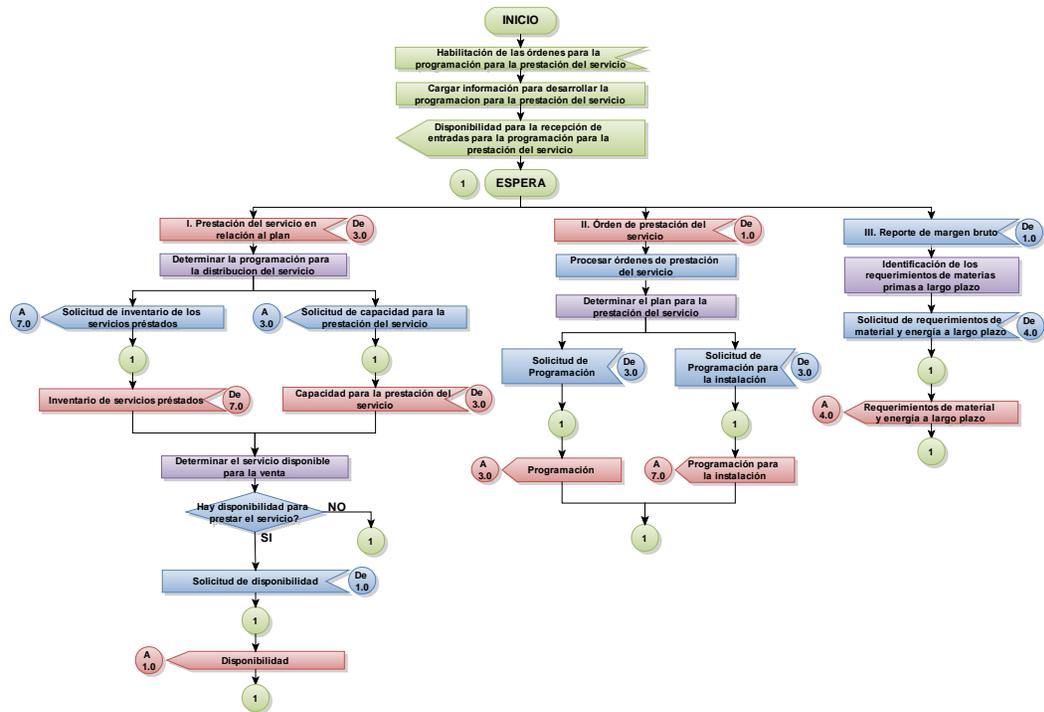
La entrada de información referente a las Órdenes de Prestación del Servicio provenientes de la función de Procesamiento de Órdenes (1.0) permite, dentro de la función de Programación para la Prestación del Servicio (2.0), determinar cuáles son las actividades que desarrollar para lograr ejecutar dichas órdenes, permitiendo de este modo determina el Plan que seguir para su cumplimiento y dar respuesta después del proceso de ESPERA a las solicitudes de Programación y Programación para la instalación, presentadas por la función de Control para al Prestación del Servicio (3.0) y por la función de Control de Inventario respectivamente, para poder desarrollar las actividades que dentro de éstas requieren de la información.

Finalmente, una vez el programa envía la información solicitada por las funciones antes descritas, se inicia la ejecución dentro de la función de Programación (2.0), de las tareas generadas a partir del ingreso de los datos referentes al Margen Bruto (III) provenientes de la función de Procesamiento de Órdenes (1.0), como lo es la Identificación de Requerimientos de Materias Primas a Largo Plazo, dando respuesta a la solicitud generada por la función de Control de Material y Energía, que se encuentra en estado de ESPERA hasta este momento.

Una vez culmina la ejecución de las actividades de envío de requerimientos hacia la función de Control de Material y Energía (4.0), el programa regresa al estado de ESPERA para dar paso a la ejecución de la tarea que se encuentre en cola de acuerdo con la

prioridad establecida, siempre y cuando cumpla con todos los ingresos de información necesarios para continuar con la secuencia determinada, y poder cerrar el ciclo que se culmina con la determinación de la forma de programar el desarrollo de las acciones del proceso de prestación del servicio.

**Figura 21** - Diagrama de flujo – Función Programación para la prestación del servicio (2.0)



Fuente: Propia

En el Anexo D se continúa con la exposición de los diagramas de flujo del resto de las funciones correspondientes al modelo de funcional de flujo de datos resultante para empresas prestadoras de servicios.

## **5. RESULTADOS DE LA ADECUACIÓN DEL MODELO DE INTEGRACIÓN EMPRESARIAL INALÁMBRICO EN LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO**

Una vez concluida la adecuación de cada uno de los modelos dados por el estándar de integración SP95 para ser aplicados en empresas prestadoras de servicios, se procedió a realizar la aplicación en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán tomada como caso de estudio para el presente proyecto.

A continuación se expone el desarrollo de cada uno de los modelos de acuerdo con el modo de funcionamiento y/o operación de la empresa expuesto en el numeral 3.2 del presente documento.

### **5.1. MODELOS JERÁRQUICOS**

**5.1.1. Jerarquía de programación y control.** A partir del análisis de cada una de las actividades identificadas por el estándar para los niveles 3 y 4, es posible realizar la estructuración de estos niveles en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán. De acuerdo con la jerarquía organizacional de la empresa, ésta se encuentra dividida en secciones, divisiones, subgerencias, gerencia y otras dependencias necesarias para su óptimo funcionamiento y cada una de las dependencias cumple con funciones propias dentro del proceso de prestación del servicio. Con base en estas funciones y en las actividades dadas por el estándar, fue posible identificar a qué nivel pertenece cada una de éstas, obteniendo como resultado la división de la empresa en los niveles 3 y 4 propuestos en el estándar.

#### **Nivel 4**

- Sección de tesorería
- Sección de contabilidad
- Sección de presupuesto
- División de planeación y estudios
- División financiera
- División integral al usuario
- División de control interno
- Subgerencia administrativa y financiera
- Subgerencia técnico operativa
- GerenciaAsesoría jurídica

### **Nivel 3**

- ▮ Sección de almacén
- ▮ División de relaciones industriales
- ▮ División comercial
- ▮ División de acueducto
- ▮ División de alcantarillado
- ▮ División de medición y control de pérdidas
- ▮ División de producción

A partir del análisis se encontró que dentro de la empresa existen divisiones que realizan tareas que se hacen parte tanto del nivel 3 como del nivel 4; por tanto, no fue posible incluirlas dentro de la clasificación anterior. Éstas son:

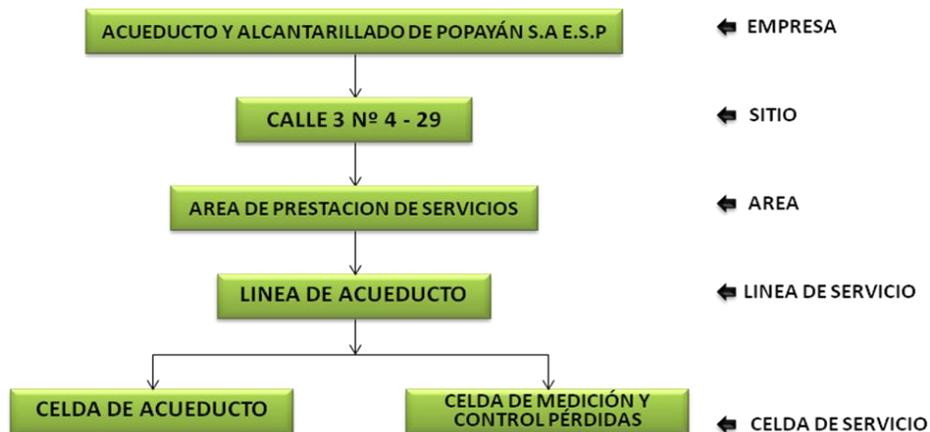
- ▮ División ambiental
- ▮ División de sistemas

#### **5.1.2. Jerarquía de equipos**

De acuerdo con el modelo jerárquico de equipos expuesto en la Figura 13 se realizó la aplicación para la empresa caso de estudio.

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán ha determinado cuáles son los servicios que como empresa pueden brindar a los usuarios de los servicios públicos domiciliarios. Está representada en el sitio de funcionamiento de la misma ubicado en el centro histórico de la ciudad de Popayán; para poder garantizar el óptimo funcionamiento empresarial, el sitio contiene una o más áreas distribuidas en diferentes puntos de la ciudad; entre éstas se tiene el área de producción, conformada por dos plantas de tratamiento encargadas de proporcionar las cantidades de agua potable requeridas en toda la ciudad, ubicadas en puntos estratégicos de la misma, y el área de prestación de servicios, que se encarga del manejo de todo lo referente al proceso de información, distribución e instalación de los servicios que presta la empresa; dentro de éstas áreas se encuentran involucradas tres líneas de servicio: línea de acueducto, línea de alcantarillado y línea de mantenimiento de pozos sépticos; para el caso de estudio sólo se menciona la línea de acueducto, como puede apreciarse en la Figura 4. Finalmente, cada línea contiene una o más celdas de servicio, que se encargan de desarrollar las actividades finales para proporcionar el servicio brindado; en el caso en particular, las celdas de acueducto y medición y control de pérdidas, a pesar de ser independientes una de la otra, cumplen con la tarea de instalación del servicio de acueducto, distribuyendo entre ellas las funciones que del proceso resultan, como ya se ha mencionado antes.

**Figura 22** - Aplicación del modelo jerárquico de equipos resultante a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán



Fuente: Propia

## 5.2. MODELO FUNCIONAL

A continuación se describe el modo de ejecución de cada una de las 12 funciones del modelo resultante para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

**5.2.1. Procesamiento de órdenes.** Las funciones generales del procesamiento de órdenes dentro de la empresa caso de estudio hacen referencia e incluyen:

### Manejo de órdenes del consumidor, aprobación y confirmación

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, el procesamiento de órdenes inicia con la solicitud del servicio de acueducto y alcantarillado presentado por los usuarios; esta solicitud es remitida a los departamentos de acueducto y alcantarillado para que realicen el respectivo estudio de viabilidad de acuerdo con los lineamientos que estipula la empresa para posteriormente impartir la orden de instalación del servicio. El proceso de instalación del servicio es realizado por la división de control y medición de pérdidas, que reciben la orden de instalación.

En condiciones ideales, cada vez que se inicia una construcción, el usuario debe presentar a la empresa la solicitud para que ésta imparta la orden de instalación provisional del servicio y, una vez culminada, se proceda a la instalación definitiva. Cuando esto no sucede y se detectan usuarios ilegales, se pasa un reporte a esta división e inmediatamente se imparte una orden de revisión, que consiste en una visita programada por la empresa al sitio donde se haya hecho la detección, para

posteriormente realizar la instalación del medidor y cobrar por promedio el consumo que se haya dado hasta la fecha.

#### ● **Pronóstico de ventas**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán implementa técnicas estadísticas para determinar el crecimiento de viviendas en el sector urbano, y así establece la tendencia de la cantidad de servicios a prestar en determinando tiempo.

#### ● **Manejo de reserva y desviación**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán el manejo de reserva y desviación aplica cada vez que se requiere realizar modificaciones en las redes de distribución generando el consumo extra de elementos y/o reservas de modo que se logre garantizar la óptima prestación del servicio.

#### ● **Reporte de margen bruto**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, los reportes de margen bruto hacen referencia a los cálculos de consumo realizados por cada una de las dependencias en cuanto a insumos, materiales, energía, etc., requeridos en el desarrollo del proceso de prestación del servicio, que son entregados a la división correspondiente para lograr mantener actualizado el inventario de la empresa en relación a la totalidad del servicio prestado.

#### ● **Determinación de las órdenes para la prestación del servicio**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, una vez se ha realizado y aprobado el estudio de viabilidad para la prestación del servicio, se envía la orden a las dependencias de Acueducto y Alcantarillado para que proporcionen el servicio a quien lo haya solicitado.

La división de acueducto debe tener en cuenta, para expedir la orden de aceptación, poder cumplir con la distribución de agua potable en forma continúa desde de la planta de tratamiento hasta los tanques de almacenamiento, el transporte y distribución por el sistema matriz, el sistema secundario y los sistemas independientes. [15]

La división de alcantarillado debe tener en cuenta, para expedir la orden de aceptación, poder cumplir con la canalización y recolección de aguas residuales y aguas lluvias por el

sistema de colectores principales y secundarios para garantizar un buen servicio a la comunidad. [15]

**5.2.2. Programación para la prestación del servicio.** Las funciones generales de la programación para la prestación del servicio dentro de la empresa caso de estudio hacen referencia e incluyen:

■ **Determinar el plan para la prestación del servicio**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán cada una de las dependencias realiza en los últimos meses del año su plan de acción para el año próximo, con base en los gastos registrados, necesidades que presenten y proyectos por ejecutar; a partir de éste, se determina la asignación de personal, actividades, requerimientos de material, energía, etc., con el fin de prestar un servicio de óptima calidad.

■ **Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo**

De modo general en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, a partir del resultado positivo arrojado por los indicadores de gestión, se realizan proyecciones que permitan ampliar la prestación del servicio; dentro de éstas se tiene el plan de construcción del nuevo acueducto en la zona norte de la ciudad, con el que se espera lograr cumplir con el abastecimiento continuo a toda la población de la ciudad de Popayán.

Dentro de la empresa, cada una de las divisiones maneja un promedio de la cantidad de materias primas que requiere para el desarrollo de sus actividades y el cumplimiento del programa de producción (plan de acción) realizado a un año; generalmente éste es material de oficina.

Las divisiones de acueducto y alcantarillado, por su parte, manejan dentro de su plan de acción el inventario de redes de acueducto y alcantarillado, de modo que se logre pronosticar la cantidad de materiales y herramientas que se requiere para posibles ampliaciones, reposiciones de las redes e instalaciones del servicio.

La división de almacén es la encargada dentro de la empresa del recepcionamiento de las solicitudes de materia prima hechas por cada una de las divisiones y del posterior proceso de selección de proveedores a través de la oficina de compras, que realiza funciones de apoyo a esta división.

## ■ **Determinar el programa para la distribución del servicio**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán tiene distribuida por toda la ciudad diferentes redes para garantizar la prestación del servicio en todos los sectores; sin embargo, se presentan inconvenientes en los lugares que se ubican a distancias y alturas determinadas de las redes de distribución, por lo que se hace necesario replantear los métodos y programación establecidos por la empresa para el proceso de instalación del servicios.

## ■ **Determinar el servicio disponible para la venta**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, además de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, se ofrece el servicio de control y mantenimiento a pozos sépticos; esto en razón que la empresa no alcanza a cubrir al 100% con el servicio de alcantarillado a la ciudad de Popayán, por lo que se hace necesario la construcción de éstos en algunas zonas. El servicio de Aseo que se registra en las facturas de cobro es un servicio externo a la empresa, ya que es responsabilidad de la administración municipal.

La información generada o modificada para las funciones de programación para la prestación del servicio y su respectiva interpretación para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se exponen en el Anexo E ítem 1.1.

**5.2.3. Control en la prestación del servicio (3.0).** En cuanto a la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado se refiere, la empresa lleva el control que garantiza el servicio continuo de agua potable, asegurando el funcionamiento continuo de todos los elementos constitutivos del sistema y garantiza un buen servicio de canalización y recolección de aguas residuales y aguas lluvias por el sistema de colectores. [15]

Las funciones generales de control en la prestación del servicio dentro de la empresa caso de estudio, hacen referencia e incluyen:

## ■ **Control de los métodos implementados para la prestación del servicio de acuerdo con la programación y los estándares de prestación del servicio**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán esta subfunción hace referencia al proceso de verificación que cada división realiza una vez es adjudicado el servicio, permitiendo de esta forma realizar las tareas de control correspondientes, de modo que se logre verificar el desarrollo de los métodos de acuerdo con la programación y los estándares fijados por la empresa, garantizando la optima prestación del servicio.

#### ▀ **Ingeniería de planta y actualización de los planes de proceso, etc.**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán esta subfunción no se lleva a cabo ya que no tienen ningún tipo de competencia y la producción con la que actualmente cuentan no está al 100%.

#### ▀ **Expedición de requerimientos para materias primas**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán esta función se ejecuta a partir del plan de acción que desarrolla cada una de las dependencias; éste es entregado a la sección de almacén, que es la encargada de realizar, mediante el departamento de compras, las solicitudes de materiales e insumos a los proveedores y llevar el control al respecto.

#### ▀ **Generación de reportes de desempeño y costos**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán a través de la oficina de atención integral al usuario, recepciona una gran cantidad de información que le permite mediante el adecuado uso de ésta, determinar el desempeño de la empresa en cuanto a la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado se refiere y un cálculo aproximado de algunos de los costos que por el servicio se generan. Por otra parte, una vez llega y se tramita dentro de la empresa una solicitud de servicio, es posible determinar los costos generados a lo largo del proceso, pues cada una de las divisiones que intervienen, entregan un informe en el que se contiene además de la verificación del cumplimiento de sus funciones, un reporte de los gastos generados en el desarrollo de las mismas.

#### ▀ **Evaluación de restricciones para capacidad y calidad**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, a partir de la evaluación realizada estándares fijados por la superintendencia de servicios públicos domiciliarios, logra determinar que actualmente cuenta con la capacidad suficiente para abastecer a la ciudad de Popayán cumpliendo con todas las normas que para la prestación del servicio son exigidas.

#### ▀ **Auto-pruebas y diagnósticos del equipo para la prestación del servicio y control**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán no se implementa ningún tipo de evaluación y/o control en cuanto al desempeño del personal que en ella labora; generalmente el personal ha sido capacitado por el SENA y en su gran mayoría han obtenido certificaciones que los acreditan para desarrollar determinadas actividades

dentro de la empresa, pero como se mencionó, aparte de la presentación de los certificados, no se realiza ningún tipo de proceso que permita corroborar la certificación dada.

En cuanto a los equipos que son utilizados para ejecutar las tareas de instalación y mantenimiento del servicio se refiere, la empresa programa la realización de mantenimiento preventivo y correctivo de éstos de acuerdo con las horas de utilización; de igual manera, se realiza el mantenimiento a los vehículos que para el transporte de funcionarios, operadores y equipos se utilizan. Estas pruebas de desempeño de los equipos se practican bajo la autorización de la división de producción de la empresa y están a cargo del jefe de taller.

- **Creación de estándares para la prestación del servicio e instrucciones para SOP's (Procedimientos de Operación Estándar), récipes y manejo de equipo para equipo de procesamiento específico**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se maneja un manual de procedimientos por dependencia; en éste se expone el proceso que desarrollar y las tareas y actividades que para su ejecución se programan.

Las funciones principales en el Control para la prestación del servicio incluyen Ingeniería de Soporte de Proceso, Control de Operaciones y Planificación de Operaciones.

**5.2.3.1. Ingeniería de Soporte de Proceso.** Las funciones de ingeniería de soporte de proceso dentro de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán hacen referencia e incluyen:

- **Expedir peticiones para modificación o mantenimiento**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se recibe por parte de los usuarios reportes ante la oficina de atención al usuario o vía telefónica de fugas, rompimiento de vías, tuberías, taponamiento de alcantarillas, etc.; con los reportes recibidos, la oficina de atención al usuario envía personal a la zona reportada para que realicen una verificación del reporte recibido; una vez confirmado el daño reportado, se envía la respectiva notificación a la división que corresponda para que den solución al inconveniente presentado. Internamente cada dependencia realiza la programación de actividades de mantenimiento y da solución a los inconvenientes presentados.

### ■ **Coordinar el mantenimiento y funciones de ingeniería**

El mantenimiento en la parte de servicio de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán es realizado a las redes de distribución y a la maquinaria que para la correcta ejecución de éste se requiere; generalmente, cuando un operario empieza a detectar fallas en las herramientas y/o maquinaria de trabajo, debe presentar la solicitud de mantenimiento ante el jefe de planta que es el encargado de expedir las órdenes de mantenimiento.

Por otra parte, en el desarrollo de las funciones administrativas de la empresa se requiere del mantenimiento a los sistemas de información que manejan; este tipo de mantenimiento es ejecutado por la división de sistemas de la empresa, que, además de lo mencionado, debe realizar mantenimiento a las bases de datos y a los equipos con los que cuenta la empresa. Otra de las funciones de esta división es la de estar actualizados en cuanto a desarrollo tecnológico con el fin de que puedan presentar sugerencias que permitan la optimización de los procesos que dentro de la empresa se ejecutan.

### ■ **Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y función de mantenimiento**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán el encargado de realizar el mantenimiento es el jefe de taller, como ya se ha mencionado; para el desarrollo de las actividades de mantenimiento éste se basa en los conocimientos que con la práctica ha adquirido a través del tiempo y en algunas ocasiones de los manuales de operación de los equipos. En cuanto al mantenimiento de la información, como ya se mencionó, es desarrollado por personal de la división de sistemas de la empresa.

### ■ **Investigar sobre desempeño de equipo y proceso**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán no existe ningún área o dependencia que se encargue de realizar investigaciones relacionadas con el funcionamiento de la empresa ni de evaluar los resultados obtenidos al respecto.

### ■ **Brindar soporte técnico a operadores**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán el proceso de instalación del servicio es realizado por contratistas, es decir, personal ajeno a la empresa; por esta razón, la empresa se encarga de capacitar y corroborar la experiencia técnica de los operarios contratados para dicho fin.

## ▮ Investigar sobre desarrollos tecnológicos

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, como ya se mencionó, no se realizan investigaciones que permitan la optimización de los recursos, estrategias y/o métodos de comercialización en pro del mejoramiento en la prestación del servicio y de la captación de nuevos usuarios, esta última en razón de que la empresa es la única que presta el servicio en la ciudad.

Las modificaciones de información para ser usada en las otras funciones de control generadas por las funciones de ingeniería de soporte de proceso y su respectiva interpretación para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se exponen en el Anexo E ítem 1.2.1.

**5.2.3.2. Control de Operaciones.** Las funciones de control para la prestación del servicio aplicadas a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán hacen referencia e incluyen:

## ▮ Prestar el servicio de acuerdo con el programa y las especificaciones

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, cada una de las divisiones está comprometida u obligada a cumplir con el plan de acción presentado en el transcurso del año.

## ▮ Reportar información sobre el proceso de prestación del servicio y los recursos

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se cuenta con la oficina de control interno, que son los encargados de solicitar reportes trimestrales del cumplimiento de las actividades programadas en el plan de acción de cada una de las dependencias de la empresa; si por alguna razón el cumplimiento de los objetivos se encuentra muy desfasado es necesario presentar un replanteamiento del plan de acción, de modo que las nuevas metas que se tracen sean realizables. Paralelo a este tipo de reportes, y con toda la información recibida de cada una de las divisiones de la empresa, la oficina de control interno se encarga de presentar el respectivo reporte a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

## ▮ Monitorear equipos, validar medidas operacionales y determinar la necesidad de mantenimiento

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán cuenta en la planta de tratamiento de El Tablazo con un área de taller en la que el jefe de éste es el encargado de realizar

las tareas de monitoreo, seguimiento y mantenimiento a los equipos, maquinaria, vehículos y demás elementos que se hacen necesarios para la óptima, eficiente y oportuna prestación del servicio. En cuanto a las redes de distribución se refiere, las divisiones de acueducto y alcantarillado son las directas responsables del mantenimiento que periódicamente debe realizarse a éstas para garantizar la óptima prestación del servicio.

■ **Preparar el equipo para mantenimiento y devolverlo a servicio después del mantenimiento**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado cuenta para la prestación del servicio con maquinaria que debe ser sometida periódicamente a procesos de mantenimiento a partir de las órdenes dadas, ya sean por solicitud de los operarios o por el cumplimiento del programa de mantenimiento establecido por la división de taller. Como ya se mencionó antes, dentro del programa de mantenimiento que la empresa diseña en sus diferentes divisiones, se incluyen las operaciones que para el buen funcionamiento de las redes de distribución deben ser desarrolladas por las divisiones de acueducto y alcantarillado.

Paralelo al programa de mantenimiento que garantiza el buen desempeño de maquinaria y equipo, la empresa ejecuta planes de mejoramiento en la prestación del servicio.

■ **Realizar diagnósticos y autochequeos en la forma de prestación del servicio y equipo de control**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán no se implementa ningún tipo de estrategia que permita evaluar el desempeño del personal que en ella labora, es decir, no se efectúa ningún tipo de control sobre el comportamiento de los funcionarios en el desarrollo de sus funciones.

■ **Balancear y optimizar la prestación del servicio dentro del sitio o área**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán actualmente y mediante el diseño de encuestas publicadas en las facturas de cobro, se intenta conocer la opinión de los clientes en cuanto a la forma en que están gozando del servicio que la empresa brinda, pero hasta ahora no se han obtenido los resultados esperados, ya que la población no ha respondido al método implementado por la empresa.

- ▮ **Puede incluir administración de labor de sitio o área y manejo de documentación**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán cada una de las divisiones y secciones son autónomas en la información que manejan y sólo están obligadas a brindar reportes a la oficina de control interno cuando ellos lo requieran o a los órganos reguladores por parte del Estado. En cuanto al desarrollo de las funciones de las personas se refiere, cada sección dentro de la empresa está regulada por una división, y cada división por una subgerencia; de este modo, se garantiza la correcta administración de tareas dentro de la empresa.

Las modificaciones de información para ser usada en las otras funciones de control debidas a las funciones de control de operaciones y su respectiva interpretación para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se exponen en el Anexo E ítem 1.2.2.

**5.2.3.3. Planificación de Operaciones.** Las funciones de planificación de operaciones dentro de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán hacen referencia e incluyen:

- ▮ **Establecer un plan para la prestación del servicio a corto plazo basado en el programa general de la empresa**

En la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán esta subfunción aplica en los replanteamientos al plan de acción que deben realizarse para lograr dar cumplimiento a los objetivos trazados por cada una de las divisiones de la empresa y a las programaciones a corto plazo que por solicitudes del servicio deben ser programadas.

- ▮ **Chequear la programación frente a disponibilidad de materia prima y capacidad de almacenamiento del servicio**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán realiza un chequeo en la programación de adjudicación e instalación del servicio de acuerdo con la disponibilidad de la empresa para la prestación del servicio; esto es, verificar al día si la programación permite o no realizar nuevas instalaciones de acuerdo con la disponibilidad con que se cuenta para brindar el servicio.

- ▮ **Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, buscando garantizar la óptima prestación del servicio, realiza constantes chequeos a los equipos y al desempeño del

personal que intervienen en el desarrollo de los procesos de instalación del servicio, asegurando la disponibilidad permanente de ambos factores de acuerdo con la programación establecida.

#### ■ **Determinar el porcentaje de estado de capacidad**

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán determina a través de porcentajes los alcances obtenidos anualmente en cuanto a prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado se refiere; actualmente cuentan con un porcentaje en cuanto a la capacidad de prestación del servicio de acueducto del 98% y de alcantarillado del 96% aproximadamente, para cobertura de la ciudad de Popayán.

#### ■ **Modificar el plan para la prestación del servicio cada hora para contemplar salidas de equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas**

Como se mencionó anteriormente, esta subfunción en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán aplica cuando llegan a la empresa nuevas solicitudes del servicio y se hace necesario registrar la salida de equipos, personal y material.

Las modificaciones de información para ser usada en las otras funciones de control debidas a la planificación de operaciones y su respectiva interpretación para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se exponen en el Anexo E ítem 1.2.3.

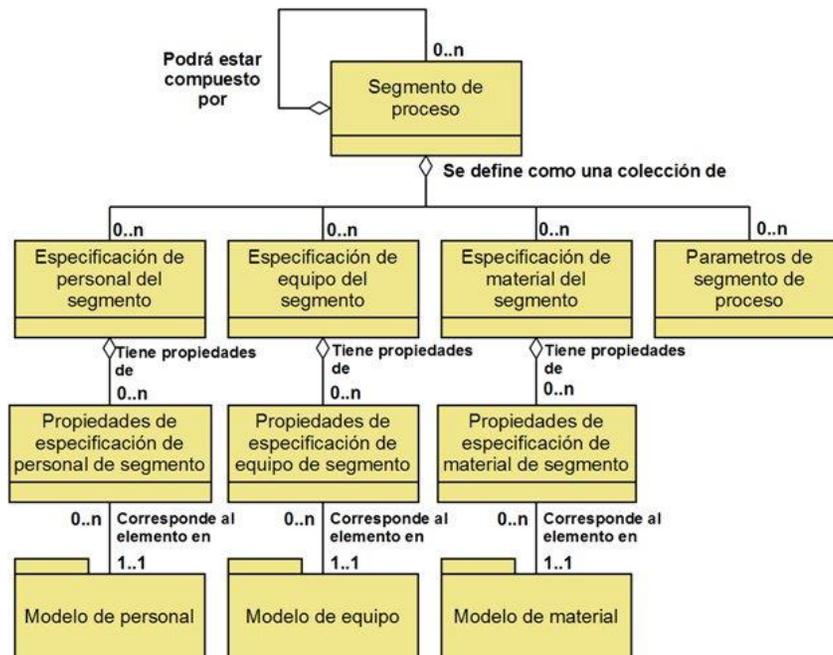
Todas las interpretaciones realizadas para cada una de las funciones, a partir de la función de Control de material y energía (4.0) en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, continúan exponiéndose en el Anexo E a partir del ítem 1.3.

### **5.3. MODELO DE OBJETOS**

A partir del modelo de objetos resultante para ser aplicado a las empresas de servicios públicos, se realiza la aplicación a la empresa caso de estudio de tres de los modelos resultantes como se exponen a continuación. La escogencia de los modelos que van a ser aplicados se realizó con base en las modificaciones totales del modelo de objetos, es decir, sólo se realiza la aplicación de los modelos que se considera presentaron mayor sentido en la interpretación para ser aplicables a empresas prestadoras de servicios.

### 5.3.1. Segmento de prestación del servicio

Figura 23 - Modelo de segmento de prestación del servicio



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

El desarrollo del modelo de segmento de proceso para el caso de estudio permite definir de forma más exacta los pasos que deben ser ejecutados en cada una de las etapas del proceso de prestación del servicio de acueducto, facilitando el cálculo de requerimientos de materiales, equipos y personal en cada una de ellas, de acuerdo con sus necesidades.

Para desarrollar el modelo expuesto en la Figura 20, se llevará a cabo los siguientes pasos:

1. Identificar los segmentos de procesos.
2. Identificar los parámetros requeridos para cada uno de los segmentos identificados.
3. Identificar las dependencias existentes entre los segmentos de procesos.
4. Especificar personal, material y equipo para cada uno de los segmentos de proceso.
5. Especificar las propiedades de personal, material y equipo de cada uno de los segmentos antes mencionados.

## ■ **Identificación de los segmentos de proceso**

Con base en el desarrollo de las actividades desarrolladas en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán para la prestación del servicio de acueducto, pueden identificarse 6 segmentos de proceso: Solicitud, Tramitación, Adjudicación, Instalación, Administración de información y Generación de reportes de la prestación del servicio.

## ■ **Identificación de los parámetros de segmento de proceso**

Para cada uno de los segmentos identificados se determinaron los siguientes parámetros:

### ■ **Recepción**

- Código de solicitud
- Número del reclamo
- Nombre del usuario
- Dirección
- Estrato

### ■ **Tramitación**

- Dirección de la solicitud
- Presión requerida por el usuario
- Tipo del servicio

### ■ **Adjudicación**

- Fecha para la instalación del servicio
- Tipo del servicio
- Especificación de la lista de materiales

### ■ **Instalación**

- Dirección
- Nombre del operario instalador

## ■ **Administración de información**

- Datos del usuario
- Número de matrícula
- Lectura del medidor

## ■ **Generación de reportes de la prestación del servicio**

- Cédula del usuario
- Dirección
- Nombre del usuario
- Valor cargo fijo acueducto
- Valor cargo fijo alcantarillado
- Periodo facturado
- Consumo
- Tipo de cobro
- Medidor
- Valor a pagar

## ■ **Identificación de la dependencia entre los segmentos**

Una vez identificados cada uno de los segmentos que determinan el proceso de prestación del servicio de acueducto para la empresa caso de estudio, se determinó que son dependientes unos de otros secuencialmente, es decir, para poder que se ejecuten las tareas y/o actividades propias de cada segmento debe haberse ejecutado el segmento inmediatamente anterior, por lo menos una vez a lo largo de todo el proceso de prestación del servicio, como se expone a continuación:

- **Recepción:** Segmento de inicio.
- **Tramitación:** Una vez inicia el proceso con la solicitud del cliente, se ejecuta el segmento de tramitación.
- **Adjudicación:** Una vez se desarrollan las actividades propias del segmento de tramitación, se inicia con la ejecución del segmento de adjudicación del servicio.
- **Instalación:** Como resultado del segmento de adjudicación se obtiene la orden de instalación del servicio, que es el recurso necesario para iniciar con la ejecución del segmento de instalación.

- **Administración de información:** Del correcto desarrollo de las actividades del segmento de instalación se obtiene la información necesaria para realizar los respectivos registros en el sistema SINAP de la empresa, que es el que reúne todos los datos que en la empresa se requieren para su correcto funcionamiento.
  - **Generación de reportes de prestación del servicio:** Para que este segmento pueda ser ejecutado, deben haberse ejecutado por lo menos una vez todas los segmentos antes mencionados de forma secuencial como ha sido descrito.
- ▮ **Especificación de personal, material y equipo para cada uno de los segmentos de proceso identificados.**

Como se mencionó antes, existen conceptos como el de material, que no son aplicables para todas las etapas del proceso de prestación del servicio de acueducto y, por ende, para todos los segmentos de proceso identificados. A continuación se describe de forma general el personal del segmento, material del segmento y equipo del segmento para los segmentos en que apliquen.

▮ **Recepción**

- Personal del segmento

Dentro del segmento de recepción, se requiere de personas que realizan las tareas de la división de atención integral al usuario, reciben quejas, reclamos, solicitudes, etc.

- Equipo del segmento

Para el eficiente desarrollo de las actividades asignadas, a cada uno los operarios de esta división se les han asignado los equipos de oficina necesarios, entre los que se destacan computadores, teléfonos, fax, etc.

- Material del segmento

En este segmento, los materiales empleados para la ejecución de las actividades son formularios de solicitud, formularios de quejas, papelería, tinta, etc.

▮ **Propiedades de especificación de segmento de personal**

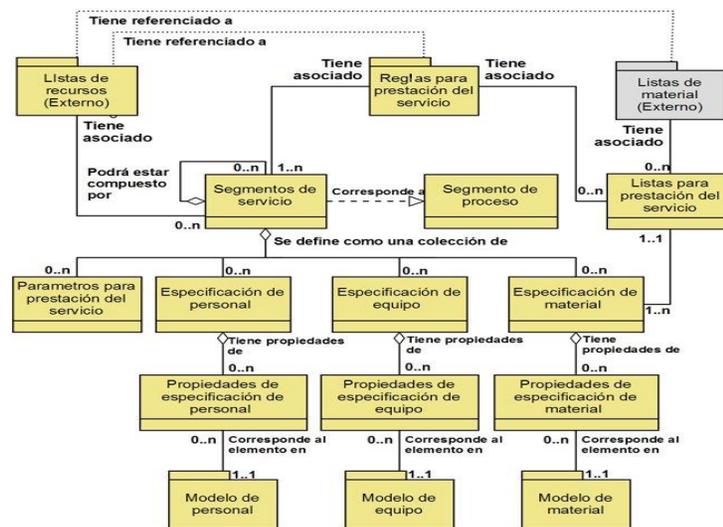
En cuanto al personal se refiere, en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, como se ha mencionado antes, se cuenta con el personal idóneo para cada puesto de trabajo generado en la empresa; éste debe someterse a pruebas psicotécnicas

para poder aspirar a los cargos antes mencionados y, una vez dentro de la empresa, deben poder certificar los estudios realizados mediante la presentación de los créditos otorgados por el SENA.

En el Anexo F ítem 1.1.2, se continúa con las propiedades de especificación de material y equipo.

### 5.3.2. Modelo de definición de servicio

Figura 24 - Modelo de definición de servicio



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

El desarrollar el modelo de definición del servicio para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán permite establecer apropiadamente la manera de ejecutar la prestación de cada uno de los servicios que la empresa ofrece a la comunidad, (acueducto, alcantarillado, mantenimiento de pozos sépticos), especificando los pasos que ejecutar y los recursos involucrados para dichos procesos, de acuerdo con las reglas para la prestación del servicio estipuladas por la empresa.

A continuación se muestra el desarrollo de la aplicación del modelo de segmento del servicio de acueducto para la empresa caso de estudio; los servicios de alcantarillado y mantenimiento de pozos sépticos no han sido considerados en el proceso de aplicación y/o desarrollo del modelo.

Para desarrollar el modelo expuesto en la Figura 21, se llevarán a cabo los siguientes pasos:

1. Identificar los campos del modelo aplicables a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
2. Identificar los segmentos de servicio.
3. Analizar los manuales de procedimiento de la empresa, de modo que se logren identificar las reglas para la prestación del servicio de acueducto.
4. Especificar las cantidades exactas de materiales requeridos en el proceso de prestación del servicio de acueducto.

**5.3.2.1. Identificación de los campos aplicables.** Del modelo expuesto en la Figura 21 en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán sólo son aplicables los campos de segmentos de producto, reglas de producción del producto, listas de manufactura y parámetros de producción, que para el caso de empresas prestadoras de servicios recibirían los nombres de segmentos de servicio, reglas para la prestación del servicio, listas y parámetros para la prestación del servicio.

El campo de lista de recursos externos dentro del desarrollo de los segmentos de servicio identificados en la empresa hacen referencia al conjunto de solicitudes de los diferentes recursos que cada una de las divisiones presenta ante la división correspondiente, para poder cumplir con el desarrollo de sus actividades; todos estos recursos ingresan a la empresa de diversos proveedores, que como se ha mencionado, conocen los requerimientos exigidos por la empresa para cada uno de los diferentes productos que en el desarrollo de las funciones de prestación del servicio de acueducto requieren.

Con base en la aclaración dada para el concepto de material dentro de la empresa, el campo de lista de materiales externos no se tiene en cuenta para la aplicación del modelo, en primera medida porque no se realiza un estudio preciso de los materiales manejados en cada uno de los segmentos de proceso que intervienen en la prestación del servicio; como puede apreciarse, sólo se profundiza en la etapa de instalación del servicio. En segunda instancia, dentro de la planeación anual manejada por la empresa están muy bien calculadas las cantidades de material requeridas y los proveedores seleccionados por la empresa para el suministro de los mismos, siendo innecesarias las solicitudes de materiales a proveedores ajenos al funcionamiento de la empresa.

En cuanto a la aplicación de los campos de especificaciones de personal, equipo y materiales se refiere, en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, a diferencia del modo de ejecución de los segmentos de proceso, no se tiene definido con exactitud la cantidad de personal, equipos y materiales y propiedades de los mismos, requeridas para el desarrollo de cada uno de los segmentos de servicio identificados en la empresa, ya que dependiendo del tipo de servicio solicitado, periodo del año, extensión del terreno, condiciones climáticas, entre otros factores, éstos son modificados constantemente. Sin embargo, cabe mencionar que la empresa cuenta con los

requerimientos de personal, equipo y materiales base para garantizar el correcto desempeño de las funciones.

**5.3.2.2. Identificación de los segmentos de servicio.** De acuerdo con el manejo dado por el estándar SP95, los segmentos de producto mapean en los segmentos de proceso. [2] De acuerdo con la adaptación de los conceptos para ser aplicables a las empresas prestadoras de servicios propuesta, los segmentos de servicio representan el producto resultante de la ejecución de cada uno de los segmentos de proceso que finalmente garantizan la óptima prestación del servicio.

Visto de este modo, en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, para cada segmento de proceso se identifican los segmentos de servicio expuestos en la Tabla 7.

**Tabla 7** - Relación entre los segmentos de proceso y los segmentos de servicio en la empresa caso de estudio

<b>SEGMENTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO</b>	<b>SEGMENTO DE GENERACIÓN DEL SERVICIO</b>
Recepción	Solicitud del servicio
Tramitación	Aceptación o rechazo de la solicitud del servicio
Adjudicación	Orden para la instalación del servicio
Instalación	Establecimiento del servicio solicitado
Administración de la información	Historial del cliente
Generación de reportes de la prestación del servicio	Factura de cobro

Fuente: propia.

**5.3.2.3. Identificación de las reglas para la prestación del servicio.** Como se mencionó antes, para lograr determinar las reglas de prestación del servicio que delimitan el proceso de prestación del servicio de acueducto es necesario analizar los manuales de procedimiento diseñados por la empresa para cada una de las divisiones que intervienen en el desarrollo de los segmentos de servicio identificados.

De acuerdo con lo establecido por el estándar, cada segmento de producto debe tener asociada una regla de producción del producto; para el caso específico de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, cada segmento de generación del servicio identificado está asociado con uno o más de los manuales de procedimiento diseñados por la empresa para la ejecución de las actividades que el proceso de prestación del servicio de acueducto requiere. A continuación se presenta una propuesta de reglas de

prestación del servicio para algunos de los segmentos de servicio identificados, a partir de la selección de información de los manuales antes mencionados.

■ **Segmento: Solicitud del servicio**

Regla:

1. Diligenciar el formato correspondiente a la inquietud.
2. Cumplir con el listado de requisitos dado por la empresa para los procesos de solicitud del servicio

■ **Segmento: Aceptación o rechazo de la solicitud del servicio**

Regla:

1. Verificar la disponibilidad del servicio de acuerdo con base en los planos de redes.
2. Dar respuesta a la solicitud presentada a la menor brevedad posible

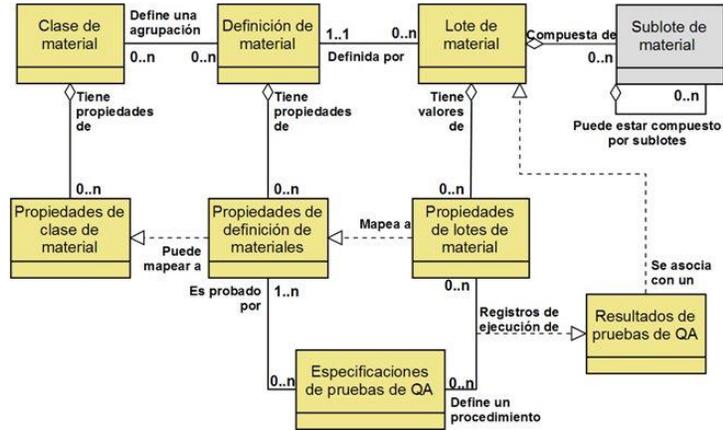
En el Anexo F ítem 1.2.1. se continúa con el proceso de identificación de las reglas para la prestación del servicio.

■ **Especificación de las cantidades exactas de material requerido para el proceso de instalación del servicio de acueducto**

A partir de la información recibida de parte de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, no se tiene un listado exacto de cantidades de material requerido para el proceso de instalación del servicio de acueducto, ya que éstas varían de acuerdo con el tipo de instalación o a las condiciones a las que debe adaptarse el personal que desarrolla el proceso.

### 5.3.3. Modelo de material

Figura 25 - Modelo de objetos de material



Fuente: ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1.

En las empresas prestadoras de servicios, en general, el modelo de material define los materiales con que se cuenta para el desarrollo de tareas de cada una de las etapas dentro del proceso de prestación del servicio; el modelo incluye el inventario de materiales requeridos, resaltando que dentro de la empresa la información de material hace referencia a todo elemento físico necesario para el correcto desarrollo de las actividades que se realizan dentro del proceso de prestación del servicio de acueducto, desde los materiales utilizados en las oficinas, como: papelería, tinta, recibos, formularios, etc., hasta los materiales necesarios en el proceso de instalación del servicio, como: tuberías, soldadura, accesorios, etc.

Para el desarrollo de la aplicación del modelo en el caso específico de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P, sólo se identifican los recursos de material requeridos en el proceso de instalación del servicio domiciliario de acueducto en general.

Como se mencionó antes, los materiales requeridos para el proceso de instalación del servicio de acueducto son:

- Registro de corte
- Adaptador macho PVC
- Adaptador hembra PVC
- Adaptador macho PF+UAD
- Adaptador hembra PF+UAD
- Codo PVC
- Soldadura PVC
- Tubería PF+UAD
- Tubería PVC
- Collar de derivación PVC
- Cinta teflón
- Llave de paso
- Registro incorporación
- Tapón

**5.3.3.1. Definición de material.** La definición de material es el medio para describir elementos con características similares que permite realizar una descripción general de cada uno de los materiales identificados en las operaciones de instalación del servicio de acueducto, contribuyendo con la ejecución de la programación y planificación de los servicios que la empresa caso de estudio presta.

Dentro de la empresa la definición de cada uno de los materiales se realiza detallando el tipo de material y las dimensiones que los materiales deben cumplir para que puedan ser estimados como materiales aptos para ejecuciones de instalación.

Por tanto, la definición de cada uno de los materiales se realiza teniendo en cuenta las tolerancias determinadas para los materiales, las cuales ya están definidas y aceptadas según los requerimientos de la empresa.

**5.3.3.2. Propiedades de definición de materiales.** Proporciona el medio para llevar a cabo una más amplia caracterización de la definición de material. Una definición de material puede ser descrita por medio de la especificación de sus atributos y propiedades.

**5.3.3.3. Clase de materiales.** Son definidas como un medio para ordenar cada uno de los materiales involucrados en el proceso de la instalación del servicio. Una clase de material define el agrupamiento de definiciones de materiales que comparten características similares.

La definición de clases está determinada por la conveniencia y claridad que éstas pueden brindar en la identificación y manejo de materiales, lo cual implica que dicha definición es opcional y que un material podría o no estar asociado a una clase en particular.

**5.3.3.4. Propiedades de Clase de Material.** Proporciona el medio para llevar a cabo una más amplia caracterización de las clases. Una clase puede ser descrita por medio de la definición de sus atributos y propiedades.

**5.3.3.5. Especificaciones de Pruebas de Aseguramiento de la calidad.** Permite especificar las diferentes pruebas de Control de calidad que están asociadas a un material específico. Puede definir pruebas relacionadas con propiedades de clase, definición de material o de lotes de material.

En este sentido, sólo se identifican las pruebas como tal, pero no se detalla lo que incluyen, como: procedimientos, materiales, requerimientos etc.

**5.3.3.6. Resultados de las pruebas de Aseguramiento de la calidad.** Medio para establecer los resultados de las pruebas de aseguramiento de la calidad.

**5.3.3.7. Lotes de material – sublotes de material – Propiedades de los lotes de material.** Contiene la información de cantidades específicas de material, incluyendo valores de las propiedades, estado, unidad de medida y localización. Este tipo de información en la empresa caso de estudio es constantemente actualizada en el sistema SRF (sistema de recursos físicos) de inventarios según varían las propiedades relacionadas.

Las propiedades son el medio para especificar las características del lote, dichas propiedades pueden incluir propiedades de las definiciones de material asociadas y además otras que son específicas y no comunes entre los lotes.

Para el caso de la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P. el término de sublotes de materiales no es manejado, en razón de que la empresa sólo maneja pedidos de material por lotes, para los que dispone de una bodega de almacenamiento en la planta de tratamiento el Tablazo; por esta razón la información relacionada con el concepto de sublotes de material no es incluida en la aplicación.

#### **5.3.3.8. Identificación de las definiciones de material**

##### **Definición de tuberías**

- Definición de tubo PF+UAD

**Nombre:** tubo PF+UAD

**Descripción:** Es una tubería liviana y fácil de instalar, se usa principalmente para conexiones domiciliarias, es flexible y permite curvas de pequeño radio. Inerte a todo tipo de corrosión. No se debe instalar a la intemperie, ya que se degrada con la luz solar. Se usa también con uniones mecánicas de PVC.

- Definición de tubo PVC

**Nombre:** tubo PVC

**Descripción:** Es una tubería liviana y fácil de instalar, es inerte a la corrosión química o por electrólisis. La superficie interior es lisa, lo que permite transportar agua a presión con bajas pérdidas, requiere de protección a la intemperie pues los rayos ultravioleta la degradan perdiendo resistencia. El PVC proporciona alta resistencia a la

tensión y al impacto. La unión entre los tubos se puede hacer con soldadura líquida, utilizando una unión soldada o mediante el sistema de campana y espigo con un empaque de caucho.

En el Anexo F ítem 1.3.1. se continúa con el proceso de identificación de las definiciones de material.

### 5.3.3.9. Identificación de las propiedades de las definiciones de material

#### Propiedad de definición de tuberías

- Propiedad de definición de tubo PF+UAD

**Nombre:** tubo PF+UAD

**Propiedades:**

**Tabla 8** - Propiedad tubo PF+UAD

Diámetro Nominal	Peso aprox (g/m)	D exterior	Espesor de pared	Long en rollos
1/2"	82	0.625"	0.069"	90 mts
3/4"	160	0.875"	0.097"	90 mts

Fuente: propia.

- Propiedad de definición de tubo PVC

**Nombre:** tubo PVC

**Propiedades:** Su longitud es de 6 metros y viene clasificada en siete grupos de acuerdo al RDE (relación Diámetro: Espesor), así:

**Tabla 9** - Propiedad tubo PVC

RDE	PRESION DE TRABAJO (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETROS (Pulg.)
9	50.0	1/2, 3/4
11	40.0	3,4,6,8
13.5	31.5	3,4,6,8,10,12
21	14.06	3 a 16
26	11.25	3 a 16
32.5	8.79	3 a 16
41	7.03	3 a 16

Fuente: propia.

En el Anexo F ítem 1.3.2. se continúa con el proceso de identificación de las propiedades de las definiciones de material.

#### **5.3.3.10. Identificación de las clases de material**

##### **▮ Clase tuberías**

**Descripción:** Pieza hueca, de forma por lo común cilíndrica y generalmente abierta por ambos extremos, destinado a contener o transportar sustancias blandas. Se presentan para conexiones de diferentes diámetros y diferentes materiales; se utiliza para alimentar y distribuir agua potable dentro de una red matriz y acometidas domiciliarias.

En el Anexo F ítem 1.3.3. se continúa con el proceso de identificación de las clases de material.

#### **5.3.3.11. Identificación de las propiedades de las clases de material**

##### **▮ Propiedades de clase tuberías:**

*Diámetro Nominal:* ½" o ¾".

*Uso:* se utilizan en instalaciones hidráulicas para suministro, conducción y distribución de agua potable.

*Tipo de material:* PVC o PF+UAD

En el Anexo F ítem 1.3.4., se continúa con el proceso de identificación de las propiedades de las clases de material.

#### **5.3.3.12. Identificación de los lotes de material**

##### **▮ Lote de tuberías**

- Tubería de PVC

Lote N°:#####

Cantidad lote: 1000 unidades.

Ubicación: Bodega de almacén el Tablazo.

Marca de fábrica: Pavco

- Tubería de PF+UAD

Lote N°:#####

Cantidad lote: 30 rollos de 90 metros.

Ubicación: Bodega de almacén el Tablazo.

Marca de fábrica: Gerfor.

En el Anexo F ítem 1.3.5. se continúa con el proceso de identificación de los lotes de material.

### **5.3.3.13. Identificación de las propiedades de los lotes de material**

#### **▮ Propiedades del lote de tuberías**

- Tubería de PVC  
Diámetro en pulgadas.  
Largo de la en metros.  
Presión de trabajo en psi.
  
- Tubería de PF+UAD  
Diámetro en pulgadas.  
Largo de la en metros.  
Presión de trabajo en psi.

En el Anexo F ítem 1.3.6. se continúa con el proceso de identificación de las propiedades de los lotes de material.

### **5.3.3.14. Identificación de las especificaciones de prueba de QA**

#### **▮ Especificaciones de la prueba de QA de tuberías de PVC o PF+UAD:**

- Comprobar que el diámetro de los tubos es el solicitado.
- Comprobar que el largo del tubo concuerda con lo solicitado.
- Comprobar que la presión de trabajo de los tubos es la solicitada.
- Revisar que los tubos no presenten fracturas y obstrucciones internas.

En el Anexo F ítem 1.3.7. se continúa con el proceso de identificación de las especificaciones de prueba de QA.

**5.3.3.15. Identificación de los resultados de la prueba de QA.** Una vez la empresa ha realizado las pruebas de calidad a cada lote que esta adquiere se generan unos resultados que indican el estado de cada lote de material que son los siguientes:

- Identificación de lote.
- Cantidad de unidades malas y buenas por número de unidades muestreadas.
- Aceptación o rechazo del lote.

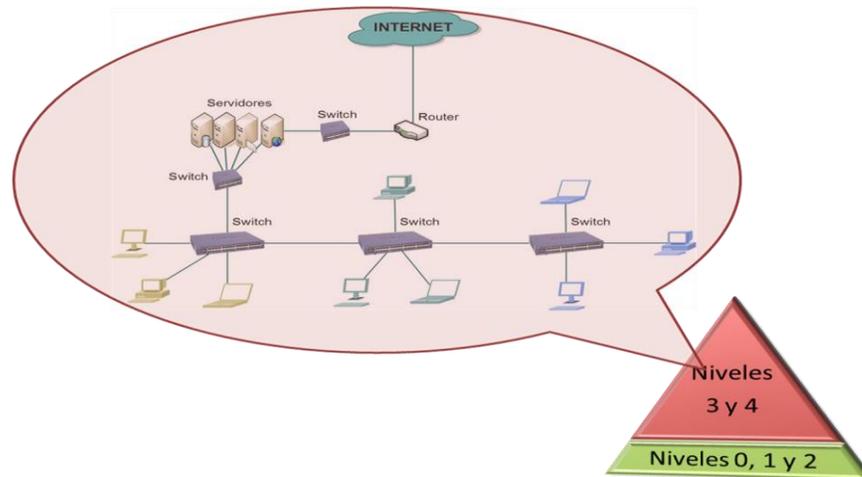
#### **5.4. ARQUITECTURA INALÁMBRICA PROPUESTA PARA LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO**

Actualmente la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán cuenta con una red de área local (LAN), con cableado estructurado y topología en estrella, para el intercambio de información entre las diferentes áreas de la empresa. Se desconoce la exactitud en la distribución de la red y el número total de puntos adjuntos a ésta; otros elementos requeridos para este intercambio de información en la empresa actualmente en uso son: 5 servidores, 6 switch y 1 rack en el que se encuentran integrados 5 de éstos switch, cumpliendo las funciones de interconexión de los diferentes puntos en la red.

Los 5 servidores son totalmente redundantes y manejan la información de la siguiente manera: 1 maneja la base de datos de la empresa, diseñada en Oracle; 1 maneja todas las aplicaciones software de la empresa; 1 maneja la nómina de la empresa; 1 maneja el sistema de correo interno, y el último es el servidor web que permite tener el acceso a Internet, desde cualquier punto de la red. El servidor de aplicaciones contienen los cinco programas necesarios para la ejecución de todas las actividades dentro de la empresa; éstos son: de propiedad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, el SINAP (Sistema de Información Acueducto Popayán) y el STH (Sistema de talento humano), y de uso común a diferentes empresas, el FLP (Sistema de Finanzas Plus), SRF (Sistema de recursos físicos) y ABC (Sistema de manejo de costos).

La Figura 25 a continuación muestra el panorama actual de la implementación y/o estructura de la red LAN con la que cuenta la empresa y la visión general de ubicación de acuerdo con los niveles descritos en el estándar.

**Figura 26** - Estructura de la red actual en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán.



Fuente: Propia

Para proponer la arquitectura de comunicación para la empresa caso de estudio, además de tomar como base la información antes descrita y los lineamientos dados por el informe técnico correspondiente al estándar SP100, es necesario, de acuerdo con el estándar SP95, identificar los niveles 3 y 4 dentro de la empresa, ya que actualmente no se tiene una notoria distinción de éstos, como se aprecia en la Figura 26. Para lograr la distinción de los niveles, se toman en cuenta las actividades que se desarrollan en el nivel 3 y en el nivel 4 descritas en el estándar SP 95, en el capítulo 5 de la parte 1, y mencionadas en el capítulo 4, sección 4.4.1 del presente documento.

Como se mencionó antes, para el diseño de la arquitectura de comunicación inalámbrica se toma en cuenta los fundamentos base descritos en el informe técnico del estándar SP100 y los conceptos básicos para el diseño de redes, expuestos en el capítulo 2 del presente documento, surgiendo dos opciones de presentación para la propuesta de la arquitectura de comunicación inalámbrica para la empresa caso de estudio.

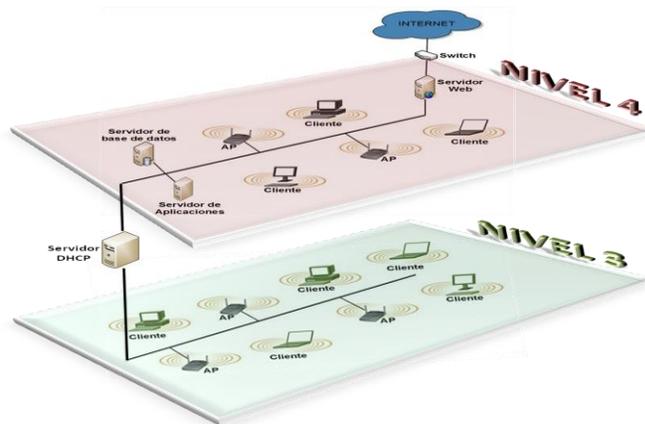
Éstas son:

1. A partir de la configuración actual de red de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, considerar los conceptos de integración dados por el estándar SP95 y proponer un cambio con base en los conceptos básicos mencionados de comunicación inalámbrica propuestos a partir de la información extraída del informe técnico del estándar SP100.

2. Realizar la separación, de acuerdo con los niveles manejados por el estándar de integración empresarial SP95, de las aplicaciones con que cuenta la empresa de modo que sea más fácil la administración de la información manejada, bajo los conceptos de comunicación inalámbrica dados por estándar SP100.

Si consideramos la primera opción, la identificación de los niveles 3 y 4 establecidos por la norma sólo se desarrollaría de forma teórica, es decir, no se vería de forma clara la estructuración de los niveles antes mencionados, tan sólo se cambiaría la forma de transmisión de la información de una red con cableado estructurado a una red inalámbrica. A partir del análisis realizado a cada una de las aplicaciones empleadas por al empresa, se concluyó que cuentan con los paquetes software necesarios para el desarrollo de cada una de las actividades propias de cada nivel, pudiendo concluir que no se requiere adicionar componentes extras para el desarrollo de las funciones. De esta forma, la primera propuesta para la arquitectura de intercambio de información para la empresa caso de estudio se expone en la Figura 27 a continuación.

**Figura 27** - Arquitectura propuesta para la opción 1



Fuente: Propia

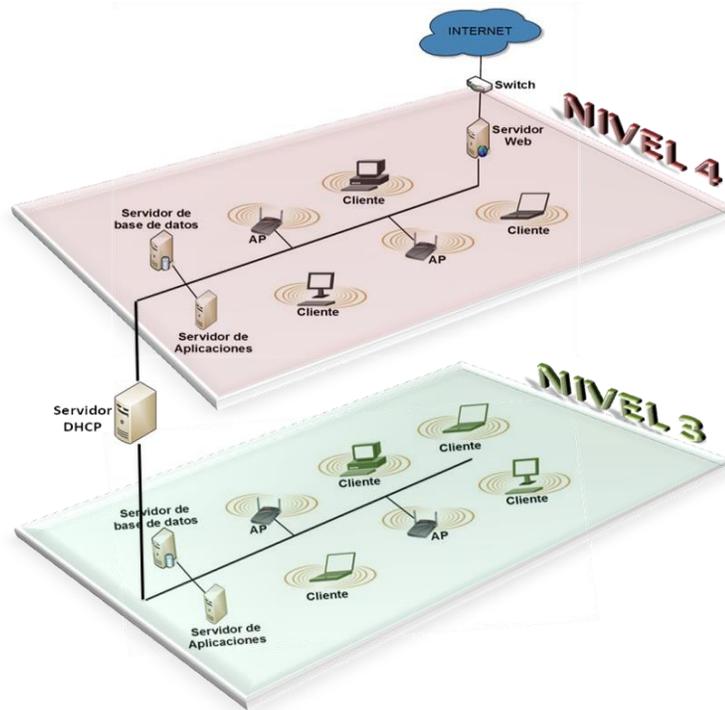
En la Figura 27, se muestra sólo la implementación de 3 de los 5 servidores que se manejan actualmente en la empresa. No se tiene en cuenta el servidor de nómina antes mencionado en razón de que sólo es utilizado para realizar consultas de pagos de nómina de años pasados; actualmente todos los procesos relacionados con la nómina de la empresa son manejados por la aplicación de costos ABC y almacenados en el servidor de base de datos. El otro servidor que se elimina es el servidor de correo, en razón de que a partir de una correcta configuración en el servidor web, puede eliminarse la implementación de éste.

Como se aprecia, la propuesta se centra en la utilización del servidor de base de datos, el servidor de aplicaciones, el servidor web y un nuevo servidor DHCP, que dentro de la

propuesta sería el encargado de realizar el direccionamiento IP en la nueva red WLAN expuesta.

Al considerar la segunda opción, la propuesta de arquitectura resultante se expone en la Figura 28 a continuación.

**Figura 28** - Arquitectura propuesta para la opción 2



Fuente: Propia

Con esta segunda opción mejorarían considerablemente los resultados de intercambio de información entre los niveles 3 y 4 como respuesta al proceso de integración organizacional establecido por el estándar SP95. En la Figura 28 se observa la división del servidor de aplicaciones, distribuyendo su funcionalidad a los dos niveles al igual que el servidor de base de datos. Lo que se pretende es reestructurar la información y/o clasificar las aplicaciones con que se cuenta de acuerdo con la tarea que ejecutan dentro de la empresa dentro de los niveles 3 y 4 propuestos por el estándar. La principal ventaja de esta segunda opción se enfoca en el hecho de que, si en un futuro la empresa decide adquirir aplicaciones software propietarias empleadas en el proceso de integración empresarial, la adaptación de éstas dentro de la empresa y su manipulación se va a tornar mucho más sencilla, en razón de que este tipo de aplicaciones se desarrollan con base en los conceptos manejados por el estándar SP95 y, de alguna manera, la información manejada por ella ya estaría estructurada bajo el mismo concepto contribuyendo en el ahorro de tiempo y costos de inversión en dichas aplicaciones.

Para cualquiera de las dos arquitecturas propuestas con base en los conceptos dados por el informe técnico base del estándar SP100, el diseño consiste en una red WLAN soportada en el estándar IEEE 802.11g con modulación tipo OFDM, permitiendo teóricamente el acceso de hasta 50 puntos de forma simultánea a la red, lo que permitiría de cierto modo un aumento en la flexibilidad de la red, ya que actualmente la red LAN manejada en la empresa caso de estudio debe soportar un total de 90 puntos de forma aleatoria de acuerdo con la capacidad. De esta forma, se estaría dando en primera instancia una cobertura igual a la que actualmente se maneja en las instalaciones de la empresa, pero con la posibilidad de aumento de puntos de acuerdo con la capacidad y ubicación de los AP's seleccionados.

Como la propuesta está soportada bajo la estructura manejada actualmente, es necesario realizar una reprogramación, reubicación y reconfiguración de los equipos empleados para el desarrollo de las funciones propias de la empresa; esto es, dotar a los equipos de los accesorios y/o dispositivos necesarios para lograr operar satisfactoriamente dentro de la nueva red WLAN. En la mayoría de los casos, sería suficiente con la adaptación de tarjetas de red inalámbricas en cada uno de los equipos de cómputo que pasarían a ser los clientes de la nueva red. En el mercado se encuentra un gran número de proveedores que podrían suplir las necesidades de la empresa; sólo se hace necesario tener en cuenta que éstas deben ser diseñadas para operar bajo el estándar IEEE 802.11b/g, para no tener conflicto en el momento de su adaptación.

Un segundo aspecto que tener en cuenta para la nueva propuesta de intercambio de información es la topología física de la red. Como se aprecia en la Figura 26, la topología actualmente implementada en la empresa es en estrella, y en la Figura 28 la topología propuesta es en bus. Lo que se pretende con este cambio es dinamizar un poco el funcionamiento de la misma permitiendo que cada punto o nodo en la red supervise el canal y envíe el mensaje que desee transmitir, y a pesar de que puede ser detectado por todos los nodos de la red, sólo será aceptado por el o los nodos a los que vaya dirigido. Esto soportando el hecho de que la topología lógica que implementar en Ethernet generalmente utiliza la topología física en bus ó lineal.

En la Figura 26, donde se muestra la arquitectura actual de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, se aprecia cómo el servidor Web está conectado a Internet mediante la adecuación de un router y un switch. Las nuevas propuestas contienen la misma figura de acceso a Internet, es decir, el servidor Web se encuentra conectado a Internet mediante un switch. A partir de esta figura de conexión, se puede determinar que el protocolo de transmisión inalámbrica de datos que implementar es el TCP/IP, que permitirá el intercambio de información a través de la intranet (ethernet) con que cuenta la empresa.

En la segunda propuesta expuesta en la Figura 28, se propone la división del servidor de aplicaciones, como ya se mencionó, para operar tanto en el nivel 3 como en el nivel 4 de la empresa caso de estudio. El servidor de aplicaciones contiene dos aplicaciones propietarias y tres comerciales; después de analizar cada uno de los componentes y el funcionamiento de éstas, se llegó a la conclusión de que contienen todo lo necesario para

lograr desarrollar cada una de las actividades propias de cada uno de los niveles estructurados por el estándar SP95, pero para ello se requiere de una segmentación de las mismas. Con base en el análisis desarrollado y para lograr diferenciar los niveles 3 y 4 dentro de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., se propone:

En el nivel 4, implementar un servidor que contendría solamente algunos de los componentes de las aplicaciones antes mencionadas, esto es:

De la aplicación del SINAP, propiedad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., los módulos que pasarían a formar parte del nivel 4 son:

- Interfaces. Cuyas aplicaciones internas son: Envios ATH Redebanc, Contabilidad y Finanzas Plus.
- Sistema Comercial SINAP. De este módulo las aplicaciones que pasarían a ser parte de este nivel son: Facturación, Financiación y Recaudos.
- Sistema de Apoyo. De este módulo las aplicaciones que pasarían a ser parte de este nivel son: Relaciones industriales, Estadísticas, Estadísticas de gerencia, Sicop y Cierre Estadístico.

De la aplicación STH, propiedad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., los módulos que pasarían a formar parte del nivel 4 son:

- Proceso de nómina.
- Pago de seguridad social automático.
- Documentos contables.
- Liquidación del personal.

De la aplicación SRF, adquisición comercial, los módulos que pasarían a formar parte del nivel 4 son:

- Manejo de entradas y salidas de los recursos en Almacén.
- Manejo de inventario.

Por su parte las aplicaciones de FLP y ABC serían clasificadas como aplicaciones propias del nivel 4. Cada una de las actividades que cada una de ellas permite desarrollar dentro de la empresa, forman parte del nivel 4 de acuerdo con las especificaciones establecidas por el estándar.

Como se mencionó antes, después del análisis de ejecución de cada una de las anteriores aplicaciones, se puede garantizar el cumplimiento de las funciones de nivel 4 en la empresa caso de estudio.

En el nivel 3, implementar un servidor con los componentes restantes de cada una de las aplicaciones, esto es:

De la aplicación del SINAP, propiedad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., los módulos que pasarían a formar parte del nivel 3 son:

- Atención al Usuario. Cuyas aplicaciones son: Sectorización, Solicitudes, Atención al usuario, Consultas Atención al usuario, Aseo, Daños, Cobro del geófono y Medidores totalizadores.
- Sistema Comercial SINAP. De este módulo las aplicaciones que pasarían a ser parte de este nivel son: Costos y Activación y Desactivación del servicio.
- Sistema de Apoyo. De este módulo las aplicaciones que pasarían a ser parte de este nivel son: Archivo y Transporte.

De la aplicación STH, propiedad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., los módulos que pasarían a formar parte del nivel 3 son:

- Interfaz con el aplicativo de costos. Cuyas aplicaciones son: Análisis y cálculo de costos de procesos y Análisis y cálculo de costos de almacén.
- Manejo de la información contable del proceso de pago de seguridad social.

De la aplicación SRF, adquisición comercial, los módulos que pasarían a formar parte del nivel 3 son:

- Manejo de valores y cantidades de los recursos en Almacén.
- Manejo de proveedores.

Como se mencionó antes, después del análisis de ejecución de cada una de las anteriores aplicaciones, se puede garantizar el cumplimiento de las funciones de nivel 3 en la empresa caso de estudio.

Como se aprecia en la Figura 28, tanto para el nivel 3 como para el nivel 4 se propone la implementación de un servidor de base de datos, para el almacenamiento de la información que se genera en cada una de las aplicaciones. Los datos son almacenados en archivos planos. También se propone la implementación de un servidor DHCP como *bridge* entre los niveles 3 y 4. Este servidor permitirá realizar la configuración de cada uno de los dispositivos conectados a la red mediante el protocolo TCP/IP y la asignación de las direcciones IP para cada uno de éstos. El objetivo de la implementación es permitir al administrador de la red supervisar y distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias, y asignar y enviar automáticamente una nueva dirección IP al dispositivo en el caso en que sea conectado en un punto diferente de la red.

Por último, para el diseño de la arquitectura expuesta en la Figura 28 se hace necesario la implementación de los puntos de acceso AP's, ya que éstos proporcionan un mayor rango en la comunicación entre los diferentes dispositivos al actuar como repetidores y permiten a los diferentes clientes de la red tener acceso a los diferentes recursos que proporciona cada uno de los servidores de acuerdo con las necesidades de información requeridas. En la arquitectura de la Figura 28 se propone la implementación de 2 (dos) AP's por cada nivel; pero es importante aclarar que el número de AP's que implementar puede variar de acuerdo con el número de clientes que requieran acceder a la red. Existen muchas aplicaciones en el mundo real con entre 15 y 50 dispositivos cliente en un solo punto de acceso. Los puntos de acceso tienen un rango finito, del orden de 150m en lugares cerrados y 300m en zonas abiertas.

Teniendo en cuenta que el montaje de la red se propone para un único edificio en el que opera la empresa caso de estudio, en teoría no se ve necesario el montaje de antenas en razón de que todos los puntos de la red se encuentran dentro del rango permisible para la transmisión de acuerdo con las características de los AP's antes descritos.

Finalmente y aprovechando que el montaje de la red se soporta bajo la utilización de Internet, para tratar el tema de la seguridad se propone la configuración en el servidor Web de la red como una VPN, añadiendo a la red el sistema de autenticación para dar mayor seguridad en el intercambio de información, lo que garantiza que ésta se ejecute entre los dispositivos correctos. El proceso de autenticación se realizaría al inicio de cada sesión y luego se seguiría ejecutando de forma aleatoria con el objeto de asegurar la confiabilidad y transparencia en el intercambio de datos.

Con esta propuesta de arquitectura de integración para el intercambio de datos dentro de la empresa caso de estudio, se puede apreciar con facilidad el cumplimiento de uno de los objetivos de la norma: pasar del intercambio de datos denominado "escenario espagueti", al mostrado en la Figura 2; pues como puede apreciarse, el lograr seccionar las aplicaciones utilizadas actualmente dentro de la empresa, permite inicialmente la identificación de los niveles de negocio y operaciones de manufactura dentro de ésta y la posterior creación de la interfaz de comunicación de los niveles, contribuyendo así en el desempeño de la prestación del servicio mediante un ordenado y fluido intercambio de la información generada en el desarrollo del proceso en el momento en que sea requerida.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con el desarrollo de este trabajo se logra suplir en cierto grado la necesidad de integración de información existente en las empresas prestadoras de servicios a partir de la interpretación realizada al estándar SP95, a pesar de la dificultad que se presenta en el manejo de muchos de los términos abordados por éste, que son propios de los procesos de manufactura y que por ende no presentan una fácil analogía y/o interpretación en los procesos de prestación de servicios.
- Con base en la comparación hecha entre el funcionamiento de los dos tipos de empresa, se determina que no es notoria la división por niveles en las empresas prestadoras de servicios como en las empresas de manufactura, lo que genera inconvenientes en el momento de estructuración y manejo de la información; por tanto es preciso para lograr una aproximación detallada de la división por niveles de este tipo de empresas, realizar un análisis particular en el funcionamiento de la empresa que lo requiera pues a diferencia de las empresas manufactureras, las empresas de servicios difieren en su funcionamiento y estructuración interna de acuerdo al servicio que prestan.
- La concepción del modelo de integración empresarial inalámbrico referenciado a los estándares SP95 y SP100 parte del ajuste del modelo funcional de flujo de datos presente en primera parte de la ISA SP95 a empresas prestadoras de servicios, pues éste reúne en su totalidad las funciones, actividades e información tratadas en una empresa prestadora de servicios, sin dejar a un lado el estudio de las partes restantes del estándar, de las cuales se extrajo información importante como base teórica utilizada para la posterior conformación de los diagramas del modelo obtenido, además de permitir establecer que la norma SP95 es aplicable a empresas prestadoras de servicio.
- Varias condiciones esenciales para la integración parecen depender del conocimiento y del flujo libre pero controlado de información, así como la coordinación de acciones. Por tanto, es fundamental en todo proceso de integración de sistemas empresariales identificar claramente los elementos y procesos que deben considerarse como fundamentales para el modelado y la integración de la información, donde el propósito de encontrar una forma de abordar la complejidad del ambiente de una empresa de prestación de servicios se considera relevante para el posicionamiento de las empresas.

Esta complejidad se debe materializar en la identificación clara de los procesos que deben ser controlados y coordinados, la definición de las variantes que deben ser manejados en la prestación de los servicios, así como las órdenes que deben ser ejecutadas y la información que ellas generan para ser procesados o intercambiados diariamente.

- El modelo de integración empresarial inalámbrico plantea una vista dinámica del estándar SP95, abarcando de esta manera la totalidad de la información que se maneja en el interior de una empresa prestadora de servicios públicos, permitiendo estandarizar sus procesos en la prestación de sus servicios; la finalidad del modelo, que está representado mediante diagramas de flujos, es representar una estructura única de información, diseñada para entender el comportamiento y ejecución del estándar orientado a empresas prestadoras de servicios públicos para la posterior especificación en UML y el desarrollo de un software.
- En el trabajo el manejo del estándar ISA genera una percepción clara de cómo se debe abarcar los procesos de negocios de una empresa, a través de la definición de una terminología estándar y los modelos planteados, que permiten asentar los conocimientos para adecuar la norma para que ésta pueda ser aplicada a empresas prestadoras de servicios.
- A través del desarrollo de este proyecto se observa que el modelo jerárquico de equipos no podría ser aplicado en su totalidad a empresas prestadoras de servicios públicos a causa de que muchos de los términos utilizados por el estándar SP95 presentan un enfoque de aplicación directo a empresas de manufactura, ya que estas empresas se rigen por diferentes tipos de producción (producción continua, discreta y por lotes); de acuerdo con la clasificación dada por el estándar y el funcionamiento de las empresas prestadoras de servicios, es posible encontrar semejanza con el tipo de producción discreta, al determinarse que la forma de prestación de los servicios es personalizada, es decir, se desarrolla la prestación del servicio para cada usuario de forma independiente; por tal razón, este modelo tuvo que ser modificado para realizar una correcta analogía para empresas prestadoras de servicios, para su posterior aplicación.
- El propósito de la norma de comunicación inalámbrica SP100 es apoyar y lograr una convergencia de las aplicaciones y protocolos de los diversos sistemas orientados a redes inalámbricas para formar una única red inalámbrica, conservando la compatibilidad y seguridad con otras normas que funcionan en la banda ISM, de modo que se logren satisfacer todas las necesidades que surgen en los procesos industriales.
- En el desarrollo del proyecto se presentó una breve introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos propuestos por el estándar SP100, ya que la primera

parte de la norma aún no ha sido liberada; por lo tanto, el desarrollo del proyecto en cuanto a la norma de comunicación inalámbrica se ha basado en los documentos que han sido liberados por el comité de la norma ISA, lo que llevó a desarrollar un somero análisis para la aplicación al caso de estudio.

- Las facilidades de movilidad, facilidad para la instalación, reducción de costos en la instalación y el mantenimiento de redes, escalabilidad, entre otras ventajas que ofrece la tecnología inalámbrica, la convierten en una opción insuperable para la implementación de redes inalámbricas para la industria, brindando un gran número de soluciones en diferentes aplicaciones industriales y permitiendo un avance significativo en la automatización industrial.
- A pesar de que la norma SP100 es propuesta para la automatización de procesos para los niveles 0, 1 y 2 de la jerarquía de decisiones, en el proyecto, se propone la adopción de esta norma de comunicación inalámbrica para los niveles 3 y 4, persiguiendo la concepción de las ventajas que la norma de comunicación inalámbrica brinda, y sin dejar a un lado los lineamientos considerados por el estándar de comunicación inalámbrica SP100.
- Dados los grandes costos de los sistemas MES y ERP que dificulta su adquisición por parte de las empresas colombianas, se deben realizar desarrollos de los componentes más relevantes que soporten parte de sus funciones, las cuales permitan gestionar y administrar la información que se requiera en una aplicación específica. Para facilitar los procesos de integración, se sugiere que el diseño de los componentes se realice teniendo en cuenta las definiciones y consideraciones establecidas en los estándares internacionales propuestos por ISA.
- En el futuro, será importante abordar el desarrollo de la adecuación de las siguientes partes establecidas por la norma SP95 orientándola a las empresas prestadoras de servicios, para establecer si la norma es aplicable en su totalidad a este tipo de empresas.
- Determinar la viabilidad en aplicación total de tecnología inalámbrica en la propuesta para el caso de estudio.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] GRUPO I+D AUTOMATICA INDUSTRIAL, Panorama de la Norma ISA 95. Diapositivas 2005

[2] MUÑOZ, Libardo Steven; VIDAL, Fabian Yesid. Implementación ISA S95 en un Caso de Estudio. [monografía formato digital]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Enero de 2007, [Citado en 2009-01-05].

[3] New training possibility: ISA-88 and ISA-95 FlexTraining. [artículo en línea]. 2006 [Citado en 2008-12-05]; Disponible en internet: < [http://www.isa-95.com/subpages/technology/techdes/isa-88\\_and\\_isa-9.php](http://www.isa-95.com/subpages/technology/techdes/isa-88_and_isa-9.php)>

[4] ISA S95.00.01. Enterprise-Control System Integration Part 1: Models and Terminology, International Society for Measurement and Control. [documento en línea]. Actualización 2009, [Citado en 2009-01-05]; Disponible en internet: <<http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards2&Template=/customsource/isa/Standards/AutomationStandards.cfm>>

[5] MUÑOZ, Libardo Steven; VIDAL, Fabian Yesid y ROJAS, Oscar. Principios para la aplicación del estándar ISA S95. [artículo en formato digital]. Maryland (EE.UU): World Batch Forum, 2006, [Citado en 2009-02-09]

[6] ISA-TR100.00.01-2006. The Automation Engineer's Guide to Wireless technology Part 1 – The Physics of Radio. [tutorial en línea]. 2006, [Citado en 2009-02-05]; Disponible en internet:<<http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards2&Template=/customsource/isa/Standards/AutomationStandards.cfm>>

[7] ISA100: Wireless Compliance Institute Prospectus. [pdf en línea]. 2007, [citado en 2009-01-30]; Disponible en internet: <<http://www.isa.org/asci/ISA100-Wireless-Compliance-Institute-Prospectus.pdf>>

[8] Wireless Technology in Industrial Networks. [pdf en línea]. 2005, [citado en 2009-01-30]; Disponible en internet: <[http://www.tkn.tu-berlin.de/publications/papers/wireless\\_fieldbus.pdf](http://www.tkn.tu-berlin.de/publications/papers/wireless_fieldbus.pdf)>

[9] Redes Inalámbricas. [pdf en línea]. 2002, [citado en 2009-03-20]; Disponible en internet: <<http://blyx.com/public/wireless/redesInalambricas.pdf> >

[10] Redes inalámbricas: IEEE 802.11. [pdf en línea]. 2002, [citado en 2009-02-16]; Disponible en internet: <<http://www.todo-linux.com/manual.todo-linux.com/redes/Manual%20redes%20inalambricas.pdf> >

[11] Wireless - Consideraciones de diseño. [en línea]. [citado en 2009-02-26]; Disponible en internet: <<http://www.gammainet.com/tecnologia/wireless/consideraciones.html>>

[12] Modulación por desplazamiento de fase. [en línea]. [citado en 2009-03-21]; Disponible en internet: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n\\_por\\_desplazamiento\\_de\\_fase](http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_desplazamiento_de_fase)>

[13] Planeación y diseño de redes WLAN. [en línea]. [citado en 2009-02-26]; Disponible en internet: <<http://www.eveliux.com/mx/planeacion-y-diseno-de-redes-wlan.php>>

[14] Algunos modelos para la planeación y programación en empresas de servicios. [pdf en línea]. Mayo de 2007, [citado en 2009-05-30]; Disponible en internet: <<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/12726315-320.pdf>>

[15] Acueducto y Alcantarillado de Popayán. Manual de procedimientos. [documento formato digital]. Popayán (Colombia): Acueducto y Alcantarillado de Popayan S.A E.S.P, Enero de 2008, [Citado en 2009-02-01].

[16] ANSI/ISA-88.01-1995, Batch Control Part 1: Models and Terminology, International Society for Measurement and Control. [documento en línea]. Actualización 1995, [Citado en 2009-02-04]; Disponible en internet: <<http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards2&Template=/customsource/isa/Standards/AutomationStandards.cfm>>

[17] CAPONI, Marcelo; RODRÍGUEZ, Pablo; ZAMUDIO, Pablo. Mensajería en Sistemas de Información [pdf en línea]. Montevideo (Uruguay): Universidad de la Republica, 16 de Diciembre de 2008 [citado en 2009-10-05]; Disponible en internet: <[http://proyecto-grado.masi.googlecode.com/files/Informe\\_Proyecto\\_Mensajeria\\_SI.pdf](http://proyecto-grado.masi.googlecode.com/files/Informe_Proyecto_Mensajeria_SI.pdf)>