

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

Creación de una geodatabase bajo un modelo de datos eléctricos

Multispeak para la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.

Estali Ramiro Granda Mora

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Magíster en Sistemas de Información Geográficas

Quito, noviembre de 2012

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Creación de una geodatabase bajo un modelo de datos eléctricos

Multispeak para la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.

Estali Ramiro Granda Mora.

Richard Resl. MSc.,
Director de Tesis
Director del Programa de Maestría en
Sistemas de Información Geográfica

Pablo Cabrera
Miembro del Comité de Tesis

Stella de la Torre, Ph.D.,
Decana del Colegio de
Ciencias Biológicas y Ambientales

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.,
Decano del Colegio de Postgrados

Quito, noviembre de 2012

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a las UFSQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Estali Ramiro Granda Mora.

C.I.: 1103308787

Fecha: Quito, 26 de Noviembre de 2012

DEDICATORIA

A mi esposa,
mujer mía, amiga fiel y sincera,
no tengo palabras para expresar lo que siento y pienso de ella.

A mis hijas Dana y Dayana,
mis tesoros más preciados,
fuentes de mi vida e inspiración, por ellas todo

ESTALI GRANDA

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. por su contribución al desarrollo de esta Maestría.

A los ingenieros Juan Carlos Gómez y Sergio Zambrano Asanza por su contribución al desarrollo de este tema.

A mi familia por su apoyo y comprensión.

Estali Ramiro Granda Mora

RESUMEN

La finalidad de esta tesis es, a partir de un modelo de datos estándar de clase internacional Mutispeak, desarrollar un modelo de datos Nacional en el que se incluye y se ajusta a nuestras realidades de nuestro sistema eléctrico de distribución, el mismo que permitirá la interoperabilidad de varios sistemas, generación procesos, intercambio de información entre aplicaciones de distintos fabricantes y la gestión de la distribución eléctrica.

Los productos de información que se pretende conseguir son:

- ❖ Procesos o funciones del negocio dentro de la Operación de la Red y Planificación Operacional de la Distribución, interoperabilidad entre sistemas.
- ❖ Ubicación de clientes, por calidad de servicio y mantenimiento.
- ❖ Planes de expansión.
- ❖ Planos para la ubicación de fallas, zonas de afectación o salidas de suministro.
- ❖ Información de estadísticas e inventarios exactos del sistema de distribución y comercialización.
- ❖ Información técnica de los componentes de las redes eléctricas georeferenciada.
- ❖ Planes de mantenimiento preventivo y predictivo que conllevan a adecuados cálculo de índices de interrupciones, visualización de los grupos de trabajo de campo.
- ❖ Información de apoyo para la generación de procesos internos del personal, ayudando a la adecuada comunicación interna en la Empresa.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is, starting from a standard model of data of international class Mutispeak, to develop a National model of data in which is included and it is adjusted to our realities of our electric system of distribution, the same one that will allow the interoperability of several systems, generation processes, exchange of information between different makers' applications and the administration of the electric distribution.

The products of information that it is sought to get are:

- ❖ Processes or functions of the business inside the Operation of the Net and Operational Planning of the Distribution, interoperability among systems.
- ❖ Clients' location, for quality of service and maintenance.
- ❖ Expansion plans.
- ❖ Planes for the location of flaws, areas of affectation or supply exits.
- ❖ Information of statistical and exact inventories of the distribution system and commercialization.
- ❖ Technical information of the components of the nets electric georeferenciada.
- ❖ Plans of preventive maintenance and predictive that bear to appropriate calculation of indexes of interruptions, visualization of the groups of field work.
- ❖ Support information for the generation of the personnel's internal processes, helping to the appropriate internal communication in the Company.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
PORTADA.....	i
HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS.....	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE ANEXOS	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCION	1
<i>1.1 ANTECEDENTES.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2 JUSTIFICACIÓN.....</i>	<i>2</i>
<i>1.3 OBJETIVOS.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.1 General.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Específicos.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4 ALCANCE.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5 METODOLOGÍA.....</i>	<i>6</i>
CAPITULO 2. INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICO SIG.....	7
<i>2.1 QUE ES UN SIG.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2 COMPONENTES Y FUNCIONALIDADES DE LOS SIG.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1 Componentes de un SIG.....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2 Funcionamiento SIG.....</i>	<i>12</i>
<i>2.2.3 Funciones básicas de un SIG.....</i>	<i>12</i>
<i>2.2.4 Porque un SIG.....</i>	<i>15</i>
<i>2.3 APLICACIONES DE LOS SIG.....</i>	<i>16</i>

CAPITULO 3. FUNDAMENTOS TEORICOS.....	19
3.1 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE UNA GEODATABASE SIG...	19
3.2 QUE ES UNA GEODATABASE.....	21
3.3 COMPONENTES DE UNA GEODATABSE.....	21
3.3.1 <i>Feature dataset</i>	22
3.3.2 <i>Feature Classes</i>	22
3.3.3 <i>Raster dataset (fotografías)</i>	23
3.3.4 <i>Relationship class (Relaciones)</i>	24
3.3.5 <i>Geometric Network (Red Geométrica)</i>	24
3.3.5.1 <i>Red geométrica en la geodatabase</i>	25
3.3.6 <i>Topología</i>	28
3.3.7 <i>Geodatabase tablas</i>	29
3.3.8 <i>Raster en la geodatabase</i>	29
3.3.9 <i>Comportamiento de la Geodatabase</i>	30
3.4 MODELO DE DATOS.....	30
3.4.1 <i>Lenguaje de modelo unificado (UML)</i>	31
3.4.2 <i>Modelo Conceptual, Físico y Lógico</i>	36
3.4.3 <i>Jerarquía de clases</i>	37
CAPITULO 4. MODELADO DE DATOS.....	38
4.1 INTRODUCCION.....	38
4.2 ESPECIFICACION MULTISPEAK.....	39
4.2.1 <i>¿Que es MultiSpeak ?</i>	39
4.2.2 <i>¿Qué aplicaciones de software se cubre con MultiSpeak ?</i>	41
4.2.3 <i>¿Cuáles son las funciones definidas MultiSpeak?</i>	41
4.2.4 <i>¿MultiSpeak ofrece una interoperabilidad de hardware "plug-and-play"?</i>	42
4.2.5 <i>¿Por qué es importante MultiSpeak?</i>	43
4.2.6 <i>MultiSpeak funciones y aplicaciones de software</i>	45
4.3 ARCGIS MULTISPEAK® DATA MODEL.....	48
4.4 MODELO LÓGICO DE DATOS DESARROLLADO.....	49
4.4.1 <i>Equipos Eléctricos</i>	50
4.4.2 <i>Tramos</i>	57
4.4.3 <i>Unidades</i>	62
4.4.4 <i>Servicios</i>	63
4.4.5 <i>Estructuras</i>	65

4.4.6 Circuito.....	69
4.5 CONECTIVIDAD DE LA RED ELÉCTRICA.....	70
CAPITULO 5. REDES INTELIGENTES E INTEROPERABILIDAD..	71
5.1 INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN INTELIGENTE: “SMART GRID”	71
5.2 CONCEPTOS CLAVES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SG..	74
5.3 RETOS EN LA IMPLEMENTACIÓN Y TOPOLOGÍA EN UNA SG..	77
5.4 ARQUITECTURA OPERACIONAL EN UNA SG.....	79
5.4.1 Funciones de un DMS avanzado.....	81
5.5 REVISIÓN GENERAL DE LOS ESTÁNDARES EN UNA SG.....	84
5.5.1 Comité Técnico TC57 y el Modelo CIM.....	87
5.6 INTRODUCCIÓN A INTEROPERABILIDAD DE LOS SISTEMAS..	89
5.7 CATEGORÍAS DE INTEROPERABILIDAD Y ROLES DEL CIM..	90
5.7.1 Roles del CIM.....	93
5.7.2 Distancias de Integración.....	95
5.8 MODELO DE REFERENCIA DE INTERFACES “IRM”.....	97
5.8.1 Funciones.....	98
5.9 TECNOLOGÍAS DE INTEGRACIÓN.....	99
5.9.1 Arquitectura Orientada a Servicios “SOA”.....	99
5.9.2 Bus de Servicios Empresarial “ESB”.....	100
CAPITULO 6. RESULTADOS.....	103
6.1 INTRODUCCIÓN.....	103
6.2 MODELO DESARROLLADO BAJO LA ESPECIFICACIÓN MULTISPEAK.....	104
6.2.1 Armonización del Modelo MultiSpeak hacia el CIM.....	105
6.3 VISIÓN EN EERSSA.....	107
6.3.1 Objetivos de esta Visión.....	107
6.4 SISTEMAS IMPLEMENTADOS Y EN PROCESO DE IMPLEMENTACION EN LA EMPPRESA.....	111
6.5 VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	116
6.5.1 Supuestos utilizados para el cálculo.....	117
6.5.2 Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos.....	118
6.5.3 Flujos Económicos.....	119

<i>6.5.4 Indicadores Económicos y Sociales (TIR, VAN y otros).....</i>	119
<i>6.5.5 Análisis de Sensibilidad.....</i>	120
<i>6.6 Análisis de Sostenibilidad.....</i>	121
<i>6.6.1 Sostenibilidad económica-financiera.....</i>	121
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122
<i>7.1 CONCLUSIONES.....</i>	122
<i>7.2 RECOMENDACIONES.....</i>	124
BIBLIOGRAFIA.....	125
GLOSARIO DE ACRÓNIMOS.....	128

LISTA DE FIGURAS

	CONTENIDO	PAG.
Figura 1.1	Pasos seguidos para llegar a los resultados esperados.....	5
Figura 2.1	Los componentes del SIG.....	9
Figura 2.2	Funcionalidad de un SIG.....	13
Figura 3.1	Esquema diseño Geodatabase.....	20
Figura 3.2	Definiendo la Geodatabase.....	21
Figura 3.3	Elementos de una Geodatabase.....	22
Figura 3.4	Ejemplo feature classes.....	23
Figura 3.5	Modelo de red de agua.....	24
Figura 3.6	Vista de una red lógica.....	26
Figura 3.7	Ejemplo de matriz de conectividad línea-punto.....	27
Figura 3.8	Ejemplo de matriz de conectividad línea-línea.....	28
Figura 3.9	Tabla de una Geodatabase.....	29
Figura 3.10	Ejemplo UML clase concreta y abstracta.....	37
Figura 4.1	Multispeak versión 3.0 modelo de proceso.....	42
Figura 4.2	Comunicaciones basadas en archivos frente a real-time.....	43
Figura 4.3	Diagrama UML- datos proyecto1-equipo eléctrico.....	52
Figura 4.4	Diagrama UML-clase abstracta datos proyectos2.....	58
Figura 4.5	Diagrama UML- componente circuito.....	61
Figura 5.1.	Objetivos generales de una Smart Grid.....	72
Figura 5.2.	Modelo conceptual de interoperabilidad de un SG.....	74
Figura 5.3	Conceptos claves en la implementación de una SG.....	75
Figura 5.4	Sistemas operacionales-información en una SG.....	77
Figura 5.5	Transición de una red tradicional a una SG.....	78
Figura 5.6	Arquitectura operacional de un SG.....	80
Figura 5.7	Estándares que predominan en una SG.....	85
Figura 5.8	Arquitectura de interfaces según IEC 61968.....	90
Figura 5.9	Framework de interoperabilidad.....	93
Figura 5.10	Distancias de integración.....	95
Figura 5.11	Interfaces puntuales vs. Interoperabilidad.....	97
Figura 5.12	Funciones del modelo de referencia de interfaces.....	98

Figura 6.1	Procesos norma IEC 61968.....	108
Figura 6.2	Sistemas en proceso de implementación.....	111
Figura 6.3	Caso uso operación.....	115

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	PAG.
Tabla 4.1. Características de las diferentes versiones de la especificación Multispeak.....	40

LISTA DE ANEXOS

Anexo 4.1	Arcgis Multispeak® Data Model Diagrama UML.....	129
Anexo 4.2	Modelo Lógico de Datos Desarrollado Diagrama UML.....	130
Anexo 4.3	Equipos Eléctricos Diagrama UML.....	131
Anexo 4.4	Tramos Diagrama UML	132
Anexo 4.5	Unidades Diagrama UML.....	133
Anexo 4.6	Servicios Diagrama UML.....	134
Anexo 4.7	Estructuras Diagrama UML.....	135

CAPÍTULO 1

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La Constitución de la República del Ecuador establece que el Estado será el responsable de la provisión de los servicios públicos, garantizando que estos servicios respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, regularidad, continuidad y calidad, para el efecto se establece también que se deben constituir empresas públicas para que se responsabilicen de la prestación de los servicios públicos con altos parámetros de calidad y criterios empresariales económicos, sociales y ambientales.

La Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A (EERSSA) en la actualidad tiene serias limitaciones para alcanzar estos objetivos, entre las que podemos señalar: Dispone de estadísticas e inventarios inexactos del sistema de distribución y comercialización y escasa información técnica del sistema eléctrico de potencia lo que ocasiona deficiencias en la planificación operativa y falta de planes de mantenimiento preventivo y predictivo que conllevan inadecuados índices de interrupciones. Como consecuencia se tiene un ineficiente sistema de gestión para la distribución eléctrica en la Provincia de Zamora Chinchipe, cantón Gualaquiza y Provincia de Loja, que provoca bajos niveles de satisfacción del cliente, problemas financieros y deterioro de la imagen institucional,

impidiendo que la EERSSA contribuya significativamente a mejorar la calidad de vida de la población.

Entre los aspectos primordiales en la operación de los sistemas eléctricos de distribución “SED” están el mejorar la confiabilidad de la red, reducir al mínimo las interrupciones del servicio, mejorar la satisfacción al cliente, reducir costos y mejorar la seguridad. Para lo antes citado, es necesario contar con sistemas tecnológicos y bases de datos integradas que permitan el almacenamiento y consultas inteligentes de un gran volumen de información que se genera dentro de una empresa distribuidora, lo cual permitirá tomar decisiones adecuadas y oportunas. Es por esto, que las Empresas Eléctricas, tales como EERSSA, han realizado la inversión para implantar los sistemas de información geográfica SIG, para el manejo de activos y clientes referenciados geográficamente.

Para potencializar dicha inversión, existe la necesidad de llevar un control integrado de la gestión de incidentes (atención de reclamos mediante llamadas telefónicas a través del *call center*, programación de mantenimientos, etc.), la gestión de cuadrillas de trabajo, gestión de la calidad (cumplimiento de reportes al ente Regulador) y de la gestión de la operación (sistemas SCADA, DMS, OMS), entre otros.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La necesidad de un suministro de energía eficiente, confiable y segura ha conducido a las Empresas Eléctricas a la integración de los sistemas de información, a la reestructuración de los procesos de la cadena del negocio basado en mejores prácticas y estándares de clase mundial, así como a la permanente incorporación de nuevos dispositivos y tecnologías que permiten una mejor operación. Con lo anterior, los

sistemas eléctricos de distribución son sistemas muy dinámicos de enorme complejidad, y su operación eficiente requiere del uso de nuevas tecnologías completamente integradas que permitan la toma de decisiones apropiadas y eficaces, es por ello que esta tesis propone crear el modelo de datos bajo la especificación Multispeak y la interoperabilidad de los sistemas críticos del manejo de la distribución, con el fin de mejorar la gestión de la distribución en una empresa eléctrica.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Crear una geodatabase bajo un modelo de datos eléctricos Multispeak para la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.

1.3.2 Específicos

- ❖ Identificar los problemas de las Empresa Eléctrica.
- ❖ Analizar brevemente los beneficios de un Sistema de Información Geográfico SIG.
- ❖ Definir el Modelo de datos de partida (Multispeak).
- ❖ Ajustar del modelo Multispeak hacia nuestra realidad Ecuador.
- ❖ Verificar nuestra topología planos digitales (subestación-cliente), definir las clases.
- ❖ Identificar donde están las entidades del modelo Multispeak.
- ❖ Validar todas las Clases, Features Classes, Tablas, Subtipos, Dominios capa a capa del Modelo Multispeak.
- ❖ Verificar las Clases de mi realidad que no estén dentro del modelo Multispeak.
- ❖ Complementar los atributos de las clases si fuera necesario.
- ❖ Establecer dominios para cada atributo.
- ❖ Establecer subtipos para cada Features Classes.

- ❖ Establecer valores por defecto para cada Features Classes.
- ❖ Crear cartografía base.
- ❖ Analizar la interoperabilidad de los sistemas críticos del negocio de la distribución bajo la norma IEC 61968.

Con el objeto de cumplir estos objetivos y con la finalidad de cumplir con los resultados esperados se siguieron los pasos indicados en el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 1.1.

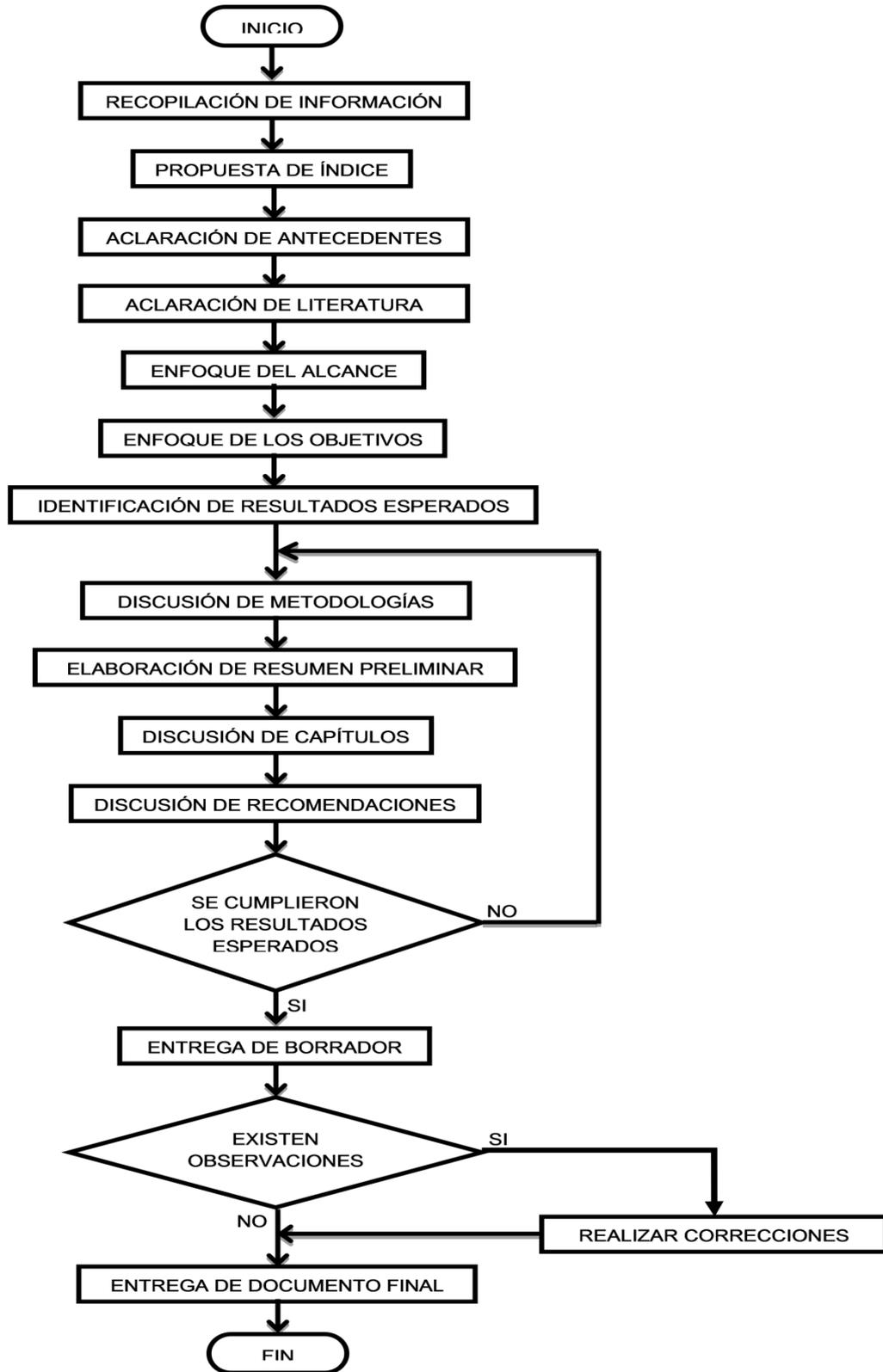


Figura 1.1 Pasos seguidos para llegar a los resultados esperados

1.4 ALCANCE

La tesis abordará la elaboración de un modelo de datos bajo la especificación Multispeak y análisis de la arquitectura de interoperabilidad para los sistemas críticos que soportan las funciones del negocio de la distribución eléctrica, definidas en la norma IEC 61968

1.5 METODOLOGÍA

- ❖ Estudio sobre modelación de datos y creación de Geodatabase.
- ❖ Estudio y revisión del nuevo concepto de modelación de información bajo la especificación Multispeak
- ❖ Revisión de la especificación Multispeak.
- ❖ Revisión de topología diagramas unifilares nuestra realidad eléctrica.
- ❖ Instrucción y revisión de muy alto nivel a las Clases o entidades del Modelo Multispeak.
- ❖ Traducción de las entidades del Modelo Multispeak.
- ❖ Identificación e inserción de nuevas clases, dominios, subtipos y atributos que no estén dentro del modelo Multispeak
- ❖ Definiciones de entidades.
- ❖ Definiciones de simbología.
- ❖ Utilización de software para diseño modelos lógicos y físicos.
- ❖ Estudio y manejo de ArcGIS y Arcatalogo, etc.
- ❖ Generación de productos de información
- ❖ Perspectivas a futuro, análisis de la interoperabilidad de los sistemas críticos del negocio de la distribución bajo la norma IEC 61968.

CAPITULO 2

INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICO SIG

2.1 QUE ES UN SIG

Se entiende por "Sistema de Información" la conjunción de información con herramientas informáticas, es decir, con programas informáticos o software. Si el objeto concreto de un sistema de información (información más software) es la obtención de datos relacionados con el espacio físico, entonces estaremos hablando de un Sistema de Información Geográfica o SIG (GIS en su acrónimo inglés, Geographic Information Systems).

Así pues, un SIG es un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos.

Diferentes organismos y personas han definido los Sistemas de Información Geográfica (SIG), a continuación transcribimos una serie de estas definiciones:

"Un conjunto de procedimientos manuales o computarizados para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente" Aronoff (1989)

"Un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real"
Burrough (1986)

"Un sistema de base de datos en el cual la mayor parte de los datos están indexados espacialmente y que dispone de un conjunto de procedimientos para responder a cuestiones sobre las entidades espaciales de las bases de datos".
Smith et al. (1987)

“El Environmental Systems Research Institute Inc (ESRI, 1995) que es la principal empresa que comercializa este tipo de herramientas informáticas, los define como un conjunto organizado de hardware, software y datos geográficos, diseñados específicamente para capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y mostrar todo

Es un sistema con varios componentes software, hardware, equipo y personal que están desarrollando y apuntando a un objetivo común que es generar información a partir de elementos espaciales, es decir generar productos de información geográfica que permiten tomar decisiones, muchos de estos productos son planos y mapas geográficos.

2.2 COMPONENTES Y FUNCIONALIDADES DE LOS SIG¹

2.2.1 Componentes de un SIG

Se compone de seis partes fundamentales un SIG y son las siguientes (ver Figura 2.1):

❖ Tecnología

¹ Turbau E., Strobl J., Resl R. ((2007)). *Introducción a los sistemas de Información (1. Edición 2007)*.
Universidad San Francisco de Quito, UNIGIS, Quito.

- ❖ Datos
- ❖ Métodos
- ❖ Organizaciones
- ❖ Cuerpo de ideas
- ❖ Red

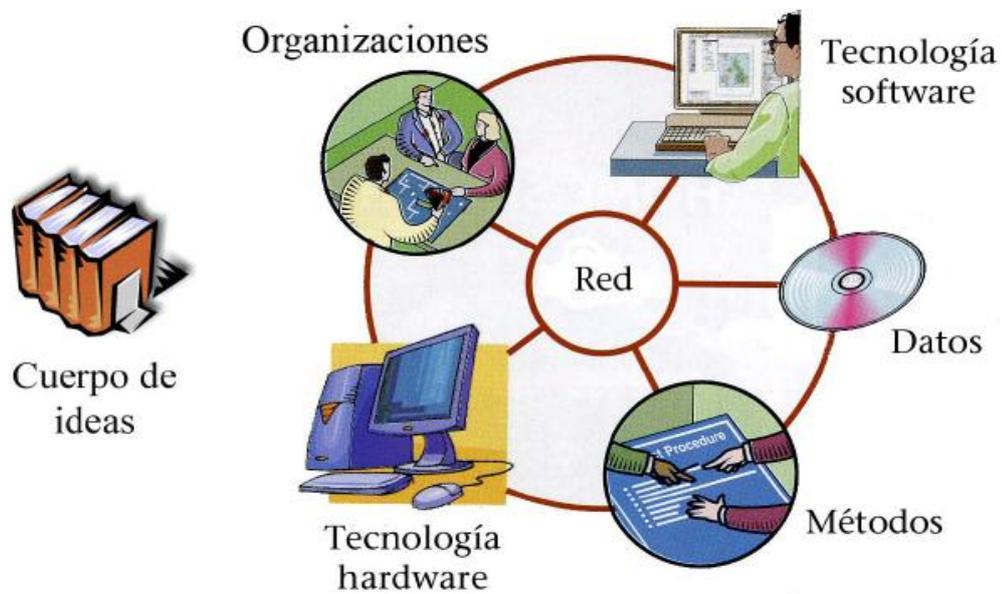


Figura 2.1: Los componentes del SIG. Fuente: Adaptado de Longley et al., 2005

Tecnología

La tecnología es un componente del SIG, que viene definido por el software y el hardware.

Esto incluye un conjunto de procesos que son la base de un software SIG, que consisten en una serie de algoritmos que sirven para acceder, presentar, analizar y sintetizar los datos almacenados en la base de datos, en función de sus atributos espaciales y también no espaciales. Relacionado con estos procesos hay otros para la gestión de datos, para la extracción de información de una base de datos, para la visualización y para llevar a

cabo otras funciones, así como la importación y exportación de los datos. Esto se encuentra integrado en un sistema operativo particular y se usa junto a otros programas en una misma sesión normal del ordenador.

Datos

Los datos son la parte del SIG mediante la cual representamos la realidad y a su vez, nos permiten enlazarla a situaciones y aplicaciones específicas. Los datos son una abstracción de la realidad y los almacenamos como códigos digitales en bases de datos. Entender lo que esto quiere decir requiere tener algún conocimiento sobre lo que se ve implicado en el proceso de abstracción y la tecnología de base de datos.

Métodos

Los métodos son procedimientos independientes, normas o especificaciones para llevar a cabo diferentes tareas relacionadas con el diseño, creación y funcionamiento de los SIG.

Hay métodos específicos para el análisis espacial, la manipulación de datos, el diseño de una base de datos, el análisis de las necesidades de los usuarios, la interpretación de mapas, etc. Cada proceso tiene un método y éste es el que determina el procedimiento lógico y las especificaciones de cada acción.

El método tiene la finalidad de establecer la estructura de un SIG y en concordancia con ello implementar aplicaciones que sustenten la toma de decisiones. Es el método el que determina la calidad del resultado obtenido o de la acción que hemos llevado a cabo. Por ello, el método es la clave de todo en las operaciones SIG, y entre otras cosas, será lo que determinará el éxito o fracaso del proyecto.

Organización

Un SIG sólo tiene sentido en el contexto de una organización. La organización está formada por una gran variedad de componentes, pero nosotros la definimos como el conjunto de objetivos, procesos, gestión, operadores y personal.

Antes de definir el SIG de una organización debemos prestar especial atención al proceso de gestión, los operadores y el personal, pues todos estos factores tienen una repercusión directa sobre el sistema que diseñaremos, cómo lo implantaremos y los mecanismos de control que se deberían seguir.

Cuerpo de ideas

El cuerpo de ideas que se esconde detrás de los SIG es el conjunto de ciencias, procesos, etc. que determinan el avance, el desarrollo y uso de los SIG. Dentro del cuerpo de ideas que yace tras el desarrollo del hardware debemos contemplar la ingeniería, las matemáticas y la física.

Redes

La red es cada vez más considerada un componente fundamental de los SIG, ya que permite la comunicación y compartir información de forma rápida y eficaz. Los SIG aparecen con fuerza en las redes, ya sea en Internet o en las intranets de las organizaciones. Internet fue diseñado como una red de conexión entre ordenadores, pero en la actualidad se está convirtiendo en el mecanismo social de intercambio de información.

2.2.2 Funcionamiento SIG

Los SIG operan como una base de datos geográfica asociada a los objetos existentes en un mapa digital, y dan respuesta a las consultas interactivas de los usuarios analizando y relacionando diferentes tipos de información con una sola localización geográfica. Esto es, conectando mapas con bases de datos.

Básicamente, el funcionamiento de un SIG pasa por las siguientes fases:

- ❖ Entrada de la información en el sistema, ya sea digital o pendiente de digitalización.
- ❖ Almacenamiento y actualización de las bases de datos geográficamente, es decir, georreferenciar la información mediante coordenadas geográficas de latitud y longitud o X, Y y Z.
- ❖ Análisis e interpretación de los datos georreferenciados.
- ❖ Salida de la información en forma de productos de información diferentes, que dependerán de las necesidades del usuario.

2.2.3 Funciones básicas de un SIG

Las tareas más importantes asociadas a un SIG son la selección, la adquisición y la conversión de los datos en formato digital, ver Figura 2.2

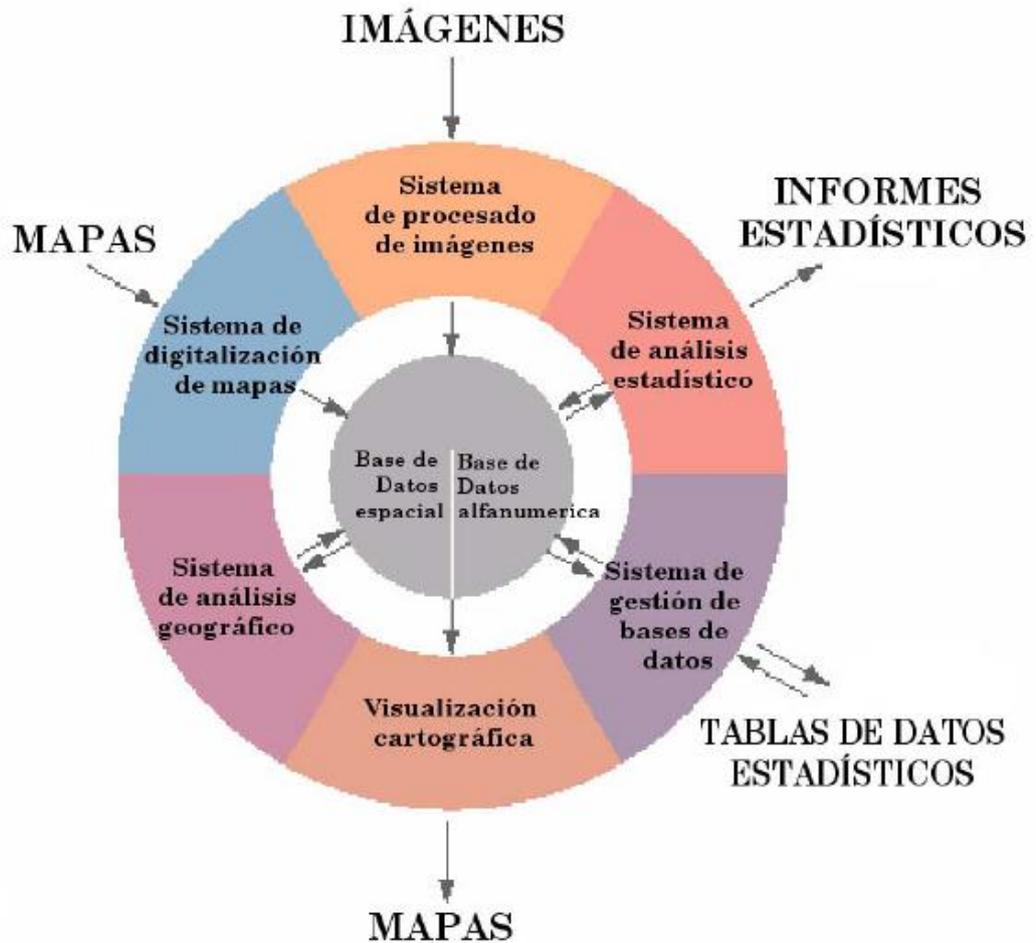


Figura 2.2 Funcionalidad de un SIG. Fuente: Adaptado de Eastman, 1999

Entrada de datos

Para trabajar con información, primero necesitamos de información. Existen diferentes maneras de capturar datos espaciales. Según el modo de adquisición, diferenciamos dos tipos de datos:

Los **datos primarios** son aquellos que son generados por un individuo u organización con la finalidad principal de usarlos ellos mismos. Normalmente han sido adquiridos siguiendo unas especificaciones (escala y resolución, clasificaciones y niveles de agregación, etc). Los datos primarios requieren trabajos intensos de recogida y

conversión. Por ello, generalmente tendrán mayor calidad para las aplicaciones específicas, pero tendrán mayores costos de producción.

Los **datos secundarios** son datos obtenidos a través de distribuidores externos. Por fortuna, las bases de datos digitales disponibles han aumentado en los últimos años. Una forma eficiente de implementar un SIG es limitar, desde un principio, la cantidad de tiempo y dinero necesario para desarrollar las bases de datos. De una forma bastante sencilla y poco costosa, podemos obtener los datos a través de servicios de distribución de modelos digitales de elevación, ortofotomapas, imágenes digitales, mapas temáticos, etc. El principal problema de trabajar con datos secundarios es que normalmente son distribuidos en un formato estándar y conllevan tareas de conversión.

Almacenamiento

En los procesos de captura generan gran cantidad de datos espaciales que necesitamos almacenar de alguna forma. Nos va a interesar guardar datos sobre los objetos geográficos: la geometría, los atributos y los métodos de acceso (índices), para poder recuperarlos con posterioridad.

Recuperación y análisis

Una vez que los datos son almacenados en el SIG, el usuario, por lo común, estará interesado en llevar a cabo diferentes operaciones de recuperación y análisis de los datos. El conjunto de módulos de aplicaciones de software SIG suelen contener las herramientas genéricas que un analista espacial puede usar para la manipulación y el análisis de los datos geográficos. Entre ellas, se incluyen funciones de procesamiento como recuperación, medición de áreas o perímetros, superposición de capas de información, álgebra de mapas o reclasificación de datos. Las funciones proporcionadas dependerán del paquete de software SIG que se utilice.

Salida de datos

El proceso de salida consiste en transferir los datos, imágenes o mapas contenidos en un SIG a otro medio o soporte, y no siempre implica un proceso de conversión de datos para traducirlos del formato original al formato receptor.

Mediante un SIG, podemos representar los datos almacenados a partir de una serie de criterios que tienen que permitir visualizar la información en función de nuestros objetivos. Estos criterios pueden basarse en las capas de información, la simbología o el fenómeno que queremos representar.

2.2.4 Porque un SIG

Por qué no nos mantenemos con sistemas alfanuméricos tabulares?, Por qué no podemos tener solo listados de postes, tramos de conductores, transformadores, clientes, etc; de una red de distribución eléctrica?,

Aquí aplica un gran refrán “Una imagen dice más que mil palabras.” eso significa que las palabras y los sistemas tabulares alfanuméricos son importantes, pero mucho más si estos están ligados a un elemento inteligente como puntos, líneas o polígonos dentro de una imagen con ubicación geográfica, entonces fácilmente yo puedo hacer click a este elemento y ver toda su historial de información. Entonces los SIG permiten hacer gestión de la información geográfica generada, permitiendo la toma de decisiones Gerenciales en forma rápida y oportuna.

2.3 APLICACIONES DE LOS SIG¹

A continuación se exploran algunas de las aplicaciones más importantes (Estel Turbau, Josef Strobl, Richard Resl, 2007) .

Administraciones

Las administraciones centrales o locales son las organizaciones que más utilizan los SIG, por ello más del 70% de las tareas en la administración están geográficamente relacionadas. En la actualidad, existen muchas aplicaciones que pueden ayudar en las diferentes tareas de gestión y decisiones políticas, por ejemplo, asesorías de impuestos, demarcaciones, seguros de viviendas, soluciones catastrales, aplicaciones legislativas, seguridad pública, desarrollo sostenible, planeamiento urbano, etc.

Catastro y planificación

El acceso al territorio y su uso es fundamental para el mantenimiento de nuestras vidas tal y como las conocemos: alimentación, vivienda, recreación, etc. La parcela de territorio es la unidad básica para el acceso, el control y la toma de decisiones en el terreno. La información actualizada y fiable del territorio se hace necesaria en muchos ámbitos: planeamiento territorial, desarrollo de infraestructuras y mantenimiento, protección ambiental y gestión de recursos, servicios de emergencia, programas de asistencia social, entre otros. Además es la base para el comercio, el desarrollo y otras actividades económicas.

Organizaciones no gubernamentales.

Las ONG utilizan la información geográfica para enfatizar problemas políticos y sociales, controlar epidemias o gestionar situaciones de catástrofe. Por ejemplo, el

proyecto “GenoDynamics” (www.genodynamics.com) utilizó los SIG para determinar cómo se propagaba en Rwanda la violencia organizada.

Compañías de servicios

Esto es, compañías de gas, teléfono, electricidad, agua y televisión por cable. Una sola compañía puede tener centenares o millones de clientes, varias redes y gran número de tuberías, o líneas, además de transformadores, postes de electricidad o teléfono, ... representando billones de euros de infraestructuras instaladas.

Una compañía de servicios recibe centenares de llamadas de mantenimiento al día. De forma que necesita guardar informes de todas las actividades, mantener información precisa sobre dónde está qué, mantener los datos actualizados, asignar las tareas diarias, proveer información a terceros, etc.

Transporte

Un departamento de transportes necesita almacenar información del volumen de vehículos, el estado del asfalto de todas las carreteras de una región, mantener el inventario de las señales de todas las vías, analizar datos de accidentes para localizar los llamados ‘puntos negros’. Un comercial necesita un sistema en el automóvil para localizar direcciones o rutas. Una compañía de envío de mercancías, necesita tener información de los vehículos y los paquetes, donde se encuentran.

Medio ambiente

En la actualidad las aplicaciones SIG sirven de gran utilidad en la gestión del medio ambiente, desde aplicaciones para la gestión de problemáticas ambientales a la evaluación y valoración de impactos ambientales. Se utilizan en proyectos de análisis multivariable, como en el caso de las evaluaciones de impacto ambiental, en el diseño

de puertos deportivos, nuevas urbanizaciones, campos de golf, etc. También en estudios de impacto paisajístico, turístico, etc.

Agricultura

En agricultura se encuentra en aumento el uso de mapas detallados e imágenes para planear los cultivos, analizar los campos y planificar aplicaciones eficientes de fertilizantes y químicos. Estas técnicas son conocidas como ‘agricultura de precisión’, y permiten obtener beneficios en la calidad y cantidad de las producciones agrícolas.

Silvicultura

En gestión forestal es necesario conocer qué clase de árboles está creciendo y dónde. Es necesario ser capaz de planificar las talas de madera de forma sostenible, para poder proveer la madera en un momento determinado pero manteniendo la salud del recurso forestal para el futuro. Se debe planificar cómo se va a transportar la madera, los métodos de tala y recogida de troncos, de acuerdo con la legislación ambiental.

CAPITULO 3

FUNDAMENTOS TEORICOS

3.1 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE UNA GEODATABASE SIG

El diseño de una geodatabase sirve para encontrar la mejor representación geográfica del mundo real, con métodos, procesos, normas o especificaciones de diseño del mundo real vamos hacia un modelo de datos y luego hacia una base de datos espacial denominada geodatabase, un modelo de datos es una simplificación de la realidad, como se puede ver en el siguiente Figura 3.1.

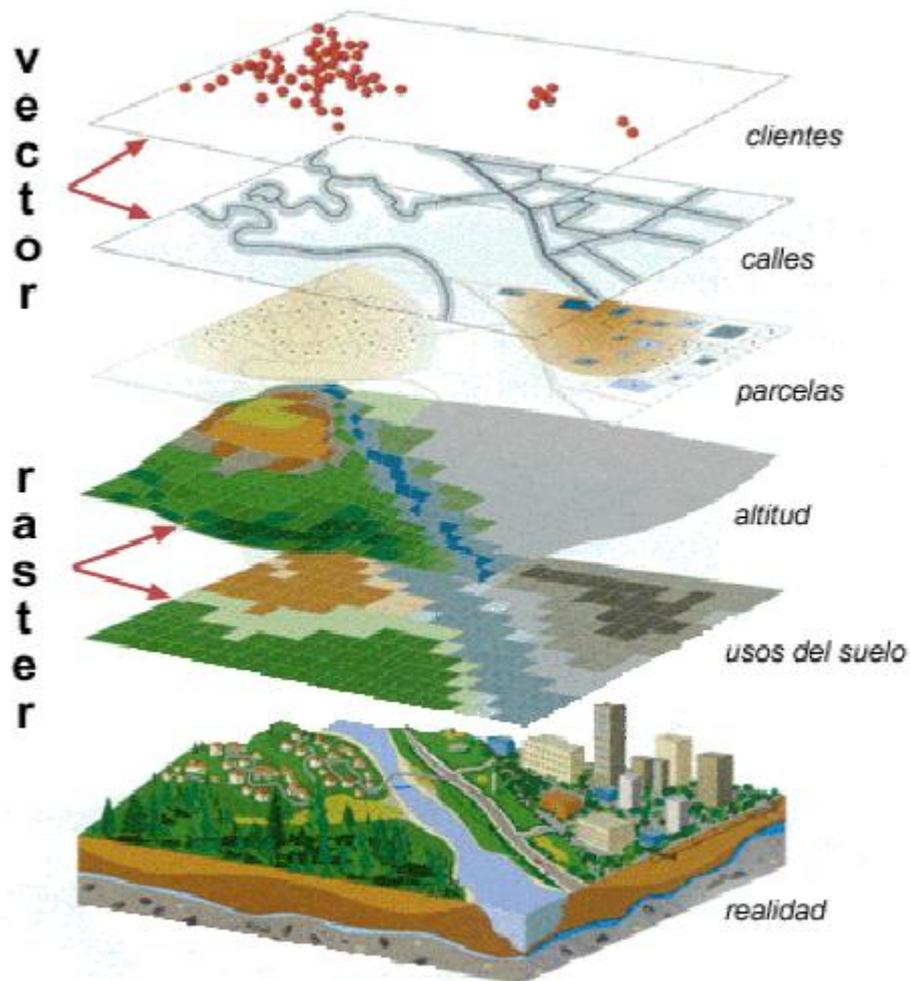


Figura 3.1 Esquema Diseño Geodatabase. Fuente: ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.)

Las estrategias que se pueden usar en general para crear una geodatabase, son a partir de un modelo de datos estándar de clase mundial caminando adaptando a nuestras necesidades. Un modelo de datos por lo general presenta, entidades, atributos de las entidades y relaciones entre entidades a nivel tabular y espacial.

3.2 QUE ES UNA GEODATABASE²

La geodatabase, es la estructura nativa de almacenamiento de datos para ArcGIS y que se almacenan en un sistema de archivos de carpeta, una base de datos Microsoft Access o una base de datos de sistema de gestión relacional multiusuario (DBMS), como IBM DB2, IBM Informix, Microsoft SQL Server, Oracle(Law, 2007). Es una base de datos geográfica que contiene entidades y datasets geográficos ver Figura 3.2, además proporciona relaciones entre diferentes entidades, asegura la integridad de datos y crea entidades inteligentes.

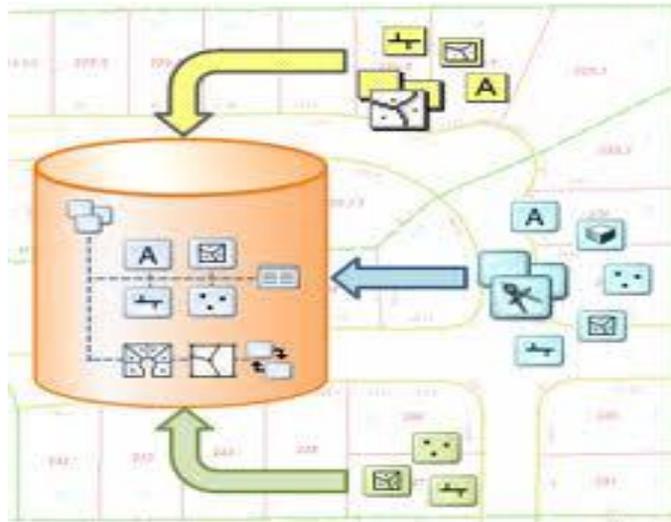


Figura 3.2 Definiendo la Geodatabase. Fuente: <http://www.sidwellco.com/gis-services/gis-data-creation/gis-data-conversion/>

3.3 COMPONENTES DE UNA GEODATABASE

Los componentes de la geodatabase son: Features Datasets, Feature Classes, Relationships Classes (Relaciones), Geometric networks (Red Geométrica), Topology (Topología), Network Datasets, Tables (Tablas), Raster Datasets (Fotografías), Raster Catalogos, Comportamiento, Toolboxes y elementos adicionales, definidos de la siguiente forma (ver Figura 3.3):

² García L., Otálvaro D., (2009) *Diseño de un Modelo de Datos Geográfico que Soporte la Gestión en Organizaciones Ambientales*. Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería postgrados de ambiental, Medellín, Colombia.

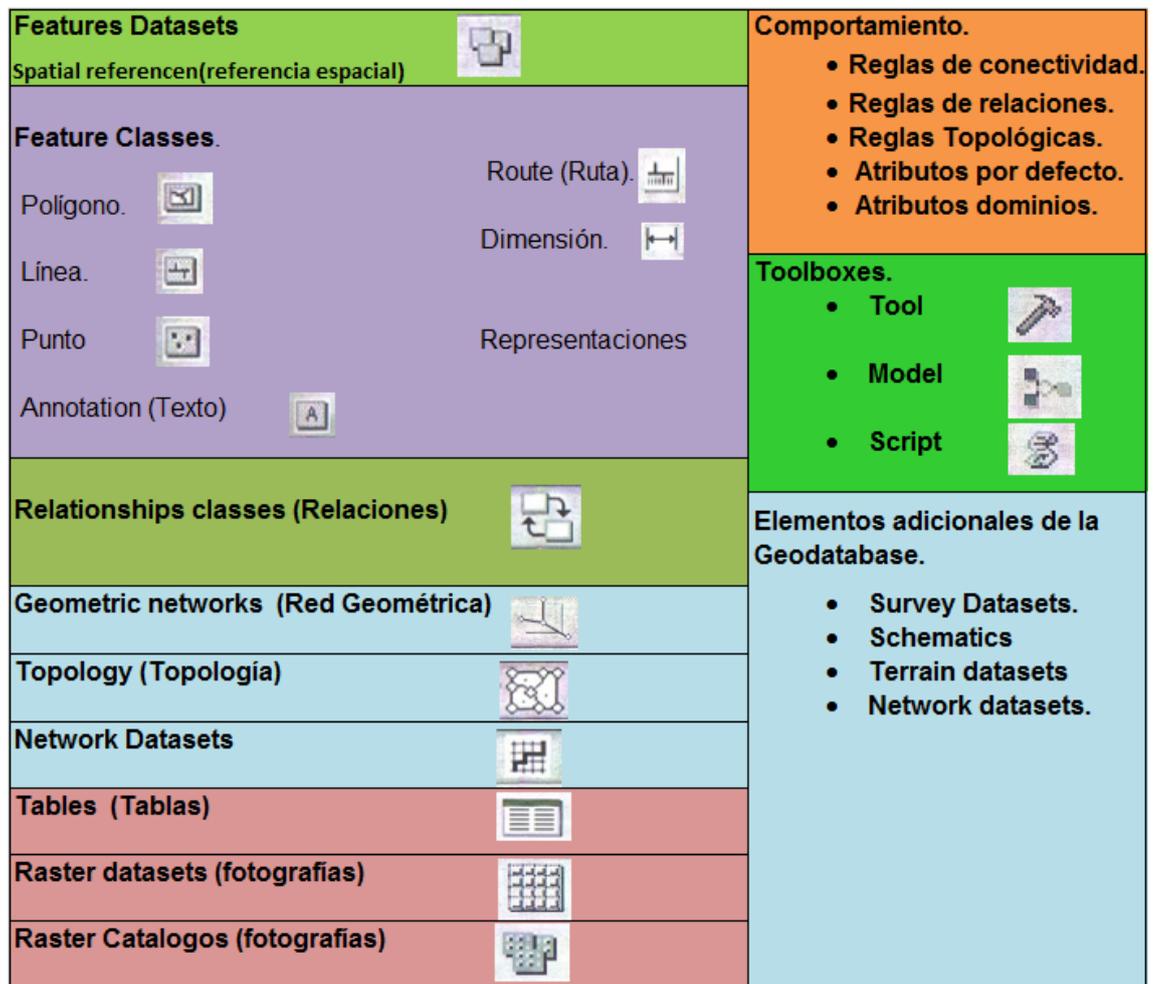


Figura 3.3 Elementos de una Geodatabase. Fuente: Adaptado Curso Telvent

3.3.1 Feature dataset

Es una colección de *feature classes* que comparten un sistema de coordenadas común.

Estos son necesarios si voy implementar comportamiento; topología, conectividad, y relaciones

3.3.2 Feature Classes

Es una colección de características con el mismo tipo de geometría: punto, línea o polígono, tabla que almacena entidades geográficas y atributos, permite coordenadas X,Y y Z; y M medidas, tiene asociado referencia espacial; sistema de coordenadas

geográficas y sistema de coordenadas proyectadas. Cada registro representa un feature, como se puede ver en la siguiente Figura 3.4.

The screenshot shows a GIS application window with a map on the left and a 'Table' window on the right. The map displays several transformer symbols, including one labeled '15564 37,5kVA' and another '24582'. A red arrow points from the selected feature in the table to its symbol on the map. The table has the following data:

Object Id *	Subtipo	Codigo Puesto	Potencia (kva)
1	Transformador Trifásico en Cabina	8748	100
2	Transformador Trifásico en Cabina	S/N	50
3	Padmounted Trifásico en Cabina	4429	250
4	Transformador Trifásico en Cabina	12373	30
5	Transformador Monofásico en Cabina	13491	25
6	Padmounted Trifásico Exterior	12002	225
7	Transformador Monofásico en Cabina	8941	37,5
8	Transformador Monofásico en Cabina	13060	25
9	Transformador Trifásico en Cabina	13128	75
10	Transformador Monofásico en Cabina	6702	50
11	Transformador Trifásico en Cabina	6701	75
12	Transformador Monofásico en Cabina	7608	37,5
13	Transformador Trifásico en Cabina	8597	75

Figura 3.4 Ejemplo Feature Classes. Fuente: SIG EERSSA

3.3.3 Raster dataset (fotografías)³

Una imagen en mapa de bits, también conocida como imagen matricial, bitmap o raster image (estos dos tomados del inglés), o imagen ráster (un calco del inglés), es una estructura o fichero de datos que representa una rejilla rectangular de píxeles o puntos de color, denominada matriz, que se puede visualizar en un monitor, papel u otro dispositivo de representación.

Pueden ser *dataset* simples o compuestos con múltiples bandas para distintos espectros o valores categóricos.

³ ESRI. (2011). Building geodatabases. California, USA.

3.3.4 Relationship class (Relaciones)

Es una tabla que almacena relaciones entre características u objetos en dos *feature class* o tablas, Permite accesos de escritura y lectura, tiene integridad referencial y reglas de relaciones.

3.3.5 Geometric Network (Red Geométrica)³

Las redes geométricas se componen de dos elementos principales: líneas (edges) y puntos (junctions).

Una red geométrica es un conjunto de líneas y puntos conectados, junto con reglas de conectividad. Se utiliza para representar y modelar el comportamiento de una infraestructura de red común en el mundo real. En la siguiente Figura 3.5, una red geométrica modela el flujo de agua por las tuberías principales de agua y los servicios de agua conectados por ajustes de puntos (junctions):

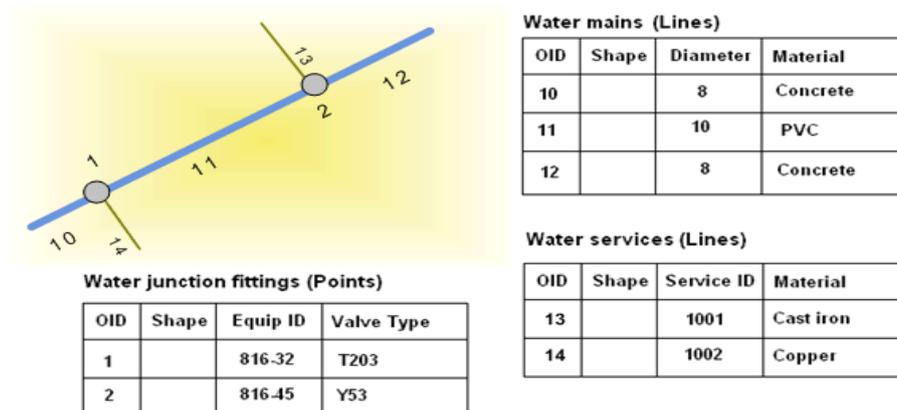


Figura 3.5 Modelo de red de agua. Fuente:

<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/00v2000000m000000/>

Líneas (edges): Una línea es una entidad que tiene una longitud a través de la cual fluye algún producto. *Ejemplos de líneas: las cañerías del agua, las líneas de transmisión de la electricidad, las conducciones del gas y las líneas telefónicas.* Hay dos tipos de líneas en una red geométrica:

Líneas simples: Las líneas simples permiten entrar por un extremo de la línea y salir por el otro extremo de la línea. El recurso no se puede vaciar ni salir a lo largo de la línea simple; sola puede salir de la línea por su extremo.

Líneas complejas: las líneas complejos permiten que los recursos fluyan de un extremo al otro, igual que las líneas simples, pero también permiten vaciar los recursos a lo largo de la línea sin tener que dividir físicamente la entidad de eje.

Puntos (junctions): un punto es una entidad que permite que dos o más líneas se conecten y facilita la transferencia de flujo y recursos entre las líneas. Los puntos se crean a partir de clases de entidad de puntos en un dataset de entidad. *Ejemplos de confluencias o puntos: fusibles, conmutadores, grifos de servicio y válvulas.*

3.3.5.1 Red geométrica en la geodatabase³

La geodatabase proporciona, modelo de datos con entidades simples y complejas, reglas de conectividad, pesos y coincidencia lineal basada de la red topológica. Internamente la geodatabase guarda dos componentes, Features classes físicamente puntos (junctions) y líneas (edges); y red lógica donde las tablas de la base de datos guardan las reglas de conectividad y comportamiento.

Red lógica

La red lógica es el gráfico de conectividad que se utiliza para las operaciones de trazado y de flujo. Toda la conectividad entre las líneas y los puntos se mantiene en la red lógica. La red lógica se administra como una colección de tablas que crea y mantiene la geodatabase. En estas tablas se registra cómo se conectan entre sí las entidades implicadas en una red geométrica. La red lógica permite a la red geométrica detectar y modelar rápidamente las relaciones de conectividad entre líneas(edges) conectados y puntos(junctions) en una red geométrica durante la edición y el análisis. Esto permite el

trazado rápido de la red y facilita la generación de conectividad al vuelo ("on the fly") durante la edición.

Reglas de Conectividad³

Las reglas de conectividad de red limitan el tipo de entidades de red que se pueden conectar entre sí y el número de entidades de cualquier tipo concreto que se pueden conectar a entidades de otro tipo. Estableciendo estas reglas, junto con otras tales como dominios de atributo, puede mantener la integridad de los datos de red en la base de datos. En cualquier momento, puede validar entidades selectivamente en la base de datos y generar informes sobre qué entidades de la red no son válidas, es decir, están infringiendo una de las reglas de conectividad o de otro tipo, ver Figura 3.6

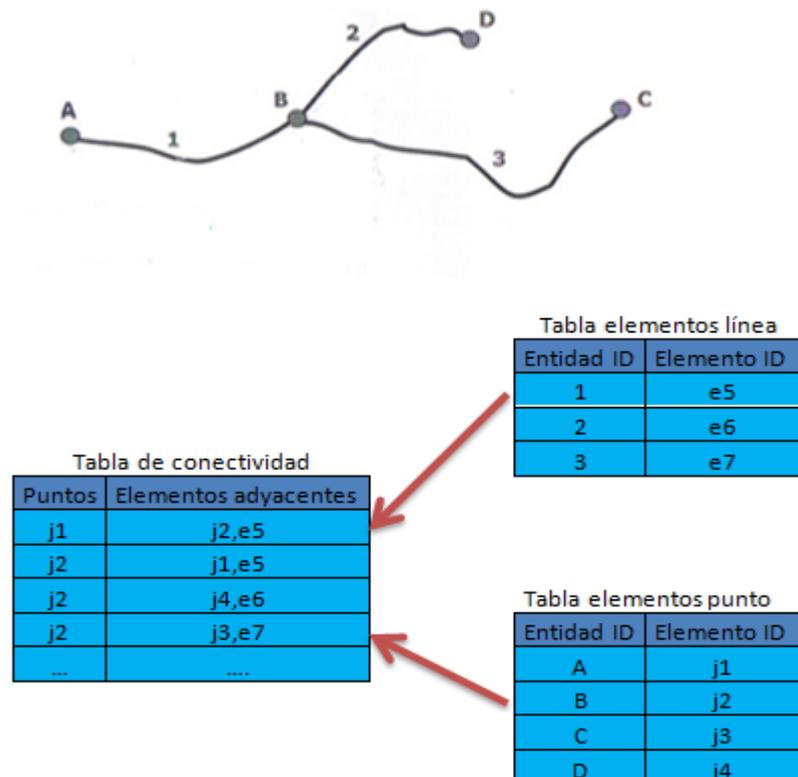


Figura 3.6 Vista de una red lógica. Fuente: Adaptado Curso Telvent

Tipos de reglas de conectividad

Hay dos tipos de reglas de conectividad: reglas de edge(línea)-punto(junction) y reglas de línea(edge)-línea(edge).

Reglas de línea(edge)-punto(junction): Define el número de líneas(edges) que pueden ser conectadas a un punto (junction) y el número de puntos (junctions) que pueden ser conectados a una línea (edge). Ejemplo de matriz de conectividad de línea (Edge)-punto (junction) ver Figura 3.7

Una T puede conectarse de 0 a 1 Hidrantes laterales

		Puntos(Junctions)									
		Terminal	Ajustes				Válvulas				
			T	Reductor	Tapón	Llave	Hidrante				
Líneas(edges)	Principal	0.22	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3		
	Lateral	0.22	0.3								
	Hidrante lateral	0.1	0.1				0.1	0.1	1.1	1.1	

Un Hidrante lateral puede conectarse de 0 a 1 Ts

↑
Punto por defecto

Figura 3.7 Ejemplo de Matriz de conectividad Línea-Punto. Fuente: Adaptado Curso Telvent

Reglas de línea(edge)-línea(edge): Una regla de línea(edge)-línea(edge) es una regla de conectividad que establece que un línea de tipo A puede conectarse a un línea de tipo B a través de un conjunto de confluencias o puntos. Las reglas de línea(edge)-línea(edge) siempre implican un conjunto de confluencias o puntos. Ejemplo de matriz de conectividad línea(edge)-línea(edge) ver Figura 3.8

		Todos los puntos												
		Ajustes					Pozos de revisión			Válvulas				
		Terminal	Codo	General	Desague	Conector(Tapon)	Reductor	Union	Salida de limpieza	Desviación	Estándar	Deposito	Liberación de aire	Reflujo
Todos las combinaciones de línea a línea (edge-edge)	Desde línea	a línea												
	Tubería principal	Tubería lateral					D							
	Tubería principal	Tubería principal		D										
	Tubería principal	Tubería de caída lateral												
	Tubería principal	Tubería de caída principal			D									
	Tubería principal	Sifón												
	Tubería lateral	Tubería lateral		D										
	Tubería lateral	Tubería de caída lateral			D									
	Tubería lateral	Tubería de caída principal			D									
	Tubería lateral	Sifón												

Conexión no válida

Figura 3.8 Ejemplo de matriz de conectividad línea-línea. Fuente: Adaptado Curso Telvent

3.3.6 Topología

Es el procedimiento por el cual se logra obtener un conjunto de entidades relacionadas entre sí a través de las relaciones de proximidad y de enlace, formando redes de entidades continuas. El objetivo de la topología es permitir recorrer el territorio representado en el SIG desde una entidad a otra con múltiples propósitos. Estas relaciones entre entidades gráficas pueden ser:- La contigüidad- La conectividad- La inclusión- La proximidad

Contigüidad: Esta estructura topológica permite investigar cuáles son las entidades que hay en su al rededor.

Conectividad: Permite la conexión entre las distintas entidades a través de los nodos, para poder efectuar un análisis de redes.

Proximidad: Se puede saber los objetos existentes en un radio genérico.

3.3.7 Geodatabase tablas

Son colecciones de filas y columnas, pueden participar en una relación, son elementos no espaciales, almacenan datos de atributo, direcciones, y localizaciones, etc. Es información o datos descriptivos de elementos, tiene una estructura de filas y columnas, en el caso de los SIG, trabaja con capas temáticas, cada capa tiene una tabla de atributo asociada. Cada fila es un registro de un dibujo, cada columna es un atributo o campo, ver Figura 3.9

Rowid	ZONE_CODE	DESCRIPTION
1	000	NODATA
2	AGR	Agricultural
3	AIR	Airport
4	COM	Commercial
5	FLD	Flooded
6	IND	Industrial
7	INS	Institutional
8	OS	Open Space
9	RES	Residential
10	SDP	Special Development Plan
11	TNS	Transitional

Figura 3.9 Tabla de una geodatabase. Fuente: Adaptado Curso Telvent

Las tablas se asocian a partir de valores en un campo llave común, los campos deben ser del mismo tipo, se debe conocer el tipo de relación de las tablas. La relación entre tablas se da por los diferentes tipos de cardinalidad, uno-a-uno, uno-a-muchos o muchos-a-uno y muchos-a-muchos.

3.3.8 Raster en la geodatabase⁴

Incluyen imágenes satelitales, fotografías aéreas e información escaneada. Las fotografías aéreas e imágenes satelitales requieren un proceso previo de orto

⁴ ESRI. (2011). *Vista general del diseño de geodatabases*. California, USA.

rectificación y georeferenciación, de manera que puedan ser correctamente incorporadas al sistema. Las imágenes escaneadas sin este proceso se utilizan con frecuencia como referencia o fondo para los mapas en formato vector, de manera que proporcionan una información visual que puede resultar igualmente valiosa.

3.3.9 Comportamiento de la Geodatabase⁵

El comportamiento de la geodatabase esta implementada a través de, subtipos, dominios, reglas topológicas, reglas de relaciones de clase y reglas de conectividad.

Subtipo: Forma de clasificación interna a nivel de un *feature class*. Los subtipos pueden tener un comportamiento diferente en su interior. En ellos los elementos se agrupan en clases, las cuales son un conjunto homogéneo de elementos básicamente del mismo tipo pero pueden contener variaciones considerables.

Dominios: Forma de limitar las entradas (datos) de un campo. Deben cumplir unas reglas. Pueden ser: un rango de valores o lista de valores. A través de los dominios, un atributo puede tomar un valor de un conjunto de valores predefinidos, con lo que se evita el ingreso de datos erróneos en la base de datos, se asegura una mayor compatibilidad y corrección en los datos y se permite un valor por defecto, inclusive para cada subtipo.

3.4 MODELO DE DATOS⁶

Un modelo de datos es el corazón de cualquier Sistema de Información Geográfica (SIG). Un modelo de datos es un conjunto de constructos para escribir y representar una parte (objeto, proceso) del mundo real en un sistema digital de computador. Los procesos para llegar al esquema de una geodatabase o modelado de datos son los siguientes: Modelo Conceptual, Modelo Lógico y Modelo Físico.

⁵ ESRI. (2011). *Data Models Introduction*. California, USA

⁶ Landivar, L. (2011, octubre). *Taller de revisión y análisis del modelo de datos de Telvent*. Curso desarrollado a los miembros del comité del sistema de información geográfico SIG de las Empresas Eléctricas del Ecuador en el centro de Capacitación de la Centrosur, Cuenca, Ecuador.

3.4.1 Lenguaje de modelo unificado (UML)

El UML “Unified Modeling Language” es un lenguaje descriptivo formal que unifica varias de las metodologías comúnmente utilizadas por los ingenieros en la modelación de sistemas. Es un lenguaje y no sólo una técnica de diagramación. Se utiliza para definir, visualizar, construir y documentar sistemas de software. UML se define oficialmente por el OMG “Object Management Group” y ha sido oficialmente convertido en un estándar internacional definido actualmente como la norma ISO/IEC 19501:2005 Tecnología de la información - Procesamiento distribuido abierto - Lenguaje de Modelado Unificado (UML), versión 1.4.2. Los Diagramas UML se utilizan para proporcionar tres diferentes puntos de vista de un modelo:

- ❖ Requerimientos funcionales
- ❖ Estructura estática
- ❖ Comportamiento dinámico

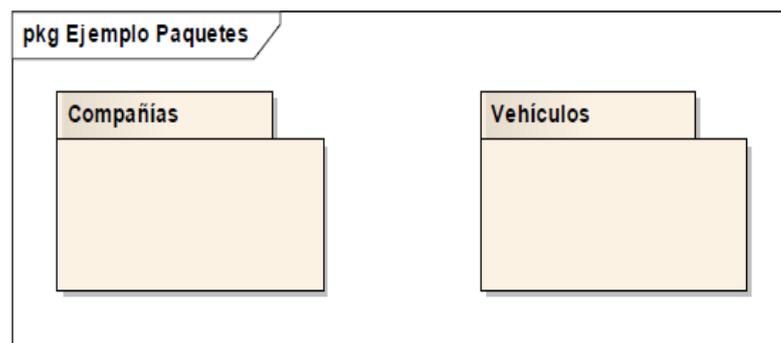
Los Modelos UML se pueden intercambiar entre las herramientas UML y sistemas de software y utilizando el formato de archivo XMI “XML Metadata Interchange”.

Diagramas de Clases UML

Los Diagramas de clase UML proporcionan un medio para representar visualmente las jerarquías de objetos y relaciones. Esta sección proporciona un ejemplo sencillo de cómo los diagramas de clase se pueden utilizar para representar un modelo que es independiente de la plataforma de implementación. Una clase representa un tipo específico de objeto. Una jerarquía de clases es un modelo del sistema que representa cada componente como una clase separada. Como principio general de modelización, la jerarquía de clases debe representar la estructura del mundo real del sistema.

Paquetes

Los Diagramas de clase UML se puede dividir en grupos separados de clases. Estos grupos de clases se denominan **paquetes**. En el diagrama de clases, éstos son diagramados como carpetas. Los paquetes pueden pensarse que son similares a las carpetas o directorios en un sistema de archivos informáticos, ver siguiente gráfico.



Cada paquete tiene un nombre que debe ser descriptivo del grupo de clases contenidas en el paquete. Al igual que el contenido de las carpetas en un sistema de archivos, las clases en la carpeta deben estar relacionadas, y los diferentes paquetes deben ser descritos de manera que ayuden al lector a entender las agrupaciones.

Clases

Las clases son los tipos específicos de cosas que se están modelando. Cuando se está modelando un sistema, la tarea de dividir el sistema en los diferentes tipos de cosas que estarán representados es un primer paso clave. Por ejemplo, si alguien quisiera construir un modelo a ser utilizado por un sistema de Recursos Humanos, se puede crear clases como los empleados, directores, departamentos, y los beneficios. Obtener el correcto grupo de clases definidas para un problema particular es un reto y por lo general le toma tiempo a un modelador con experiencia hacerlo "bien".

En los diagramas de clases UML, las clases son diagramadas como cajas con el nombre de la clase en la parte superior de la caja. Cada clase pertenece a un paquete específico, al igual que un archivo se ubica dentro de un directorio o carpeta.

Uno de los retos para obtener el correcto conjunto de clases definidas es anticipar los futuros cambios y nuevos requerimientos. El objetivo es diseñar las clases para que los nuevos requerimientos no requieran cambios a las clases ya definidas.

Herencia

Una forma de reducir el impacto del cambio en el sistema es hacer uso de un concepto llamado **generalización o herencia**. La herencia nos permite definir clases muy generales y muy específicas, y definir una relación entre las clases específicas y clases generales. La asociación entre la clase más específica y la clase más general se denomina herencia.

Hay una buena razón para hacer esto. El Código, los mensajes y las operaciones de software pueden ser definidos para trabajar con la clase más general posible, luego si se define una nueva y más específica clase heredada de la clase general, todo el software que trabaja sobre la clase general seguirá funcionando con la nueva clase.

Por ejemplo, si usted ha definido una clase general llamada vehículo y construye clases más específicas para el automóvil y motocicleta, todo el código que funciona en el vehículo también trabajaría para un automóvil y una motocicleta, y lo más importante sería trabajar en un nuevo tipo de vehículo que se agregaría a futuro.

En UML, la herencia se muestra con una flecha que va desde una caja asociada con la clase más específica a la caja que representa la clase más general. La generalización de las clases puede ser extendida para varios niveles, dando lugar a un diagrama de clases que tiene algunas clases muy generales y múltiples niveles de las clases más específicas.

Comúnmente se suele llamar a las clases más específicas "clases hijos" y a las clases más generales "clases padres". Cuando existen múltiples niveles de herencia, las clases hijos también pueden ser clases padres de otras clases hijos.

Atributos

Las clases tienen propiedades o elementos llamados atributos que describen este tipo de cosas. Cada clase puede tener múltiples instancias de esa clase que se llaman objetos. Cada instancia de objeto tiene el mismo número y tipo de atributos, pero con sus propios valores internos.

En los diagramas de clases UML, la parte inferior de cada caja asociada a una clase específica es una lista de los nombres de atributos y el tipo de datos asociada de dicho atributo. Es importante entender que no sólo la clase tienen los atributos enumerados en la caja de esa clase, sino que también tiene todos los atributos asociados con las clases que hereda.

Asociaciones

Las clases también tienen relaciones que describen como un objeto se relaciona con o conectado a otros objetos. Estas relaciones se llaman las asociaciones en UML. Al igual que los atributos, cada instancia de objeto tiene el mismo número y tipo de asociaciones, pero con sus propios valores internos. Hay tres tipos de asociaciones que se pueden representar. El primero se llama una **asociación simple**, el segundo es un tipo especializado de asociación llamada **agregación**, y el tercero se llama **composición**. Las Asociaciones **simples** muestran que dos clases tienen una conexión, una asociación de **agregación** indica una conexión más cercana que significa que el objeto es conformado por los otros objetos, o se dice que contiene los objetos asociados.

Lenguaje extensible de Marcas (XML)

El XML “eXtensible Markup Language” es una especificación para crear lenguajes de marcas o etiquetado, que son formas de codificar información y meta-información de manera transparente, sin ambigüedades la comunicación de la información puede ser intercambiada entre aplicaciones y sistemas informáticos. HTML “Hyper Text Markup Language” y SGML “Standard Gneralized Markup Language” (SGML) son ejemplos de lenguajes de marcas bien conocidos. Es una simplificación o derivación del SGML (ISO 8879), algunas de sus ventajas son:

- ❖ Es extensible: Después de diseñado y puesto en producción, es posible extender XML con la adición de nuevas etiquetas, de modo que se pueda continuar utilizando sin complicación alguna.
- ❖ El analizador es un componente estándar, no es necesario crear un analizador específico para cada versión de lenguaje XML. Esto posibilita el empleo de cualquiera de los analizadores disponibles.
- ❖ Si un tercero decide usar un documento creado en XML, es sencillo entender su estructura y procesarla. Mejora la compatibilidad entre aplicaciones. Podemos comunicar aplicaciones de distintas plataformas, sin que importe el origen de los datos, es decir, podríamos tener una aplicación en Linux con una base de datos Postgres y comunicarla con otra aplicación en Windows y Base de Datos MS-SQL Server.
- ❖ Transforma datos en información, pues se le añade un significado concreto y los asocia a un contexto, con lo cual tenemos flexibilidad para estructurar documentos.

La sintaxis del XML utiliza etiquetas para denotar los elementos dentro de un documento. Cada elemento se expresa como una etiqueta abierta y cerrada, entre ellas va el contenido de los datos de la siguiente forma:

<Etiqueta> ... Contenido de Datos ...</Etiqueta>

Una entidad puede contener sus propios atributos, los cuales son expresados:

<Etiqueta Atributo1="texto" Atributo2="1234"/> ó

<Etiqueta Atributo1="texto" Atributo2="1234">...</Etiqueta>

Mediante la adición de restricciones, XML puede ser utilizado para crear "lenguajes de aplicación". Para los propósitos del CIM, XML se puede utilizar para definir ontologías, incluyendo 'Resource Description Framework' (RDF) y 'Web Ontology Language' (OWL), que se describen en las siguientes secciones.

3.4.2 Modelo Conceptual, Físico y Lógico¹

Modelo conceptual: Representa el nivel más alto en el modelado de datos, debido a que describe el contenido más que la estructura de almacenamiento de la base de datos. Usa expresiones y diagramas conocidos como esquemas conceptuales cuyo proceso de comprensión y transformación de los requerimientos de los usuarios es demasiado complicado para ser realizado en forma apropiada por un software.

Modelo lógico: consolida, refina y convierte el esquema conceptual en un sistema específico de modelado definido como esquema lógico, a través de tres pasos: i. Proyectar el esquema conceptual al esquema lógico, ii. Identificar las claves principales y foráneas y iii. Normalizar las tablas de atributos. El esquema lógico no representa aún la implementación completa del modelo de datos, debido a que solo es expresado en términos de las características de la base de datos sin tener en cuenta los requerimientos del hardware tales como estructuras de almacenamiento y volúmenes de datos.

Modelo físico: representa el nivel más bajo en el modelado de datos. Define la estructura específica de almacenamiento y las rutas de acceso a las bases de datos. Especifica cómo los datos serán almacenados y cómo fluirán dentro del proceso. Por lo tanto, este modelo es dependiente del software y del hardware que serán utilizados. El resultado es un esquema físico conocido como diccionario de datos que contiene las características de los ítems y las especificaciones de la base de datos física.

3.4.3 Jerarquía de clases

La jerarquía de clases está dada definida por clases abstractas y concretas, la **clase abstracta** es una clase de la cual no se pueden definir (construir) instancias (objetos), porque esta clase representa una abstracción del conjunto de figuras posibles y la **clase concreta** es una clase instanciable (puede tener instancias directas) puede ser usada para crear un objeto. En la siguiente Figura 3.10 se puede apreciar un en diagrama UML una clase concreta y abstracta.

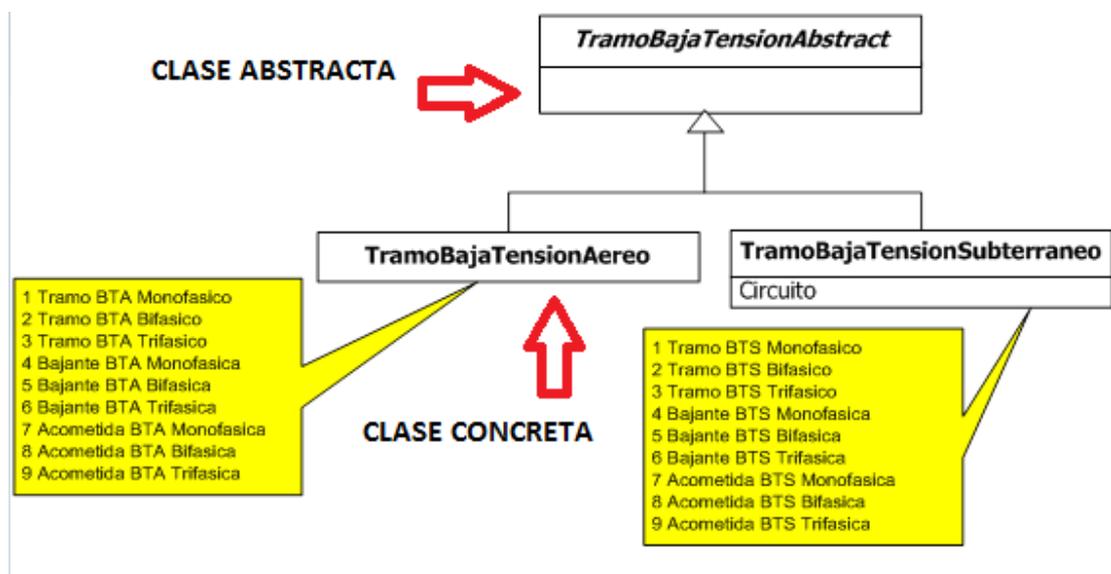


Figura 3.10 Ejemplo UML clase concreta y abstracta. Fuente: Modelo de datos Nacional MEER.

CAPITULO 4.

MODELADO DE DATOS

4.1 INTRODUCCION

En la actualidad el éxito en la gestión de toda empresas se soporta en procesos sólidos y eficientes, que faciliten a los administrados la toma de decisiones gracias a la consistencia, integridad, oportunidad y disponibilidad de la información que generen sus sistemas de gestión empresarial y sus sistemas de misión crítica como son: ***El Sistema Comercial (SIC), ERP, SIG, OMS, DMS, SCADA, CRM, RCM, AMI, entre otros;*** lo que a su vez implica que el modelo debe orientarse a establecer la estandarización de un lenguaje común que integre todos esos sistemas técnicos que sirven para mejorar la gestión de las EDs. Uno de los estándares en el que hay que guiarse es la especificación Multispeak versión 3, esos sistemas deben estar orientados a responder a un nuevo concepto de funcionamiento de la Red Eléctrica y a una nueva forma de integración.

4.2 ESPECIFICACION MULTISPEAK⁷

4.2.1 ¿Que es MultiSpeak ?

MultiSpeak es una especificación que se basa en un modelo de datos y atributos, destinados para la automatización de los procesos de negocio y el intercambio de datos entre aplicaciones de software comúnmente aplicado en los pequeños servicios públicos de electricidad, tales como las distribuidoras eléctricas. La base de la especificación es un acuerdo sobre los detalles de los objetos o elementos de datos en uso común en pequeñas empresas eléctricas que necesitan ser intercambiados con otras aplicaciones de software más completa. La especificación también define las interfaces estandarizadas entre las aplicaciones de software que son comúnmente aplicados en pequeñas utilidades. El intercambio de datos entre aplicaciones es en base a XML.

¿Cómo se desarrolló MultiSpeak?

MultiSpeak fue desarrollado por la Iniciativa MultiSpeak, un esfuerzo de colaboración entre la Asociación Nacional de Cooperativas Eléctricas Rurales (NRECA) y software proveedores de servicio de la industria eléctrica. Los vendedores, junto con los consultores contratados por NRECA, se han reunido más de 20 veces desde octubre de 1999 para diseñar los requerimientos de interfaces de software.

¿Cuál es la versión actual de MultiSpeak? MultiSpeak encuentra actualmente en su tercera versión. Tabla 4-1 compara el más reciente liberación, MultiSpeak versión 3.0 (MultiSpeak 3), con las dos versiones anteriores, las versiones 1.1 y 2.2.

⁷ Gary A., Warren P., Cornice Engineering, Inc. (2006). *MultiSpeak® version 3.0 user's guide*. Paragosa Esprings, Colorado: National Rural Electric Cooperative Association National, 4301 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22203, disponible en <http://www.multispeak.org/about/Specification/Pages/default.aspx>.

Tabla 4.1. Características de las diferentes versiones de la especificación MultiSpeak. Fuente: Adaptado Guía de Usuario MultiSpeak Versión 3.

Versión	Fecha	Aplicaciones que cubre	Número de interfaces definidas	Número de datos de objetos	Soporta transferencia de paquetes	Soporta transferencia de datos en tiempo real	Soporta opciones de comunicaciones	Tipos de pruebas	Comentarios
1.1	1-12-00	CIS	7	45	√		Transferencia de paquetes		Interfaces definidas entre aplicaciones
		GIS					SOAP mensajes		
		Análisis de Ingeniería					TCP/IP sockets		
		IVR							
		Estacamiento automatizado							
2.2	1-10-03	Todas ls aplicaciones cubiertas por la versió 1.1 mas	29	250(aprox)	√	√	Transferencia de paquetes		Interfaces definidas entre funciones
		SCADA					SOAP mensajes		
		AMR					TCP/IP sockets		
		OMS							
		Manejador de carga							
		CRM							
3.0	1-12-05	Todas las aplicaciones cubiertas por la versió 2.2	29	275(aprox)	√	√	Transferencia de paquetes	Interoperabilidad	Aplicaciones Servicios Web
							Servicios Web		Interfaces definidas entre funciones

MultiSpeak 3 se ha mejorado considerablemente y se expandió sobre la versión 2.2 en un número de aspectos críticos.

La versión 3.0 lleva adelante las interfaces que se definieron en la versión 2.2 (ver Figura 4.1), pero mejora algunas de las definiciones de los datos subyacentes y más compatibles con algunos procesos de negocio, además el marco de mensajería y múltiples opciones de transporte en tiempo real fueron sustituidos por un único transporte en tiempo real bien definido y los servicios web estandarizados con mucha claridad, es decir incluye intercambio de información a través de servicios web con una comunicación en tiempo real y se puede enviar datos masivos.

La versión 3.0 añade un medio para enviar grandes transferencias de archivos XML y mejorar el rendimiento, minimiza los problemas con el análisis archivos inmanejables y reduce las limitaciones de ancho de banda.

4.2.2 ¿Qué aplicaciones de software se cubre con MultiSpeak ?

La Iniciativa MultiSpeak se centró inicialmente en cinco aplicaciones de software tras oficina (back-office) (Véase el Tabla 4.1): Sistemas de Información del Cliente (CIS), Sistemas de Información Geográfica (SIG), Ingeniería de análisis (EA), Los sistemas interactivos de respuesta de voz (IVR) y Replanteo automatizado (Staking)

MultiSpeak versión 2.2 amplió la cobertura de la especificación para incluir los siguientes sistemas: Adquisición de control y supervisión de datos (SCADA), Lectura automática de medidores (AMR), Interrupción de administración (OM), Administración de la carga (LM) y Gestión de clientes (CRM)

MultiSpeak 3 soporta todos los tipos de aplicación cubiertas en la versión 2.2, además incluye soporte para integración en tiempo real utilizando los servicios web, se puede enviar gran volumen de información.

4.2.3. ¿Cuáles son las funciones definidas MultiSpeak?

Las versiones 2.2 y 3.0 de MultiSpeak se definen en términos de funciones del software. En la sección 4.2.6 se ilustran las funciones MultiSpeak definidos. Las funciones son conectadas a través de las interfaces a través del cual los datos se intercambian

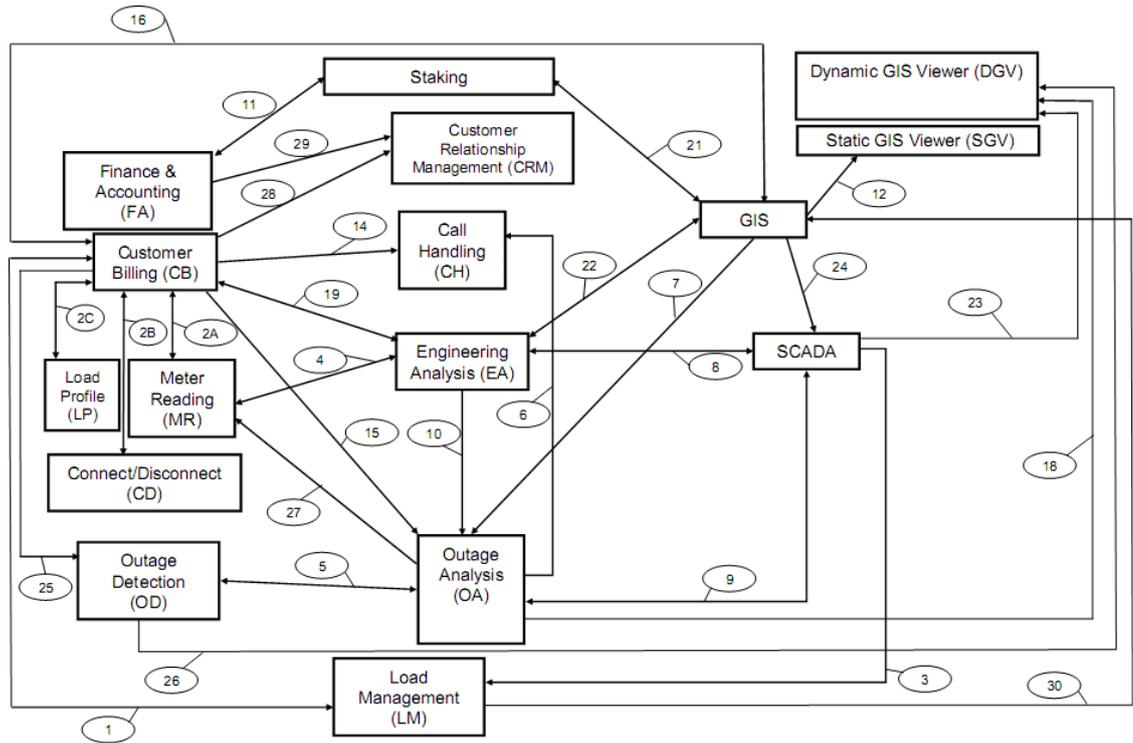


Figura 4.1 MultiSpeak versión 3.0 Modelo de Proceso. Fuente: Guía de Usuario MultiSpeak

Versión 3

4.2.4 ¿MultiSpeak ofrece una interoperabilidad de hardware "plug-and-play"?

Por desgracia, los requisitos para la integración de aplicaciones de software en el industria de servicios públicos son demasiado complicadas y diversas para cualquier especificación única para proporcionar un universal "plug-and-play" solución para cada utilidad. El MultiSpeak especificación ha sido diseñada desde cero para hacer frente a la mayoría de la integración común que necesita las pequeñas utilidades, pero no es garantizado para resolver todos los problemas. Sus vendedores todavía puede tener que crear interfaces especiales o afinar sus interfaces MultiSpeak para cumplir con las específicas necesidades de los servicios públicos.

MultiSpeak interfaces definidas

Figura 4.2 indica (i), que interfaces se definen en MultiSpeak 3 por lotes y en tiempo real comunicaciones (aquellos indicados por líneas continuas en la Figura 4.2) y (ii) procesos de negocio subyacentes únicamente cuando sean remitidas en tiempo real (los denotado por líneas discontinuas).

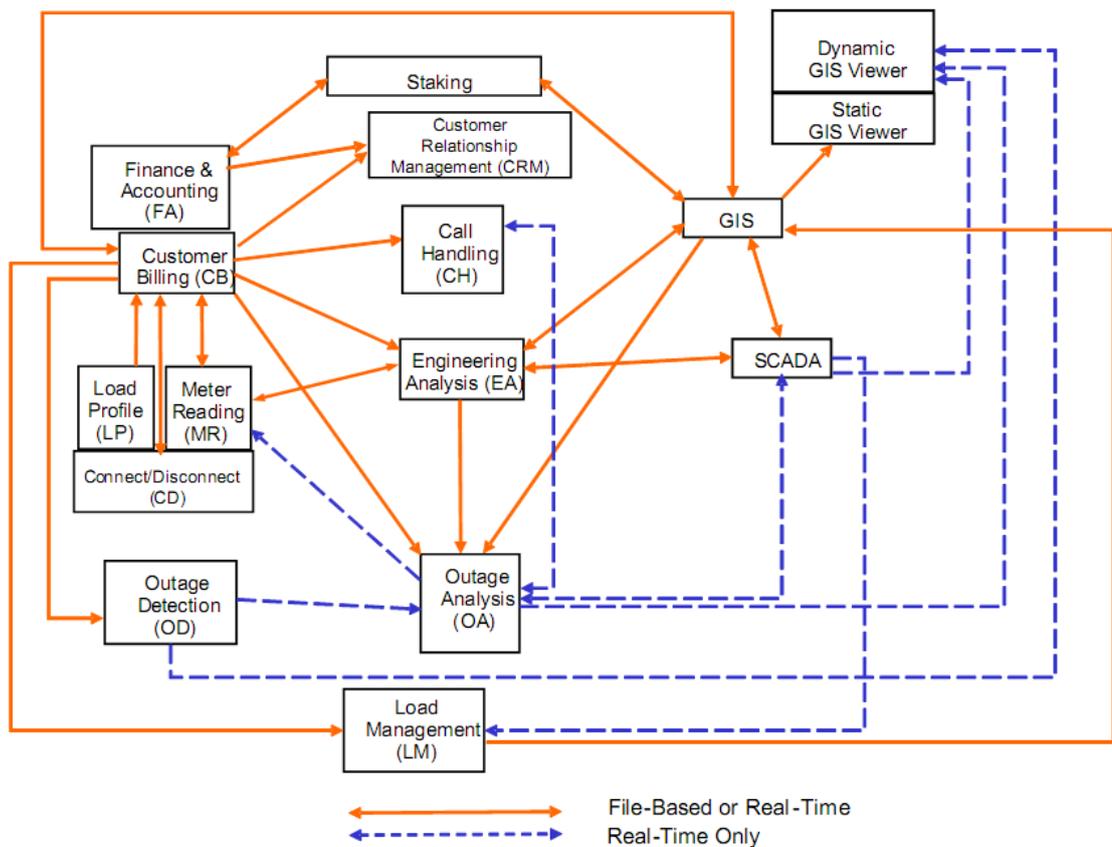


Figura 4.2 Comunicaciones basadas en archivos frente a Real-Time. Fuente: Guía de Usuario Multispeak Versión 3

4.2.5 ¿Por qué es importante MultiSpeak?

MultiSpeak es importante tanto para el usuario y las comunidades de los proveedores.

Para los servicios públicos, MultiSpeak ofrece las siguientes ventajas:

- ❖ Integración optimización de los procesos empresariales, mejora la eficiencia de los empleados y reduce los costos. MultiSpeak hace más fácil lograr un alto nivel de integración de aplicaciones.
- ❖ Integración, facilitado por MultiSpeak, hace que sea posible proveer más servicio al cliente oportuna y precisa.
- ❖ Interfaces MultiSpeak minimiza las necesidades de intensivos y caros interfaces personalizadas de mantenimiento.
- ❖ Integración con los servicios públicos, MultiSpeak permite centrarse en "lo mejor de su clase" software sin el miedo a la falta de integración.
- ❖ El uso de interfaces comunes reducen el costo y la molestia de cambiar de una aplicación a otra del mismo tipo o actualizar a una nueva versión del mismo tipo de software.

Para los proveedores de software, MultiSpeak tiene las siguientes ventajas:

- ❖ Utilización de interfaces MultiSpeak minimiza la necesidad para el desarrollo de múltiples interfaces con software de otros proveedores, reduciendo así el tiempo de permanencia en desarrollo y mantenimiento de interfaces personalizadas.
- ❖ Reducción de desarrollo de interfaces y alivia los esfuerzos de mantenimiento de los programadores para mejorar los productos existentes o el desarrollo de nuevas ofertas.
- ❖ Eliminar la necesidad de interfaces personalizadas reduce la complejidad y el tiempo para los nuevos productos en el mercado.
- ❖ Con integración estandarizada reduce los dolores de cabeza en cuanto a soporte.
- ❖ Aumento de la disposición de los servicios públicos para invertir en nuevas aplicaciones de ayuda les asegura que los problemas de integración se reducen al mínimo.

4.2.6 MultiSpeak funciones y aplicaciones de software

Las interfaces establecidos en la especificación MultiSpeak se definen en base de flujos de información entre las funciones del software. Un software producto comercial o (aplicación) pueden cumplir el papel de una o más funciones MultiSpeak, se describe a continuación.

Base de datos de facturación al cliente (CB). Incluye una base de datos de información de los clientes, los clientes de facturación y contabilidad para el uso de electricidad.

Conectar / desconectar / limitación de la potencia (CD). Controles remotos o interruptores de potencia dispositivos de limitación de los servicios instalados en los clientes.

Manejo de llamadas (CH). Gestiona las llamadas entrantes y salientes

Relación Manejo de Clientes (CRM). Permite realizar un seguimiento las actividades de atención al cliente individuales de los clientes finales.

Visor SIG dinámico (DGV). Acepta y muestra los datos de forma dinámica de cambio en un contexto geográfico. Es la intención de un visor SIG dinámico para mostrar los cambios en el estado de los datos sin demora de tiempo intencional. Ejemplos de esta función son: localización automática de vehículos o la visualización en tiempo real de las interrupciones.

Análisis de ingeniería (EA). Se trata como una sola función, a pesar de que por lo general incluye todas las funciones de análisis de ingeniería, como la caída de tensión y el estudio de fallas capacidades.

Finanzas y Contabilidad (FA). Incluye la contabilidad de las empresas, lo que representa el tiempo y materiales, y la contabilidad de la orden de trabajo.

Sistema de Información Geográfica (SIG). Se trata como una sola función, a pesar de que un SIG por lo general incluye la edición de mapa / herramientas de creación, herramientas de impresión y base de datos edición / herramientas de consulta.

Gestión de carga (LM). Acepta la información sobre el sistema de potencia requerida y gestiona las reducciones mediante la comunicación con mando a distancia dispositivos, tales como interruptores de control de carga.

Cargar el perfil (LP). Intercambia información acerca de cómo los medidores de carga cambian con el tiempo guardando información sobre este tipo de carga de forma periódica.

Lectura del medidor (MR). Recopila información de los contadores a distancia, por lo general de ingresos metros, y presenta a otros sistemas para el análisis.

Análisis de cortes de energía (OA). Acepta corte de la información de las fuentes de detección de interrupción. Dicha información se utiliza para (i) ayudar a un distribuidor humano para determinar qué dispositivos de alimentación del sistema han de haber operado para crear el patrón observado de interrupciones y (ii) facilitar la presentación de interrupción.

Detección de interrupción del servicio (OD). Se define en términos generales para los propósitos de MultiSpeak, esto incluye cualquier otro medio por el cual se almacena la información sobre los apagones en un sistema informatizado servidor

Visor SIG estática(SGV). Acepta y muestra la información en un contexto geográfico.

Esta función se utiliza para mostrar información que no está cambiando rápidamente, por lo que respuesta en tiempo real no es necesario.

Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA). Proporciona detección de estado, la explotación de la información analógica y control remoto del equipo del sistema de alimentación.

Replanteo automatizada (Staking). Proporciona diseño de campo y las capacidades de cálculo de costos.

A continuación se incluye seis aplicaciones de software comunes y la MultiSpeak funciones que pueden ser apoyados por esas aplicaciones.

Sistemas de Lectura de Medidores Automáticos (AMR)

Una **AMR** consiste en al menos la lectura del medidor (MR) función, pero puede también incluyen conectar / desconectar / limitación de la potencia (CD), un corte de detección (OD) y las funciones de perfil de carga (LP).

Sistema de Información del cliente (CIS)

Tal como se aplica en la mayoría de las cooperativas, el CIS está formado por un conjunto de aplicaciones, por lo general siempre e integrada por un único proveedor. Por lo general, se incluyen la facturación de los clientes (CB) y las finanzas y contables (FA) funciones se ha definido anteriormente, sin embargo, un CIS utilidad también puede incluir la detección de interrupción (OD) función (a través de una aplicación a entrar en las llamadas de los clientes).

Geográfico Sistema de Información (SIG)

Un SIG se incluye la función de SIG MultiSpeak, pero también pueden incluir el visor SIG estática (SGV) y / o visor SIG dinámico (DGV) funciones.

Visor SIG

Contendrá un SIG estática visor (SGV) función. También pueden contener un visor SIG dinámico (DGV) función y están diseñados para reflejar la información de cambios en la respuesta a la entrada en tiempo real de datos.

Respuesta de Voz Interactivo. (IVR)

Un sistema de respuesta de voz interactivo incluye, como mínimo, la llamada manipulación (CH) función, pero también puede incluir la detección de interrupción (OD) y las funciones de parada de análisis (OA).

Sistema de Gestión de Cortes. (OMS)

Algunos sistemas de gestión de interrupción incluyen tanto el análisis de corte (OA) y la detección de interrupción (OD) funciones, pero algunos de suministro sólo una de estas funciones.

4.3 ARCGIS MULTISPEAK® DATA MODEL⁸

El Modelo de datos de la geodatabase ArcGIS MultiSpeak® es una plantilla ejemplar que está estrechamente ligada y conforme a la especificación MultiSpeak® 3.0 que es un estándar de software extenso de la industria, que facilita interoperabilidad de negocio diverso y aplicaciones de automatización usó en las de las distribuidoras de energía eléctrica (utilities). Las plantillas de modelo de datos ArcGIS MultiSpeak® puede ser configuradas y puede personalizarse para satisfacer las necesidades de usuarios de ESRI que diseñan y mantienen redes eléctricas y la infraestructura asociada, y será de beneficio particular a aquéllos que están planeando llevar a cabo un MultiSpeak® 3.0 interfaz con sus sistemas de información geográfica (SIG).

El documento de la especificación MultiSpeak® 3.0 “MultiSpeak V3_0 Specification” así como el XML Esquema Definición documento “multispeakx.xsd” (datado el 1 de febrero de 2009) definieron los objetos dentro de esta geodatabase plantilla. Los MultiSpeak object classes, atributos, enumeraciones, y definiciones, etc. tiene que ser usados en lo posible para proporcionar con la especificación MultiSpeak 3.0.

⁸ ESRI. (2010). *Arcgis electric utility logical model. California, USA*, disponible en <http://support.esri.com/en/downloads/datamodel/detail/24>

La plantilla ejemplar se ha diseñado para conformar la especificación MultiSpeak® 3.0, este documento de diccionario de datos proporciona una apreciación global de los elementos de los datos de la plantilla, incluyendo todas las clases abstractas y concretas, con las descripciones básicas de cada uno, y sus atributos respectivos y dominios dónde aplicar. Se presenta mediante diagramas UML del modelo lógico del modelo de datos, como se puede ver en Anexo 4.1. Además todo modelo de datos con la especificación Multispeak se la puede descargar del link: <http://support.esri.com/en/downloads/datamodel>.

4.4 MODELO LÓGICO DE DATOS DESARROLLADO⁹

Las estrategias que usaron en general para crear el modelo de datos (geodatabase), fueron a partir del modelo de datos estándar especificación Multispeak versión 3 adaptando a nuestras necesidades.

Para el modelado de datos de nuestro sistema de distribución fue necesario pensar en todos los productos de información que necesito para mi línea de negocio, en cuanto a **procesos o funciones del negocio dentro de la Operación de la Red y Planificación Operacional de la Distribución, interoperabilidad entre los sistemas existentes y los nuevos, ubicación de clientes por calidad de servicio y mantenimiento, rutas de los lecturadores, planes de expansión, recuperación de cartera vencida, ubicación de activos para inventario, planos para la ubicación de fallas, análisis de zonas de afectación o salidas de suministro, información de estadísticas e inventarios exactos del sistema de distribución y comercialización, información técnica de los componentes de las redes eléctricas georeferenciada, información de apoyo para la generación de procesos internos del personal ayudando a la adecuada**

⁹ Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2011, octubre). *Diagrama Geodatabase en formato visio modelo eléctrico nacional-modelo de datos de distribución eléctrica, versión 3*. Dasig, Cuenca, Ecuador.

comunicación interna en la Empresa, información para elaborar mecanismos de operación automatizados, información para un sistema de análisis técnico, información para un adecuado mantenimiento y operación de las redes eléctricas, planes de mantenimiento preventivo y predictivo que conllevan a adecuados cálculo de índices de interrupciones, visualización de los grupos de trabajo de campo, reportes de fallas y zonas de afectación o salidas de suministros.

Los productos de información o necesidad de negocio ha permitido ver las entidades y atributos deben estar en el sistema para poder brindar información. El modelo lógico de datos se puede ver en la Anexo 4.2 que fue desarrollado en base a la especificación Multispeak versión 3 y considerando todas las realidades encontradas en nuestro sistema de Distribución.

Este modelo de datos se puede apreciar en el Anexo 4.2 el cual se divide en 6 partes:

EQUIPOS ELÉCTRICOS, TRAMOS, UNIDADES, SERVICIOS, ESTRUCTURAS y CIRCUITO.

4.4.1 Equipos Eléctricos

Los equipos ayudan a garantizar la continuidad del servicio en la red de distribución. Aquí se encuentran las clases de equipos definiendo el concepto de “puesto” y los objetos o tablas para identificar las unidades o el control asociado al equipo, estos componente equipos están definidos dentro del Modelo Multispeak como Dispositivos de Red (Network Device) ver Anexo 4.1.

Los equipos eléctricos contienen 6 clases abstractas y 9 clases concretas ver Anexo 4.3

- ❖ DatosProyecto1
- ❖ Equipo Eléctrico
- ❖ Equipo Protección Sobrecorriente

- ❖ Puesto de Protección Dinámico
- ❖ Puesto Protección Baja Tensión
- ❖ Puesto Seccionador Fusible
- ❖ Puesto Seccionador
- ❖ Punto Apertura
- ❖ Banco Transformación
- ❖ Puesto Regulador Tensión
- ❖ Puesto Transformador Potencia
- ❖ Transformador Distribución
- ❖ Puesto Transformador Distribución
- ❖ Equipo Corrector Factor Potencia.
- ❖ Puesto Corrector Factor Potencia

DatosProyecto1: Esta Clase abstracta como se muestra en el Figura 4.3 del modelo refleja todos los procedimientos en cuanto a ingreso de información, fechas de registro y fechas de modificación, registro de la construcción de nuevos y mejoras de proyectos eléctricos y energización de los mismos y por último el estado de los equipos, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se define como MElectric Object Junctions (Anexo 4.1).

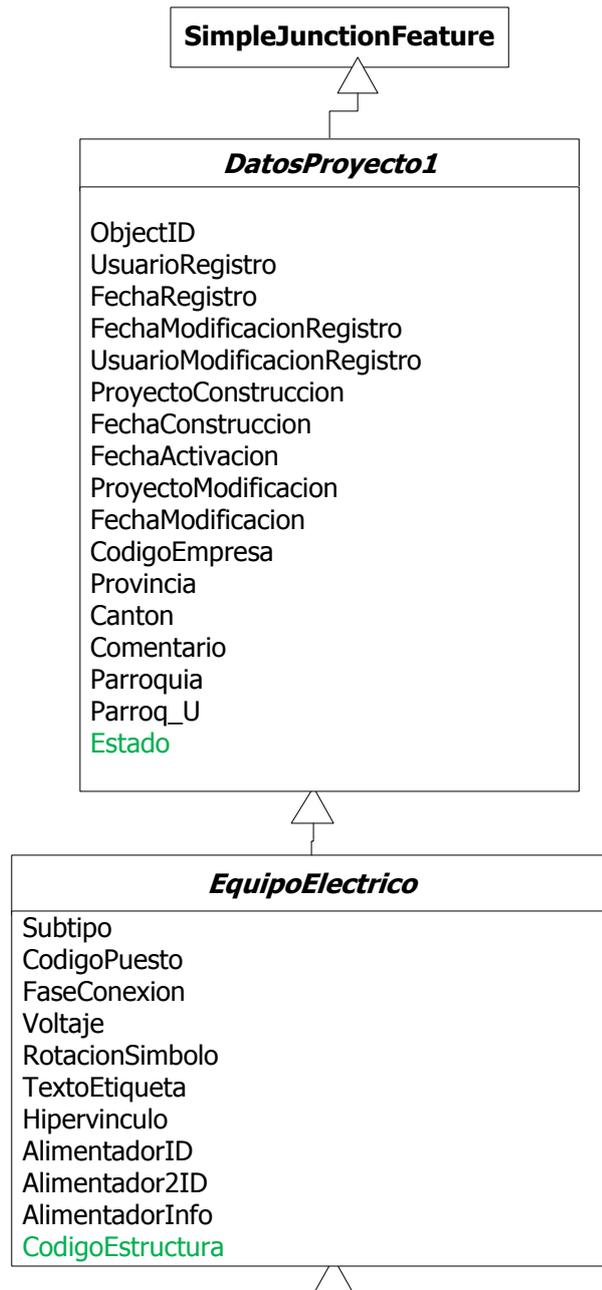


Figura 4.3 Diagrama UML Datos Proyecto1-Equipo Eléctrico

En los campos Usuario Registro, Fecha Registro se almacenan o crean datos de los usuarios que ingresan información, es decir en el campo se almacena el código del usuario y su respectiva fecha, en los campos Proyectos Construcción, Fecha modificación registro y Usuario modificación registro se guarda información cuando un usuario hace alguna modificación y en los campos Fecha construcción, Fecha activación, Proyecto modificación y Fecha modificación, se almacena la orden de

trabajo o número del proyecto, de igual manera las fechas de energización y modificación del proyecto respectivamente.

En el campo Código Empresa se almacena el código respectivo de cada Empresa, para el caso de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. Loja es EERSSA. También se almacena los datos que tienen relación con la cartografía, Provincia, Cantón, Parroquias y Parroquias Urbanas.

Por último tenemos el campo **Estado**, este campo o atributo es nuevo, se añadió al Modelo Multispeak, es un campo informativo que me permite hacer mapas temáticos y ver el estado de los equipos, pudiendo ser usado para generar información y gestión en las áreas de mantenimiento.

Equipo eléctrico: Continuando con la descripción del modelo tenemos la siguiente clase abstracta ver Figura 4.3 Equipo Eléctrico que hereda de Datos Proyecto1, esta clase abstracta en el Modelo Multispeak se define como MElectric Point Feature (Ver Anexo 4.1), a su vez de esta se desprenden tres subclases:

Esta clase abstracta refleja el comportamiento y detalles técnicos de cada equipo, así como sus respectivos códigos para la interoperabilidad con el resto de sistemas. El comportamiento de los equipos está dado por el campo subtipo, el cual condiciona el resto atributos.

El campo código puesto me sirve para la interoperabilidad con otros sistemas. Los campos fase conexión y voltajes son valores y forman parte del comportamiento de los equipos expresados por dominios.

El campo texto etiqueta nos sirve para hacer un poco de gestión geográfica es decir me permite personalizar elementos en las redes y mostrar. El campo Hipervínculo es una relación o camino hacia una fotografía del equipo.

Los campos alimentador id alimentador 2id y alimentador info, son códigos de los alimentadores y mediante esto y utilizando la herramienta de Feeder Manager (ArcFM¹⁰) se puede rastrear todos los circuitos del alimentador así como la búsqueda de bucles, lazos de equipo y componentes de un circuito particular para generar productos de información y gestión en la red.

El campo Código Estructura es un código que representa las unidades de propiedad homologadas es decir es el código del equipo como tal, este campo me permite relacionar (llave foránea y principal) con la tabla catálogo estructuras, permitiendo generar productos de información como la creación de presupuestos, gestión de activos y vida útil de los equipos de la empresa.

Banco Transformación: La siguiente clase abstracta ver Anexo 4.3 Banco Transformación hereda de la clase Equipo Eléctrico, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se define como MElectric Bank Feature (Ver Anexo 4.1)

Los campos de esta clase describen datos técnicos como la potencia y resistencia de puesta a tierra de los equipos.

Ahora las clases concretas que heredan del Banco Transformación son las siguientes: Puesto Regular Tensión y Puesto transformador Potencia.

Puesto Regular Tensión: corresponde a los equipos de reguladores del sistema de distribución de la red eléctrica ver Anexo 4.3, y tiene varios subtipos que condicionan el comportamiento para el resto de atributos, esta clase concreta en el modelo Multispeak se define como Regulador Bank (Ver anexo 4.1).

¹⁰ Sánchez, M. (2011, septiembre). *Arcgis desktop y accelerated arcfm. Curso desarrollado a los miembros del comité del sistema de información geográfico SIG de las Empresas Eléctricas del Ecuador en el centro de Capacitación del Hotel SWISSOTEL*, Quito, Ecuador.

Puesto transformador Potencia: Corresponde al transformador de potencia de la subestación, esta clase concreta no se encuentra especificada en el modelo Multispeak.

Transformador Distribución: Los campos de esta clase (ver Anexo 4.3) permiten configurar, etiquetar, colorear, registrar novedades y colocar el propietario del transformador, esta clase abstracta no se encuentra especificada en el modelo Multispeak.

El campo Existe Novedad se añadió al modelo Multispeak y es para fines de mantenimiento, por ejemplo si coloco que existe una novedad, puedo relacionar a la tabla Unidad Transformación y chequear las características de ese transformador. Ahora la clase concreta que heredan del Transformador Distribución es:

Puesto Transformador Distribución: Se considera puesto de transformación al espacio en el cual está instalada la unidad o unidades de transformación (transformadores), desde el cual se alimenta la red de baja tensión, esta clase concreta en el modelo Multispeak se define como Transformer Bank (ver Anexo 4.1)

La clase Puesto Transformador Distribución corresponde al equipo transformador como tal, contiene varios subtipos que condicionan el comportamiento de resto de atributos, además dentro de los criterios de comportamiento esta sus relaciones hacia las clases concretas de luminaria, puesto protección baja tensión, puesto seccionador fusible y punto de carga, estas relaciones por ejemplo me permiten ver cuántos puntos de carga, luminarias, protecciones en el lado de alta y baja están conectados a un determinada transformador respectivamente, ver Anexo 4.3

Equipo Corrector Factor Potencia: Esta clase abstracta ver Anexo 4.3 tiene una sola clase concreta, Puesto Correcto Factor Potencia, y además, esta clase abstracta no se especifica en el modelo Multispeak. Espacio en el cual se han instalado capacitores para

la corrección del factor de potencia, estos pueden ser: Banco capacitores Fijo y Banco capacitores automáticos.

Equipo Protección Sobrecorriente: Esta clase abstracta Equipo Protección Sobrecorriente ver Anexo 4.3, posee dos campos en el cual se coloca la posición del seccionador, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se define como MElectric Switching Bank Feature (Anexo 4.1) y se deriva en 5 clases concretas: Puesto de Protección Dinámico, Puesto Protección Baja tensión, Puesto Seccionador Fusible y Puesto Seccionador y Punto Apertura (se incluye en el modelo Multispeak), estas clases concretas dentro de su comportamiento define una relación hacia la tabla catalogo estructuras y varios subtipos, además tiene campos colectores de información como corrientes de carga y cortocircuito, voltajes y caídas de tensión que viene del sistema de análisis técnica al ejecutar la interoperabilidad entre estos dos sistemas.

Puesto de Protección Dinámico: Lugar en el cual se ha instalado un equipo de protección automático, puede ser un reconectador, un seccionalizador o interruptor (breaker). El arranque de un alimentador o circuito fuente constituye el primer puesto de protección dinámico, a partir de este inicia la conectividad eléctrica de dicho circuito, esta clase concreta no se especifica en el modelo, ver Anexo 4.3

Puesto Protección Baja Tensión: Equipo de protección para la red baja tensión, generalmente constituyen fusibles NH e interruptores en las bajantes de baja tensión del Transformador ver Anexo 4.3, esta clase concreta en el modelo Multispeak se define como Overcurrent Device Bank (Anexo 4.1).

Puesto Seccionador fusible: Equipo de protección y corte, destinado a la protección de la red y de transformadores ver Anexo 4.3, esta clase concreta en el modelo Multispeak se define como Overcurrent Device Bank (Ver Anexo 4.1).

Puesto Seccionador: Los seccionadores cuchillas constituyen los equipos de corte de la red de media tensión ver Anexo 4.3, esta clase concreta en el modelo Multispeak se define como Overcurrent Device Bank (ver Anexo 4.1)

Punto Apertura: Equipo para redes subterráneas ver Anexo 4.3, esta clase concreta en el modelo Multispeak se define como Swtich Device Bank(ver anexo 4.1).

Las clase Abstracta MElectric Motor Generator y las clases abstractas Generator y Motor del modelo MUltispeak (anexo 4.1) no fueron considerados en el modelado por ahora, adicionalmente hay que notar que las clases concretas como Streetlight (definida como Luminaria), Service Location (definida como Puntos de Carga) y Substation (definida como subestación) que pertenecen al Nertwok Device del modelo Multispeak, en el nuevo modelo están considerados dentro de los componentes Servicios y Estructuras ver (Anexo 4.3). Como podemos apreciar los equipo modelados son elementos espaciales tipo punto y son parte de la red geométrica y obedecen a reglas lógicas y de conectividad, además los subtipos estás relacionados con la simbología.

4.4.2 Tramos

Contiene clases y propiedades que describen los conductores que transportan la corriente eléctrica, esto al nivel de media y baja tensión tanto aéreos como subterráneo; además las líneas de subtransmisión, este componente en el modelo Multispeak se especifica como Conductors (Anexo 4.1). Los tramos son parte de la red de la red geométrica, es una sucesión de objetos tipo líneas, obedecen a las reglas de conectividad y el comportamiento de estas clases esta dado a través de 5 clases abstractas y 6 seis clases concretas ver Anexo 4.4:

- ❖ DatosProyecto2.
- ❖ Electric Complex Edge

- ❖ Segmento Línea Eléctrica.
- ❖ Tramo Baja Tensión Abstract
- ❖ Tramo Baja Tensión Aereo.
- ❖ Tramo Baja Tensión Subterráneo.
- ❖ Tramo Distribución Abstract.
- ❖ Tramo Distribución Aéreo (Tramo MTA aéreo).
- ❖ Tramo Distribución Subterráneo (Tramo MT subterráneo).
- ❖ Tramo Subtransmisión.
- ❖ Barra.

Datos Proyecto 2: Esta Clase abstracta del modelo (Figura 4.4) refleja todos los procedimientos en cuanto a ingreso de información, fechas de registro y fechas de modificación, registro de la construcción de nuevos y mejoras de proyectos eléctricos y energización de los mismos, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se especifica cómo MElectricObject_Junctions (Anexo 4.1)

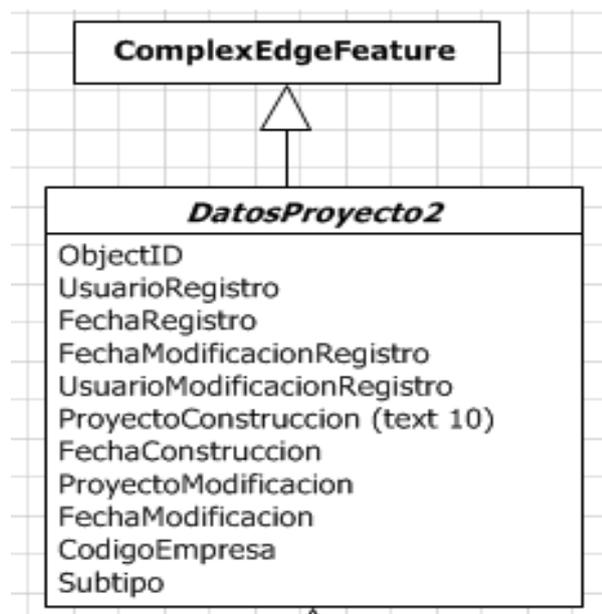


Figura 4.4 Diagrama UML-Clase Abstracta Datos Proyecto2

En los campos Usuario Registro, Fecha Registro se almacenan o crean datos de los usuarios que ingresan información, es decir en el campo se almacena el código del usuario y su respectiva fecha.

En los campos Fecha modificación registro y Usuario modificación registro se guarda información cuando un usuario hace alguna modificación, en los campos Proyecto Construcción, Fecha construcción, Fecha activación, Proyecto modificación y Fecha modificación, se almacena la orden de trabajo o número del proyecto, de igual manera las fechas de energización y modificación del proyecto respectivamente.

En el campo Código Empresa se almacena el código respectivo de cada Empresa, para el caso de Loja es EERSSA, Por ultimo tenemos el campo **Subtipo**, que está ligado a uno de los tramos.

Electric Complex Edge: Continuando con la descripción del modelo tenemos la siguiente clase abstracta (ver Anexo 4.4) Electric Complex Edge que hereda de Datosproyecto2, esta clase abstracta en el modelo Mutispeak se define como MElectric Line Feature Complex Edge (anexo 4.1). Los campos electric trace weight (pesos de la red eléctrica), fdmgnontraceable (dominios para identificar tramos no-identificables) son utilizados por el Feeder Manager, los campos alimentador id, alimentador 2id y alimentador info, son códigos de los alimentadores, mediante esto y utilizando la herramienta de Feeder Manager (ArcFM) se puede rastrear todos los tramos del alimentador así como la búsqueda de bucles, lazos de líneas y componentes de un circuito particular para generar productos de información y gestión en la red.

Estado, este se añadió al Modelo Multispeak, es un campo informativo que me permite hacer mapas temáticos y ver el estado de las líneas, pudiendo ser usado para generar

información y gestión en el área de mantenimiento. Además tenemos los campos voltaje y subtipo que se datos técnicos que se adjudican para cada tramo.

Continuando podemos apreciar podemos que existe dos clasificaciones: Segmento Línea Eléctrica y Barra.

Segmento Línea Eléctrica: La clase Segmento Línea Eléctrica (ver Anexo 4.4) está relacionada la tabla catálogo de estructuras con los campos Código Conductor Fase y Código Conductor Neutro que son parte de las Unidades de Propiedad Homologadas por el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER en cuanto a conductores, esta clase abstracta en el modelo Mutispeak se define como MElectric Conductor (anexo 4.1). La campos fase Conexión y Configuración Conductores son dominios y listas de valores válidos técnicos de las fases de conexión y configuración de los tramos, ejemplo para un subtipo tramo de media tensión MTA monofásico le corresponde la configuración de conductores 1F2C y las fase conexión monofásica A o B o C.

El Campo secuencia fase es para colocar la secuencia A, B, C, AB, AC BC o ABC del tramo de la línea, los campos como color, texto etiqueta y Longitud sistema corresponden a coloreado, etiquetado longitud real del tramo de línea. Las clases concretas que se derivan de segmento línea eléctrica y Tramo Baja tensión Abstract y Tramo Distribución Abstract son las siguientes: Tramo Baja Tensión Aéreo, Tramo Baja Tensión Subterráneo, Tramo Distribución Aéreo, Tramo Distribución subterráneo y Tramo Subtransmisión respectivamente, ver anexo 4.4

Tramo Baja Tensión Aéreo: Esta clase concreta (anexo 4.4) corresponde a los segmentos de red de baja tensión comprendida entre poste y poste, entre un poste y un cruce de red, una acometida o el conductor de alimentación para las luminarias. El

voltaje de operación es menor a 1KV (Kilovoltio), esta clase concreta en el modelo Mutispeak se define como OH Secondary Line, esta clase concreta en el modelo Mutispeak se define como OG Secondary Line (Ver Anexo 4.1). Se definen como bajantes los tramos de red de baja tensión que van desde: el transformador hasta la protección de baja tensión (Fusibles NH); la protección de baja tensión hasta la red y el transformador hasta la red.

Tramo Baja Tensión subterráneo: Esta clase concreta (anexo 4.4) corresponde a los segmentos de red de baja tensión comprendido entre pozo y pozo, esta clase concreta en el modelo Mutispeak se define como UG Secondary Line (Anexo 4.1).

Tramo Distribución Aéreo: Esta clase concreta (anexo 4.4) corresponde a los segmentos entre poste y poste y entendemos por tramo o sección de media tensión al segmento de red comprendido entre dos equipos eléctricos, un equipo eléctrico y una derivación, entre dos derivaciones. Puede ser monofásico, bifásico o trifásico, esta clase concreta en el modelo Mutispeak se define como OH Primary Line/ UG Primary Line (Anexo 4.1).

Se define bajante de media al tramo comprendido entre el alimentador principal y un seccionador fusible de transformador, desde el seccionador fusible de transformador al transformador, entre el alimentador principal y un transformador y tramo de red que baja de la red aérea a un pozo de la red subterránea.

4.4.3 Unidades

Las unidades son tablas con elementos y que se relacionan con el puesto ubicación geográfica, este componente en el Modelo Multispeak corresponde a Object Classes (Anexo 4.1) y el comportamiento de estas clases esta dado a través de 3 clases abstractas y 5 clases concretas ver Anexo 4.5

- ❖ Datos Proyecto 1
- ❖ Unidad Objeto
- ❖ Unidad Transformador Abstract
- ❖ Unidad Regulador Tensión
- ❖ Unidad Transformador Potencia
- ❖ Unidad Transformador Distribución
- ❖ Unidad Capacitor
- ❖ Unidad Protección Dinámico
- ❖ Estructura Línea Subterránea

Datos Proyecto 1: Esta clase abstracta fue descrita dentro del párrafo equipos, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se especifica cómo MElectric Object Object (ver anexo 4.1).

Unidad Objeto: Esta clase abstracta Anexo 4.5, el campo código estructura está relacionado a la tabla catalogo estructuras, el campo código unidad se refiere al código físico que se pinta o coloca en los equipos, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se especifica cómo MDevice Object Object (Anexo 4.1).

Unidad Transformador Abstract: Los campos de esta clase abstracta se pueden ver en la Figura 4.15 corresponde a datos técnicos de potencia del transformador (dominio)

así como su estado, esta clase abstracta no se encuentra especificada en el Modelo Multispeak.

Las clases concretas ver Anexo 4.5 que se derivan de la Unidad Objeto y Unidad Transformador Abstract son las siguientes: Unidad Regulador Tension (en Multispeak se define como Regulator), Unidad Transformador Potencia(no está especificada en el modelo Multispeak), Unidad Transformador Distribución(en Multispeak se define como Transformer), Unidad Capacitor (en Multispeak se define como Capacitor) y Unidad Protección Dinámico(no está especificada en el modelo Multispeak), sus campos tienen datos técnicos y se relacionan con los objetos tipo punto de los equipos. Las clases abstractas MElectric Switching Device y MElectric Overcurrent Device y las tres clases concretas que se derivan de estas en modelo Multispeak (Anexo 4.1), no fueron consideradas en el nuevo modelo desarrollado.

Además las clases concretas como Tablero de Medidor (Meterbase), medidor (Meter) y Cliente (Customer) del modelo Multispeak (ver anexo 4.1) pasan a ser consideradas dentro del componente denominado Servicios del nuevo Modelo desarrollado. Por ultimo las clases concretas Estructura en poste (Assembly) e Institución en poste (Joint Use) del modelo Multispeak (anexo 4.1) pasan a ser consideradas dentro del componente denominado Estructuras del nuevo modelo desarrollado.

4.4.4 Servicios

Este componente ver Anexo 4.6 definido en el nuevo modelo, no se encuentra especificado como tal dentro del modelo Mutilspeak, sin embargo las clases abstractas Punto Carga (Service Location), Luminaria(Streelight) y concretas o tablas Conexión Consumidor(Meterbase), Atributos Consumidor(Meter) están dentro del componente Networks Device y Object Classes, respectivamente (ver anexo 4.1).

Las cargas del sistema eléctrico de distribución lo constituyen

- ❖ El alumbrado público, luminarias y señales de tránsito.
- ❖ Los clientes, que pueden ser residenciales, comerciales, industriales y otros.
- ❖ Puntos de entrega a comercializadores o reventa.

Esta información de la ubicación o distribución y el tamaño de las cargas son esenciales para la operación, diseño y planificación de las instalaciones actuales y futuras, existe una clase abstracta **Datos Proyecto1**, esta clase abstracta fue descrita dentro del párrafo equipos. Además de la clase abstracta **Datos Proyecto 1**, se desprenden dos elementos espaciales o clases concretas: Punto de Carga y Luminaria.

Punto Carga: Esta clase concreta ver Anexo 4.6, se denomina punto de carga a un punto de consumo de energía eléctrica, puede ser en alta, media o baja tensión. Cada punto de carga puede asociarse con uno o más medidores, esta clase concreta se define como Service Location dentro del modelo Multispeak (Anexo 4.1).

El punto de carga está relacionado con la tabla Conexión Consumidor (en el modelo multispeak corresponde a la tabla Meterbase) en la cual se registrará el Código del Cliente (mismo código del Sistema Comercial) y la posición respecto al tablero con el concepto de número de la fila y número de columna. El comportamiento y representación del punto carga está definido por los campos subtipo, fase conexión (dominio), y el resto para etiquetar y colocar novedades. Además existe relación con la tabla Conexión consumidor y esta a su vez con la tabla atributo consumidor.

En la tabla conexión consumidor se coloca información del cliente de la Empresa como el código cliente, posición del medidor dentro de un tablero, número del medidor, número de fábrica del medidor, código de ruta, marca del medidor y una categorización de novedades. Adicionalmente existe la tabla Atributos Consumidor (en el modelo

Multispeak corresponde a la tabla Meterbase y Customer), lo cual constituye una réplica del Sistema Comercial con los campos necesarios a desplegar en el GIS. Para ello existe una interfaz entre los dos sistemas.

Hay que mencionar que existe interoperabilidad entre el sistema de información geográfico SIG y sistema comercial SICO a través de un interface por medio de la llave código cliente, el cual saca información técnica del sistema SICO y coloca información en la tabla atributos consumidor del SIG, por ejemplo Kwh (Kilovatio-hora) consumidos, número de cedula del cliente, fecha último pago, consumo promedio, etc.

Luminaria: Se ubicarán al final del segmento de red “Conductor de luminaria”, si hubiere más de una luminaria en el mismo punto, será necesario dibujar un conductor de luminaria para c/u; es decir, asociar a cada una de ellas con un único tramo baja tensión con dicho subtipo, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se define como Streetlight dentro del componente Network Devices. Este elemento (ver Anexo 4.6) espacial luminaria, este está relacionado con la tabla catálogo estructuras a través del campo código estructura, su comportamiento y representación está definido por los campos rotación símbolo, código elemento y subtipos. Estos servicios son parte de la red geométrica y a su vez tienen conectividad.

4.4.5 Estructuras

Corresponde a las estructuras o instalaciones de soporte a la tensión mecánica de equipos y redes eléctricas, como también a la tensión del viento, nieve, entre otros. Estas pueden situarse encima, a nivel o debajo de la superficie de la tierra. Por lo general no se encuentran dentro de la red geométrica, sin embargo existen relaciones de pertenencia con los equipos y servicios para fines de mantenimiento, localización, etc. Este componente en el Modelo Multispeak se define como Surface and Overhead

Structures (Anexo 4.1). Las estructuras son elementos espaciales y no son parte de la red geométrica, el comportamiento de estas clases esta dado a través de 3 clases abstractas y 10 clases concretas ver Anexo 4.7:

- ❖ DatosProyecto1.
- ❖ Estructura
- ❖ Soporte
- ❖ Estructura soporte
- ❖ Estructura en Poste.
- ❖ Institución en Poste
- ❖ Estructura subterránea
- ❖ Estructura ANivel
- ❖ Subestación
- ❖ Pararrayos
- ❖ Tensor
- ❖ Punto Misceláneo
- ❖ Obras Civiles Eléctricas

Datos Proyecto 1 :Esta clase abstracta fue descrita dentro del párrafo equipos, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se define como MElectricObject_Feature (ver anexo 4.1).

Estructura: En esta clase abstracta (ver Anexo 4.7) se encuentra el campo código elemento, subtipo, código estructura y rotación símbolo los cuales describen el número del código del poste (número de pintado en poste o placa), comportamiento, códigos para relacionarme con la tabla catálogo estructuras y rotación del símbolo respectivamente, esta clase abstracta en el modelo Multispeak se define como MPoint Feature Feature (ver anexo 4.1).

Soporte: En los campos de esta clase abstracta (ver Anexo 4.7) se almacena, la fotografía del poste y la propiedad del mismo, esta clase modelada no se encuentra especificada dentro del Modelo Multispeak.

Estructura soporte: Se considera estructuras soporte (ver Anexo 4.7) a todos los elementos destinados a soportar los equipos y la red eléctrica aérea, es decir los postes. Además se ubican las Estructuras a Nivel (caja troncal) así como la Estructura Subterránea (pozos), esta clase concreta en el modelo Multispeak se define como Pole (Ver Anexo 4.1).

Esta clase concreta está relacionada con las clases concretas luminaria, Puesto corrección factor de potencia, Puesto protección baja tensión, Puesto protección dinámica, Puesto regulador de tensión, Puesto seccionador, Puesto seccionador fusible, Puesto transformador de distribución, Punto de carga y tensor; como se puede apreciar con este tipo de relaciones podemos determinar por ejemplo en el poste numero 234565 existen tantas luminarias, tantos tensores o puntos de carga. Además esta clase está relacionada con la tabla Estructura en Poste (en el modelo Multispeak se define como Assembly) e Institución en Poste (en el modelo Multispeak se define como Joint Use), es decir aquí puede colocar todas las estructuras que físicamente están en el poste y su respectiva relación con la tabla catálogo de estructuras.

La tabla Institución en Poste me indicará que redes ajenas a la Empresa está ocupando nuestros postes.

Estructura Subterránea: Esta clase concreta (ver Anexo 4.7) está relacionada con las clases, Puesto corrección factor de potencia, Puesto protección baja tensión, Puesto seccionador, Puesto seccionador fusible, Puesto transformador de distribución y Punto de carga, esta clase concreta se incrementa en el nuevo modelo y tiene relación con las

siguientes clases concretas del modelo Mutispeak: Riser, Secondary Junction Box y Primary Cabinet.

Estructura ANivel: Esta clase concreta (ver Anexo 4.7) está relacionada con las clases, Puesto corrección factor de potencia, Puesto protección baja tensión, Puesto Protección Dinámico, Puesto regulador tensión, Puesto seccionador, Puesto seccionador fusible, Puesto transformador de distribución y Punto de carga, esta clase concreta se incrementa en el nuevo modelo y tiene relación con las siguientes clases concretas del modelo Mutispeak: Riser, Secondary Junction Box y Primary Cabinet.

Subestación: Constituye un elemento que muestra la referencia de la ubicación de la subestación y permite crear la relaciones con el alimentador. Sin embargo no se entró en detalle del modelo lógico para el sistema de subtransmisión, esta clase concreta actualmente está desconectada y dentro del modelo Multispeak se considera como Networ Device. Esta clase concreta (ver Anexo 4.7) está relacionada con las clases, Puesto Protección Dinámico y Puesto Transformador de Potencia.

Por ultimo tenemos las clases concretas Pararrayos (no se encuentra especificado en el modelo Multispeak), Tensor (en el modelo Mutispeak se define como Guy) y Punto Misceláneo (no se encuentra especificado en el modelo Multispeak), cuya representación o comportamiento está dado por los subtipos como por ejemplos existe puesta a tierra, tensor, fin de un tramo o línea en baja tensión, puentea aéreo en baja tensión, control para alumbrado público, etc.

Tensor: Ligado a un tipo de estructura (ver Anexo 4.7) y físicamente conectado a la estructura soporte con la rotación respectiva.

Punto Misceláneo: Dentro de esta clase (ver Anexo 4.7) se agrupan una serie de elementos que no han sido considerados en clases anteriores, por ejemplo Puentes, Finales de línea, Empalmes, Amortiguadores, entre otros.

Obra civiles: Esta clase concreta (ver Anexo 4.7) son elementos tipos polígonos que me permite poner la forma espacial de una subestación, cabinas y cámaras subterráneas construidas, esta clase concreta se incrementa en el nuevo modelo y tiene relación con las siguientes clases concretas del modelo Mutispeak: Riser, Secondary Junction Box y Primary Cabinet,

4.4.6 Circuito

Este sirve para crear el arranque del alimentador (ver Figura 4.5), es la cabecera del alimentador, se relaciona con los puestos de protección dinámico, aquí trabaja el feeder manager (ArcFM).

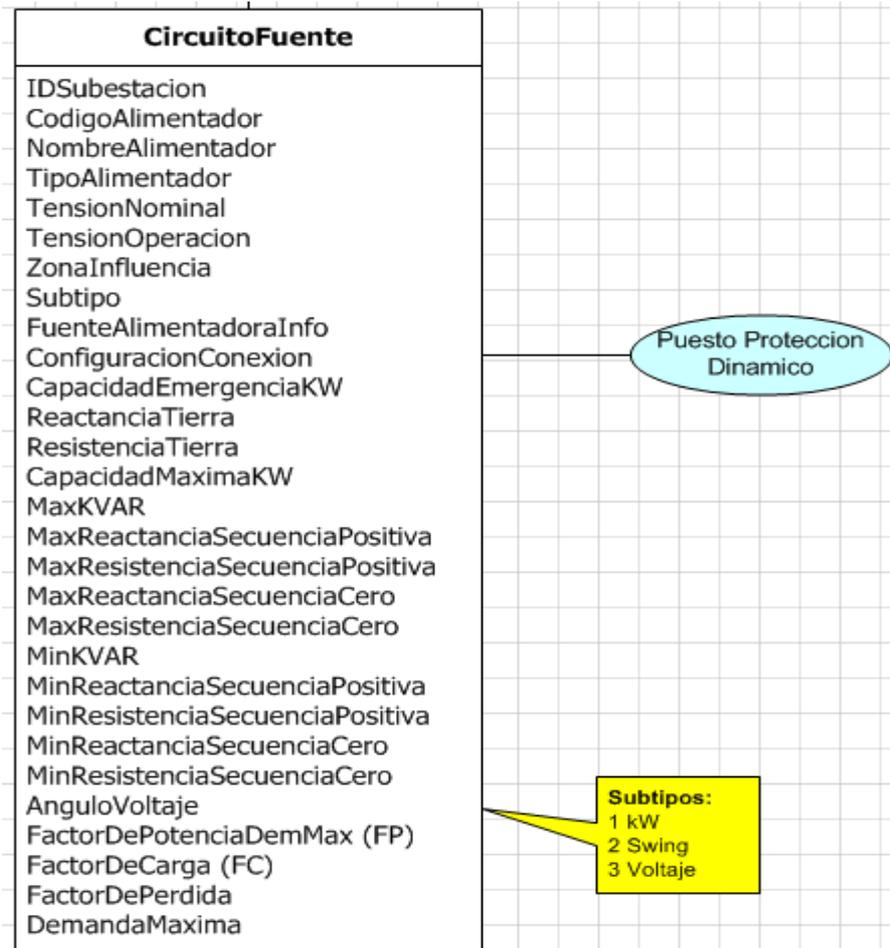


Figura 4.5 Diagrama UML- componente circuito

4.5 CONECTIVIDAD DE LA RED ELÉCTRICA

La conectividad debe determinar en todo momento a que alimentador o circuito pertenece cualquier equipo eléctrico (cuáles son sus fuentes de alimentación) e indica en que fases están energizadas. Los elementos que deben participar dentro de la conectividad son: Barra, Puesto Protección Dinámico, Punto Apertura, Puesto Corrector Factor Potencia, Tramo Distribución Aéreo, Tramo Distribución Subterráneo, Tramo Baja Tensión Aéreo, Tramo Baja Tensión subterráneo, Punto Carga, Luminaria, Puesto Seccionador, Puesto TransfDistribucion, Puesto Regulador Tensión y Puesto Proteccion Baja Tensión.

CAPITULO 5

REDES INTELIGENTES E INTEROPERABILIDAD

5.1 INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN INTELIGENTE: “SMART GRID”¹¹

En la actualidad se justifica la famosa frase el KW (Kilovatio) más ecológico (y económico) es el KW, que no se consume. Esto muestra de manera muy clara, que la energía eléctrica desde el momento que es generada, hasta cuando llega al usuario final conlleva un costo, y no solo un costo económico. Esta premisa indica que es hora de ahorrar energía o al menos no hay que derrocharla.

A pesar de que los sistemas eléctricos funcionan bien y sus principios no han variado significativamente desde que se utilizan de manera comercial, hay una certeza de que en el mediano plazo el comportamiento de los usuarios y de los proveedores del servicio propiciará cambios significativos en la manera de operar y concebir las redes. Debido al hecho del “buen” funcionamiento de las redes tradicionales, los métodos de diseño tradicionales han perdurado, sin embargo, este diseño ya no presentará las facilidades y necesidades de un mundo que necesita, eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad, todo basado en un sistema inteligente de auto diagnóstico, eficiencia energética y autosuficiente.

¹¹ Zambrano, S. (2011). *Análisis del Modelo Común de Datos Eléctrico para la Integración de Sistemas del Manejo de la Distribución mediante Estándares Internacionales*. Tesis para obtener el título de Magíster en Sistemas Eléctricos de Potencia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

La eficiencia energética está estrechamente ligada a la reducción de emisiones de CO₂, además se apunta a minimizar el consumo en horas pico, introduciendo el uso de energía limpia. De esa visión de cambio nace el concepto de Smart Grid (SG) o Red Inteligente, que en general formula y promueve una visión de cambio, tanto en la generación, distribución y regulación de los mercados eléctricos. La Figura 5.1, describe los objetivos generales de una SG.

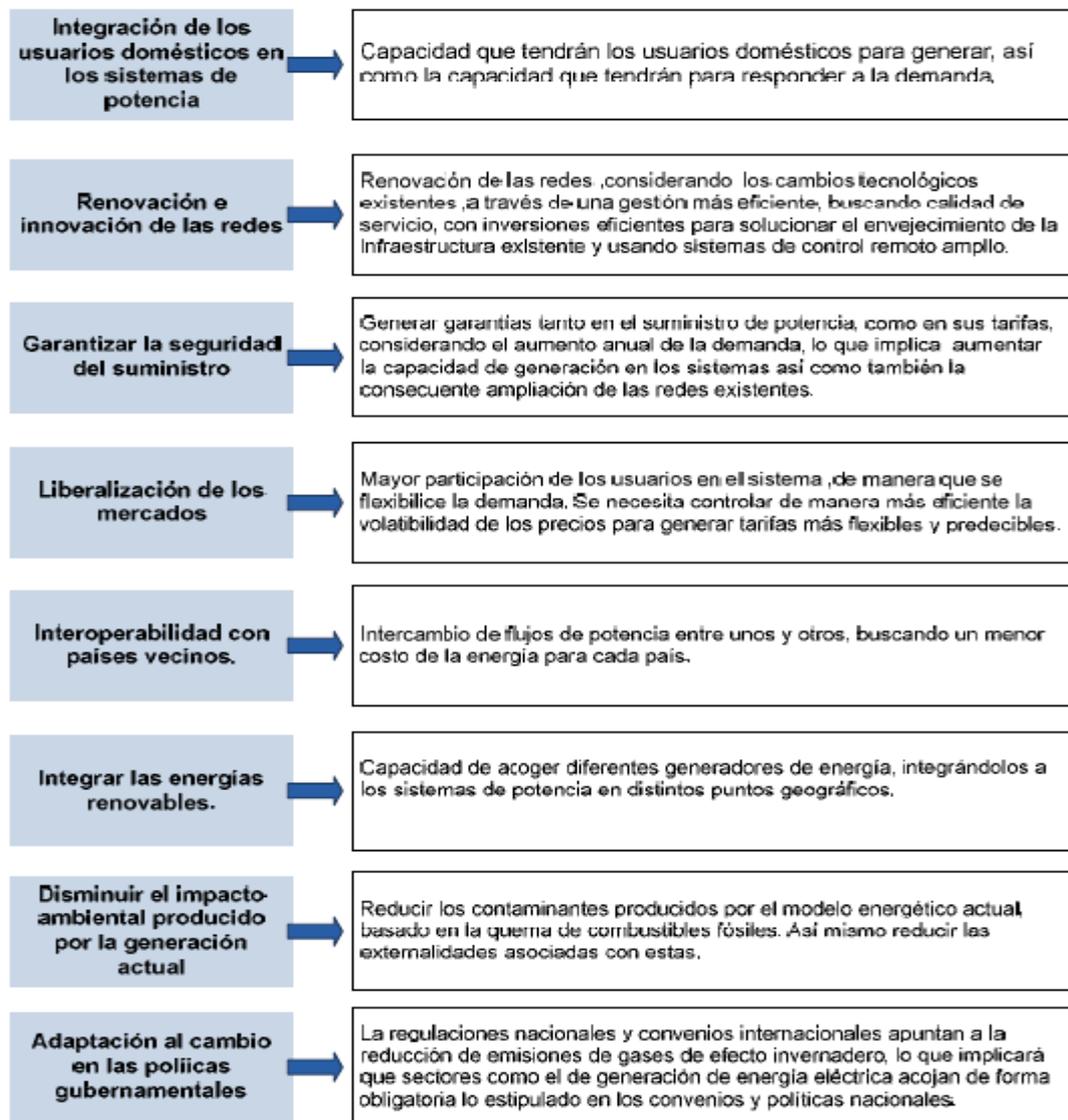


Figura 5.1. Objetivos generales de una Smart Grid (GARCÉS, Y OTROS, 2009)

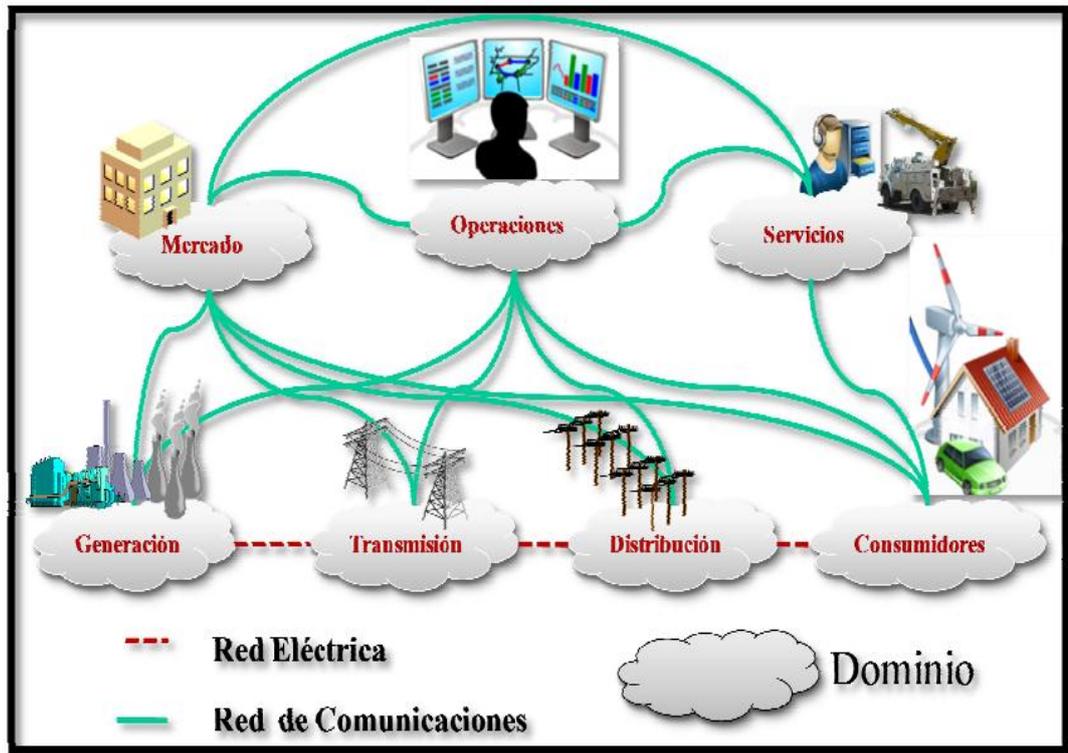
Así una SG, viene a ser una red eléctrica concebida para integrar de forma inteligente, a los actores conectados a ella, sean estos consumidores o generadores. La intención es

que la energía suministrada sea manejada en forma eficiente, bajo parámetros de sostenibilidad. Con el fin de lograr estos propósitos una SG, debe:

- ❖ Facilitar la conexión de diversas fuentes de generación.
- ❖ Permitir a los consumidores optimizar la operación del sistema
- ❖ Permitir que el consumidor pueda obtener mejor suministro de energía
- ❖ Reducir significativamente el impacto ambiental de toda la operación del sistema.
- ❖ Entregar energía con niveles de seguridad y confiabilidad óptimos.

La Figura 5.2, resalta el modelo conceptual de los actores o dominios en una SG, además se observan dos redes, la física o red eléctrica y una digital o red de comunicaciones.

En cuanto a la generación el manejo de los flujos, hasta ahora unidireccionales, también tendrá que adaptarse a los cambios pues deberá controlarse tanto grandes como pequeños generadores, los mismos que pudiesen estar dispersos o centralizados y deberán ser coordinados, no con los usuarios.



La Figura 5.2. Modelo conceptual de interoperabilidad de un SG (NIST, 2010)

5.2 CONCEPTOS CLAVES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SG¹¹

En la Figura 5.3 se presentan algunos conceptos claves que persiguen el modelo y el diseño de una SG, indudablemente la existencia de plataformas informáticas y del hardware asociado a ellas, posibilitará aplicaciones, tendientes a alcanzar los objetivos deseados.

CONCEPTO	OBJETIVO	INFRAESTRUCTURA
Inteligencia distribuida.	Descentralizar la generación y el almacenamiento, es decir, buscar fuentes alternativas en la cual el consumidor elija su mejor opción, haciendo del sistema de distribución un sistema óptimo y descentralizado.	Equipos móviles y fijos tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Equipos de adquisición de datos y medidores de energía, equipos de automatización, medidores lectores automáticos y de tarificación, radios móviles, GPS, computadores/registradores de tipo industrial para el monitoreo en sitio, telefonía celular y demás comunicaciones móviles e inalámbricas.
Comunicaciones digitales	Monitoreo remoto y el control de los equipos requiere de comunicaciones bilaterales (Operación en tiempo real).	Gran variedad de equipamiento de telecomunicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Telefonía inalámbrica o por cobre, fibra óptica, BPL, satélite o internet, etc.
Software de decisión.	Inteligencia de la que se dote a la red dependerá del alcance y el detalle en el control y el poder de decisión que se le quiera dar al proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • El tipo de tecnología a utilizarse y la compatibilidad con el software y por ende el alcance del control a implementarse.

Figura 5.3 Conceptos claves en la implementación de una SG (GRIG OF THE FUTURE, 2009)

Una SG, debe detectar y responder automáticamente a una emergencia, enfocándose en la prevención y minimizando el impacto al consumidor. Otra característica es la inclusión del consumidor como un miembro activo de la red, manteniéndolo informado acerca del estado de la red, facilitando el acceso a información referente a uso de energía, tipo de fuente, fallas que le afecten y tiempos de reposición, permitiéndole además que tome decisiones sobre su consumo.

En este mismo sentido una SG, debe disponer de sistemas avanzados de medición, para dinamizar la tarificación, manejo de la demanda y la integración de la venta de energía al por menor y en el mercado mayorista.

Indudablemente la agilidad en la respuesta, mejorará la calidad del servicio, utilizando, por ejemplo, tecnología que permita identificar un problema para luego aislarlo, manteniendo seguridad, de acuerdo a una normativa técnica o legal específica.

La interacción entre los diferentes componentes de un sistema de potencia, hará que una SG, permita elegir la mejor opción y disponibilidad de las fuentes de energía, de forma que puedan abastecer la demanda, ya sea con generación tradicional o alternativa, incluyendo la generación distribuida.

Integrando estos conceptos, la Figura 5.4 detalla los sistemas operacionales y los sistemas de información en una SG, en la cual intervienen:

- ❖ los clientes y sus equipos de medición inteligentes
- ❖ los sistemas de comunicación en la última milla, en la red de distribución y subestaciones
- ❖ la automatización de equipos en la red de distribución y subestaciones
- ❖ la generación distribuida y fuentes de energía alternativa
- ❖ el control y adquisición de datos en tiempo real
- ❖ los sistemas de apoyo a la operación de la red
- ❖ los sistemas de servicio al cliente
- ❖ los sistemas para la administración del trabajo de mantenimiento y construcción.
- ❖ los sistemas para la planificación de la expansión
- ❖ los sistemas para administrar la compra de energía en el mercado eléctrico
- ❖ y por último los sistemas empresariales o corporativos, externos al negocio de la distribución.

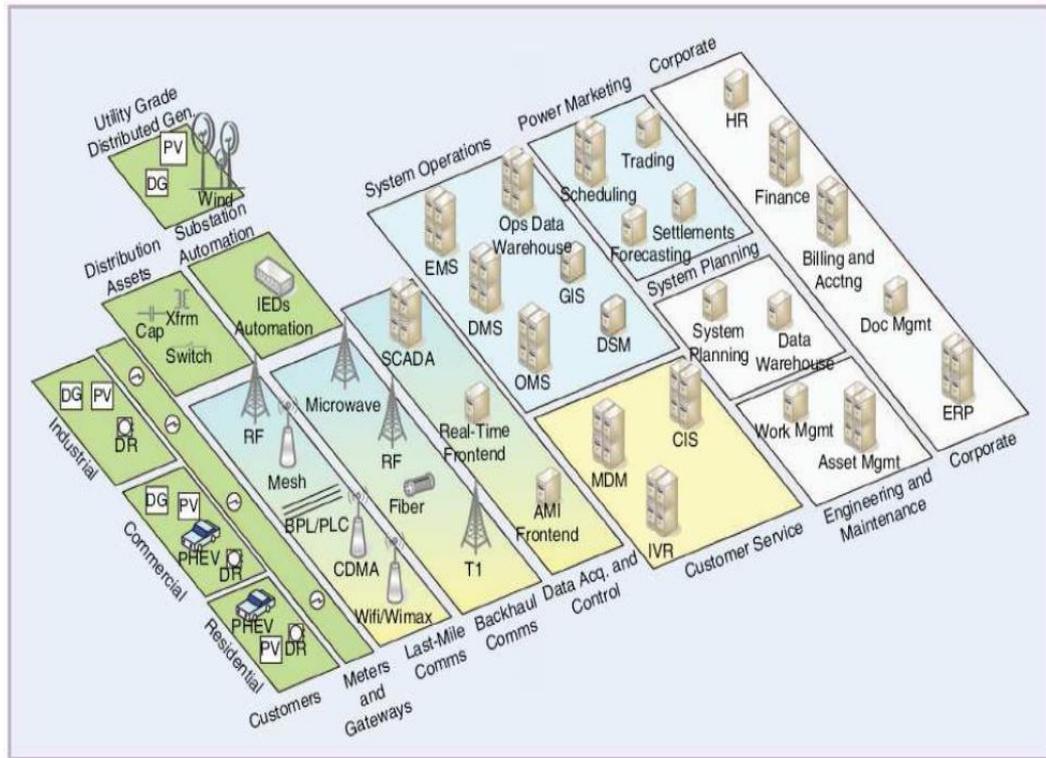


Figura 5.4 Sistemas operacionales-información en una SG (GRIG OF THE FUTURE, 2009)

5.3 RETOS EN LA IMPLEMENTACIÓN Y TOPOLOGÍA EN UNA SG¹⁴

La implementación y funcionamiento de una SG, lleva consigo varias ventajas con respecto al enfoque tradicional de las redes, sin embargo su implementación no está exenta de retos que deben ser solucionados, entre estos tenemos:

- ❖ Congestión en circuitos
- ❖ Impacto de cargas nuevas (vehículos eléctricos y vehículos híbridos)
- ❖ Manejo de generación no convencional (generación eólica y solar).
- ❖ Regulación
- ❖ Sobrecargas en las redes
- ❖ Desbalances y aparición de transientes en las redes
- ❖ Nuevos estándares
- ❖ Monitoreo continuo

- ❖ Facilidades de acceso a información en las empresas
- ❖ Altos costos de implementación

La capacidad de una reconfiguración rápida y flexible en las redes interconectadas de los alimentadores es un componente clave de la SG. Esto requiere que los equipos tengan la capacidad de realizar transferencias y que el sistema de protecciones despeje correctamente una falla en la nueva configuración. Estos dos temas ahora impactan en los diseños de los sistemas.

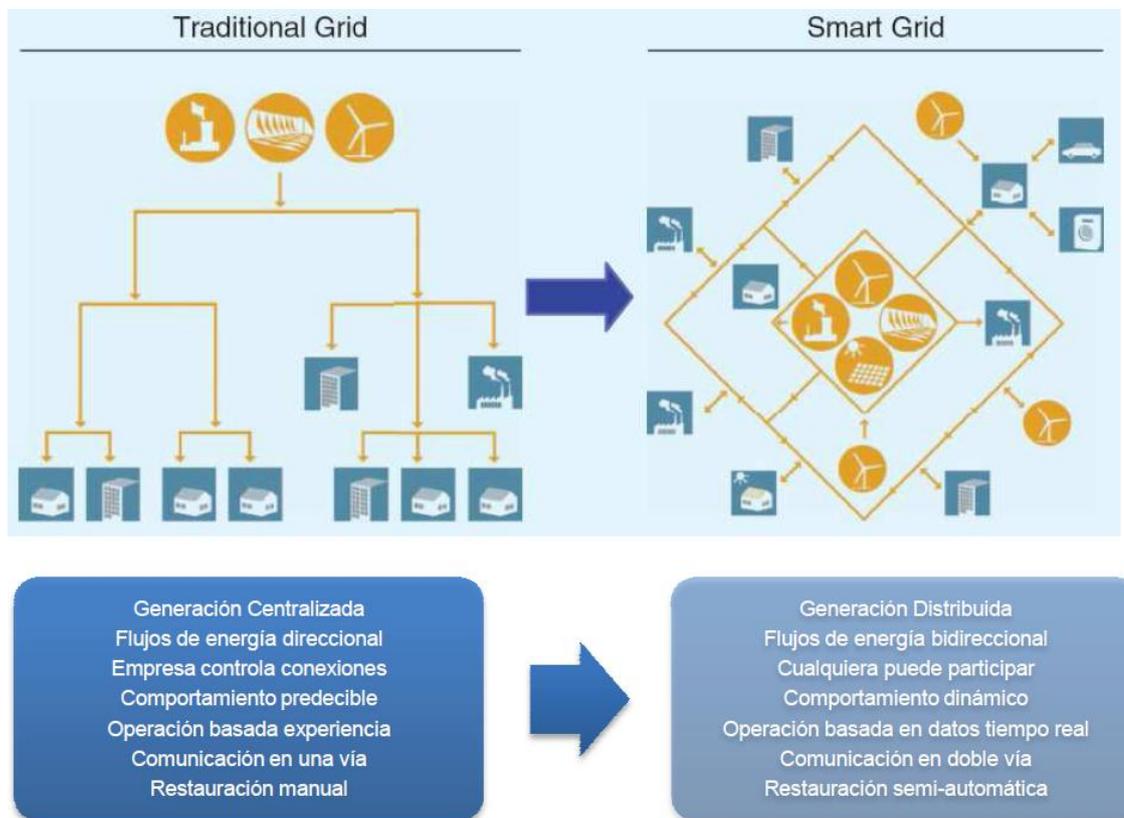


Figura 5.5 Transición de una red tradicional a una SG (GETTING SMART, 2010)

Hasta ahora, Figura 5.5, se diseñan los alimentadores del sistema de distribución con un ramal principal trifásico y ramales laterales monofásicos. La troncal principal lleva la mayor carga, desde la subestación, por el centro del área de servicio del alimentador. Los ramales monofásicos se usan para unir el tramo principal con las distintas ubicaciones de clientes. Los nuevos sistemas de distribución deben tener bifurcaciones,

lazos normalmente abiertos y otras complejidades; de acuerdo a la nueva filosofía de la reconfiguración automática. Es decir, no se trata de unir las subestaciones a los clientes al más bajo costo, sino que una red inteligente permite una reconfiguración rápida y flexible. Por tanto, los futuros sistemas serán diseñados con visión a una integración de las redes de distribución conectadas a múltiples subestaciones. Este nuevo concepto se enfoca en obtener un sistema de alimentadores interconectados.

Tradicionalmente en los sistemas de distribución para realizar la coordinación de protecciones se usan las curvas de equipos tiempo-corriente, además se ubican los equipos que operan más rápidamente cerca de la subestación. En una red inteligente, la topología es dinámica y lo anterior se vuelve un problema. Desde una perspectiva del diseño, la topología del sistema y las protecciones eléctricas, tendrán que ser analizadas juntas con el fin de asegurar la coordinación de protecciones ante la variedad de configuraciones.

5.4 ARQUITECTURA OPERACIONAL EN UNA SG¹⁴

El concepto de Arquitectura se refiere principalmente a la disposición de cada uno de los equipos y medios físicos y su interrelación dentro del sistema inteligente. La arquitectura se basa en un estándar, y este no debe cerrarse a otras posibilidades de integración y ampliación.

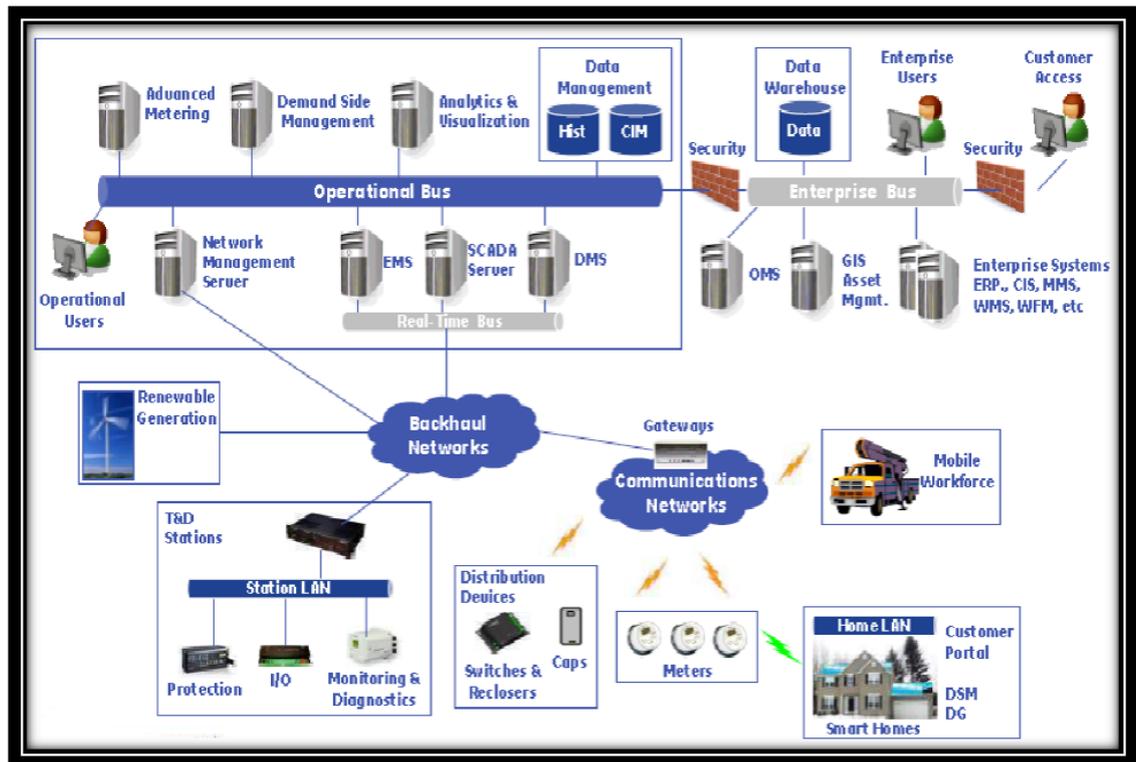


Figura 5.6 Arquitectura operacional de un SG. Fuente: Borlase, 2008

Una SG debe permitir crear una red integrada utilizando una variedad de tecnologías, he allí el imperioso requisito de la estandarización y el reto de los proveedores de servicios de comunicación, hardware y software.

La estructura de esta arquitectura SG, Figura 5.6 (Borlase, 2008), destaca como partes importantes a la red empresarial, la red operacional y la red de comunicaciones:

La red empresarial es la encargada de gestionar la información de campo, realizar las transacciones comerciales y emitir los resultados técnicos y financieros conforme los datos obtenidos. Aquí tienen gran importancia el sistema de información geográfico SIG y el sistema de gestión de interrupciones OMS, los cuales deben estar protegidos de hackers y bugs a través de un sofisticado Firewall.

- ❖ La red operacional, encargada del manejo de los datos obtenidos del sistema SCADA y DMS (Distribution Management System), maneja la información técnica a través de servidores dedicados y redundantes de cada función (comandos y

alarmas) dentro del centro de control de la operación de la distribución (Tiempo Real, Mediciones, Consolas).

- ❖ La red de comunicaciones, conformada por los diferentes medios y componentes de un sistema de comunicaciones tomado como estándar, aquí se tienen switches, gateways, módems, etc., cada uno dentro de su respectiva tecnología de comunicación: Móvil, GPRS, Wireless, Radio Frecuencia o Fibra óptica. Está conformada por las diferentes redes LAN o WAN a través de las cuales la empresa adquiere sus datos de campo (medición, protección, monitoreo).

5.4.1 Funciones de un DMS avanzado

Una SG no es una solución que está disponible en el mercado y luego se instala y se enciende al día siguiente. Una iniciativa bien planificada añade infraestructura, proporciona un alto nivel de integración y tiene una visión a largo plazo.

Sistemas actuales para la Gestión de la Distribución (DMS)

Un DMS inicia como una extensión de un sistema SCADA, permitiendo: Detección de Fallas, Aislamiento y Restauración del Servicio (FDIR): basado en mediciones de unidades terminales en alimentadores (FTUs), esto con el fin de mejorar la confiabilidad y calidad del servicio.

El control integrado de Voltaje/VAR (IVVC): se emplea algoritmos avanzados para optimizar un control coordinado de bancos de capacitores, reguladores de voltaje y posición de taps de los transformadores.

- ❖ El procesador de topología (TP): determina la topología y conectividad de una red de distribución.
- ❖ Flujos de potencia de distribución (DPF): usado por muchas aplicaciones del DMS y permite resolver flujos de potencia trifásicos y desbalanceados.

- ❖ Modelación y estimación de la carga (LM/LF): si los modelos y valores de la carga no son bastante exactos, los resultados de las aplicaciones DMS tampoco lo serán.
- ❖ Reconfiguración óptima de redes (ONR): recomienda las operaciones de maniobras “switching”, con el fin de disminuir pérdidas, mejorar niveles de voltaje y balancear las cargas; además se usa para programar mantenimientos.
- ❖ Análisis de Contingencia (CA): analiza reconfiguraciones y escenarios de fallas que podrían afectar al suministro y seguridad de la operación.
- ❖ Administración de switch (SOM): operación en tiempo real para administrar, verificar, ejecutar o rechazar los recierres.
- ❖ Análisis de corto circuito (SCA): una función fuera de línea que permite calcular las corrientes de corto circuito en condiciones de falla.
- ❖ Coordinación de Protecciones (RPC): administra y verifica los ajustes de los equipos de protección bajo diferentes condiciones de operación y reconfiguración.
- ❖ Ubicación óptima de capacitores y reguladores de voltaje (OCP/OVP): para el control efectivo de reactivos y niveles de voltaje.
- ❖ Simulación de la Distribución (DTS): un módulo de entrenamiento para analizar los efectos de la operación o extensiones del sistema.

Transformación de la Red a un avanzado DMS

El control y administración de los sistemas de distribución mediante una arquitectura integrada de una SG, permite el intercambio de información en tiempo real entre las distintas aplicaciones. Entre los avances esperados se tiene:

- ❖ La supervisión, control y adquisición de datos se extenderá hasta los transformadores y hasta los clientes por medio de una infraestructura de medición avanzada (AMI).
- ❖ La integración, interfaces, estándares y sistemas abiertos serán una necesidad (CIM, SOAP, XML, SOA, etc.). Además la integración con otras aplicaciones

empresariales tales como el sistema de información geográfica (SIG), la gestión de clientes (OMS), la administración de mediciones (MDM), mediante normalización de interfaces.

- ❖ El FDIR requerirá un nivel más alto de optimización que debe incluir lazo cerrado, circuitos paralelos y configuración radial. La reconfiguración de alimentadores será multiobjetivo y multinivel.
- ❖ IVVC incluirá la operación y mejora de activos, por tanto los objetivos de la optimización deben incluir restricciones de operación y análisis de costos.
- ❖ LM/LE cambiará significativamente, los comportamientos del consumo ya no serán previsible, sino manejados individual y eficientemente por DSM.
- ❖ El TP, DPF, ONR, CA, SCA y RPC se usarán con mayor frecuencia. Estos tendrán que incluir modelos monofásicos y trifásicos extendidos hasta los usuarios finales. Existirán más desafíos para la protección, operación y mantenimiento de las redes de distribución. La generación distribuida y la integración de los clientes complicarán los análisis de flujos de potencia (flujo bidireccional), análisis de contingencias y el control de emergencias de las redes (múltiples fuentes de falla). Los ajustes de las protecciones y los algoritmos de restauración de fallas tienen que responder dinámicamente ante los cambios en la configuración de las redes.
- ❖ En un DMS avanzado, las bases de datos tanto del sistema geográfico y de las redes, necesitarán una adecuada integración. Cualquier cambio en los datos geográficos automáticamente debe actualizarse en el modelo de redes, es decir, se debe disponer de bases en tiempo real, con alta velocidad de refrescamiento y alto nivel de seguridad. Este es un desafío enorme del manejo de datos en tiempo real frente a mediciones mensuales y redes congeladas.
- ❖ El reporte de mediciones y los datos históricos serán herramientas esenciales para el funcionamiento de las redes de distribución y de las iniciativas de una SG.

- ❖ La visualización de los datos proporcionan una descripción detallada de la gran cantidad de información.
- ❖ La integración en la empresa es un componente esencial en la arquitectura de una SG. El DMS necesitará el desarrollo de interfaces para compartir información con otras aplicaciones.
- ❖ Una alta seguridad será requerida para el campo de las comunicaciones, aplicaciones de interfaces y acceso de usuarios.

5.5 REVISIÓN GENERAL DE LOS ESTÁNDARES EN UNA SG¹¹

La arquitectura de las SG, está adoptando estándares internacionales para la modelación e interoperabilidad de los sistemas, con el fin de cubrir las necesidades actuales y futuras para los componentes de apoyo a la operación de la red. Entre las justificaciones de la estandarización están:

Evitar volver a construir la rueda, es decir no inventar lo que ya está desarrollado.
Aprender de las mejores prácticas de la industria.
Reducción de costos de integración.
Prevenir un único proveedor, llave en mano.
Los vendedores comparten un mercado más grande.
Desarrollos probados y abiertos.
Los consorcios dentro de la industria pueden funcionar mejor.
Los grupos de usuarios pueden generar requerimientos.
Funciona mejor bajo certificaciones en normas

Una visión general de los estándares internacionales que predominan en las SG y sus dependencias, de acuerdo a (Neumann, 2009), se muestra en la Figura 5.7.

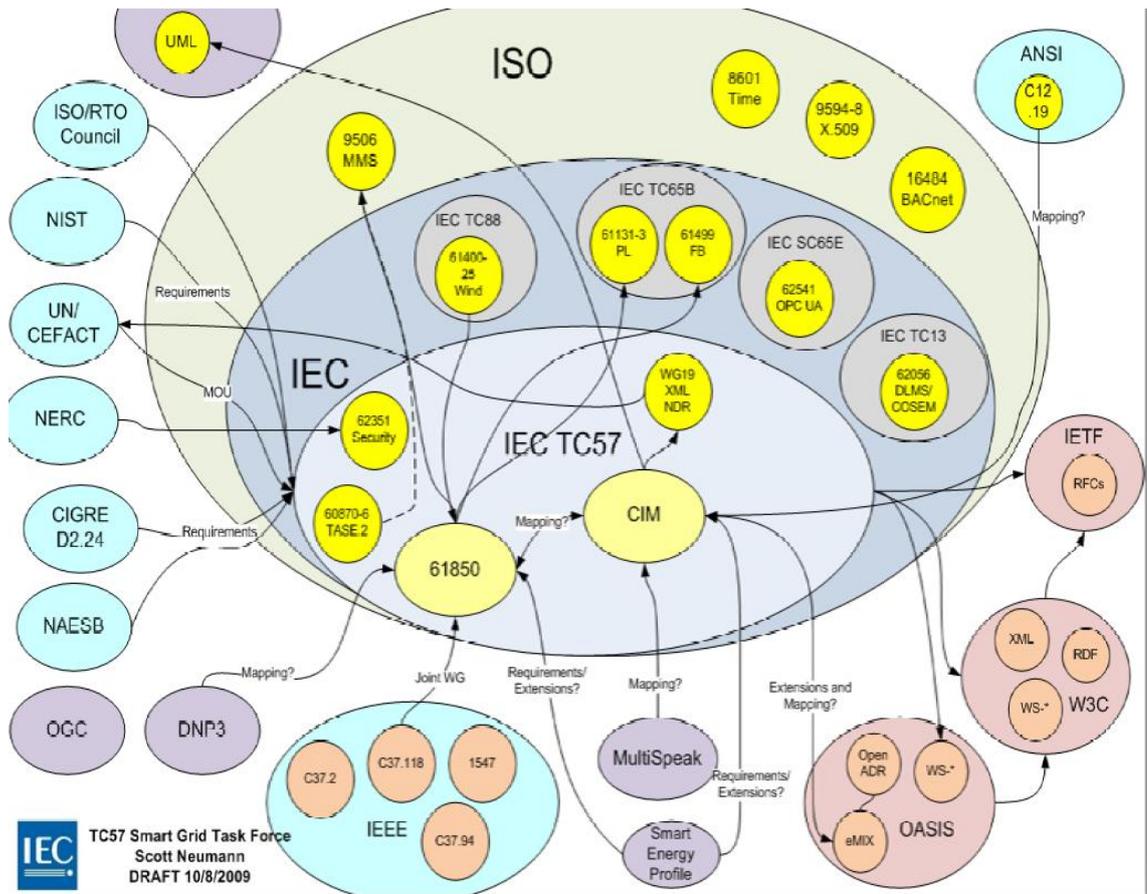
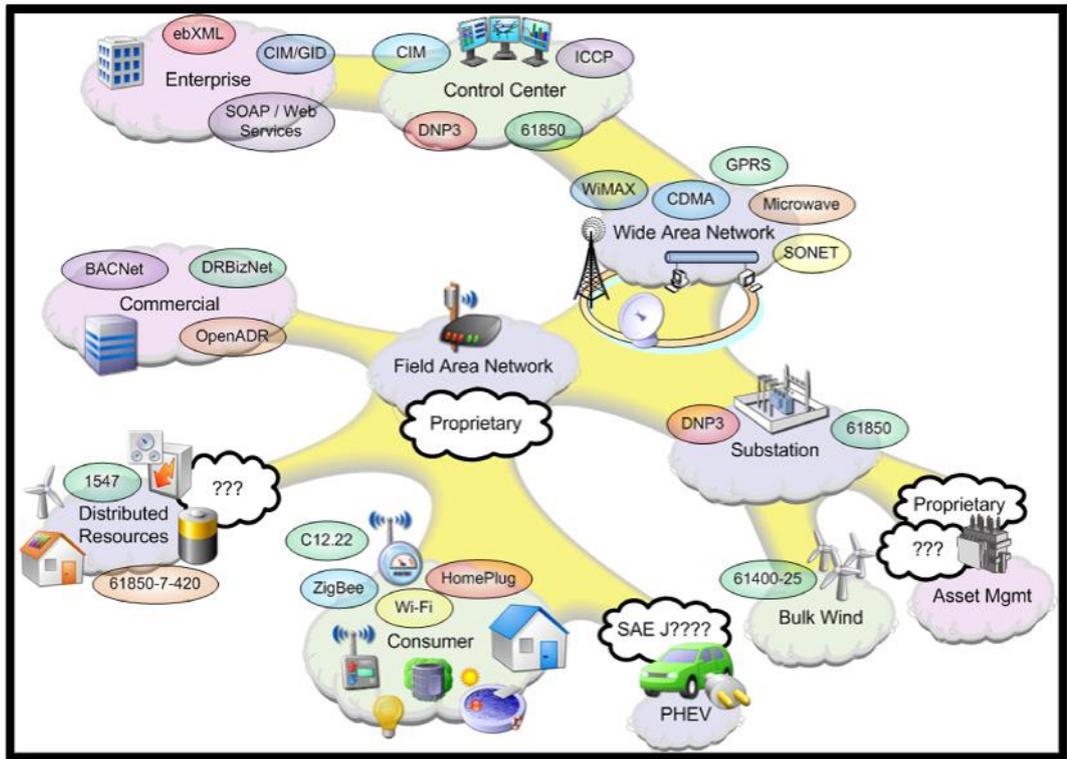


Figura 5.7 Estándares que predominan en una SG

Como puede observarse, en el centro de la gráfica se destaca el Modelo CIM dentro del IEC TC57, que se revisará más adelante. Desagregados los estándares en cada uno de los dominios o etapas de una SG, tenemos:



Por otro lado el “NIST”, en la referencia (NIST, 2010), en su hoja de ruta para la interoperabilidad hacia las SG, también destaca el Modelo en análisis dentro de los dominios de la operación y servicios , como se resume en la siguiente tabla (fila 7) los primeros 16 estándares identificados por NIST:

1	AMI-SEC System Security Requirements	✓	✓	✓		✓	✓
2	ANSI C12.19 End Device (Meter) Tables		✓	✓			✓
3	BACnet Building Automation & Control Net			✓	✓		✓
4	DNP3 – Distributed Network Protocol		✓		✓	✓	✓
5	IEC 60870-6 – Inter-Control Center		✓				
6	IEC 61850 – Comms Nets in Substations		✓		✓	✓	✓
7	IEC 61968/61970 – Common Info Model		✓	✓			
8	IEC 62351 – Data Comms Security		✓		✓	✓	✓
9	IEEE C37.118 - Synchrophasors		✓			✓	
10	IEEE 1547 – Distributed Resources		✓		✓	✓	✓
11	IEEE 1686 – IED Cyber Security				✓	✓	✓
12	NERC Critical Infrastructure Protection	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	NIST SP 800-53/82 Fed Info Sys Security	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	Open Automated Demand Response	✓	✓	✓			✓
15	Open Home Area Network Requirements						✓
16	ZigBee/HomePlug Smart Energy Profile						✓

El NIST dentro del grupo de prioridades “Priority Action Plans PAP” en el desarrollo de los estándares necesarios para la interoperabilidad en una SG, define el “PAP 08” Desarrollo del Modelo Común de Información para la Gestión de la Red de Distribución categorizándolo como urgente y necesario. Uno de los objetivos planteados es el desarrollo de estrategias para la integración y extensión IEC 61970 para aplicaciones de SG.

5.5.1 Comité Técnico TC57 y el Modelo CIM¹²

La gran cantidad de formatos de intercambio de información, la dificultad de integración de los sistemas aislados dentro de cada empresa, la extensa variedad de paquetes de software y de arquitecturas disponibles, así como la necesidad de compartir información entre las diferentes compañías energéticas se han convertido en un problema creciente.

Las organizaciones especializadas plantearon este problema y decidieron desarrollar y adoptar un modelo para implementación e integración de sistemas de información para empresas eléctricas donde existiera un formato estándar para la descripción, manejo e intercambio de datos, con un menor costo de mantenimiento de software y alcanzar una mayor interoperabilidad entre los sistemas de información.

Como respuesta a esta problemática, **la IEC desarrolló las normas IEC 61970 e IEC 61968**. En la Figura 5.7 se resalta el comité técnico TC57 “Power System Management and Associated Information Exchange” de la IEC “International Electrotechnical Commission”, el cual contiene los siguientes grupos de trabajo (WG):

¹² Erazo, P. (2012, septiembre). *Conferencia avance del proyecto sistema integrado para la distribución eléctrica (sigde) en el centro de Capacitación de la EERSSA*, Loja, Ecuador.

WG10	•Substations (and field devices): IEC 61850
WG13	•Transmission: CIM - IEC 61970
WG14	•Distribution: CIM - IEC 61968
WG15	•Security: IEC 62351
WG16	•Energy Markets: IEC 62325
WG17	•Distributed Energy Resources
WG19	•Harmonization (and architecture)

El grupo de trabajo W13 define la norma IEC 61970 que contiene el Modelo CIM (Common Information Model) para sistemas eléctricos EMS (generación y transmisión), esto incluye un modelo de red abierto y estandarizado. Por otro lado, el grupo W14 mediante la norma IEC 61968 extiende el Modelo CIM para sistemas eléctricos de distribución DMS. Ambas se adaptan a la norma IEC 61850 (automatización subestaciones) mediante las mediciones.

Las normas IEC-61968 e IEC-61970 están basadas en los resultados obtenidos por el EPRI “Electric Power Research Institute” en la definición de un modelo de referencia común (CIM), así como de los medios de acceso a los servicios del modelo o Centro de Control API (CCAPI) Si bien dicho modelo se origina en la década del 90, posterior de la adopción de la IEC realmente inicia en el 2006 y actualmente está en constante evolución en ciertas partes.

Las compañías eléctricas más importantes mundialmente (imagen adjunta) están abriendo las puertas para la implementación del modelo CIM como parte de la cadena de procesos dentro del negocio de la distribución. Los proveedores y desarrolladores de tecnología ahora ya cuentan con un estándar a cumplir, lo cual reduce la incompatibilidad de formatos entre sistemas, se reducen los costos generados debido al mantenimiento y actualización y se mejoran los sistemas empresariales para la distribución y comercialización de la energía Recientemente, han comenzado algunos

proyectos en todo el mundo, en los que participan distintas empresas, universidades e institutos de investigación, cuyo objetivo es el desarrollo de las redes de distribución del futuro: Intelligrid (USA), Address (Unión Europea), CENIT DENISE (España), Oasis (Escocia) SIGDE (Ecuador), etc. En la mayoría de ellos, se propone el CIM como modelo de información a emplearse en los sistemas de gestión.

5.6 INTRODUCCIÓN A INTEROPERABILIDAD DE LOS SISTEMAS¹²

Según la norma IEC 61968(IEC, 2003) un DMS consiste de varios Componentes de aplicaciones distribuidas para una empresa eléctrica encargada de operar redes de distribución. Las funciones incluyen el monitoreo y control de equipos de distribución, administración de procesos para asegurar la confiabilidad del sistema eléctrico, administración de voltaje, administración de la demanda, administración de fallas OMS, administración de la topología de la red, entre otras.

Un modelo de información es una representación abstracta y formal de los objetos, sus atributos, asociaciones con otros objetos, el funcionamiento y operaciones que se pueden realizar sobre ellos. Los objetos modelados pueden ser objetos físicos, tales como los dispositivos de una red eléctrica, o pueden ser abstractos, tales como los objetos utilizados en un sistema de información comercial. La Figura 5.8 muestra el alcance de las funciones y la arquitectura de interfaces definidos por la norma. El Modelo CIM, se trata de un modelo de información para la representación de objetos del mundo real para la gestión y operación de sistemas eléctricos de transmisión y distribución, esto incluye:

Paquetes de clases, clases de objetos, atributos y relaciones; esta modelación gráfica esta en formato “UML” (Unified Modeling Lenguaje).

Define las interfaces para la integración de sistemas (GID Generic Interface Definition).

Incluye la conectividad del sistema eléctrico permitiendo el intercambio de datos.

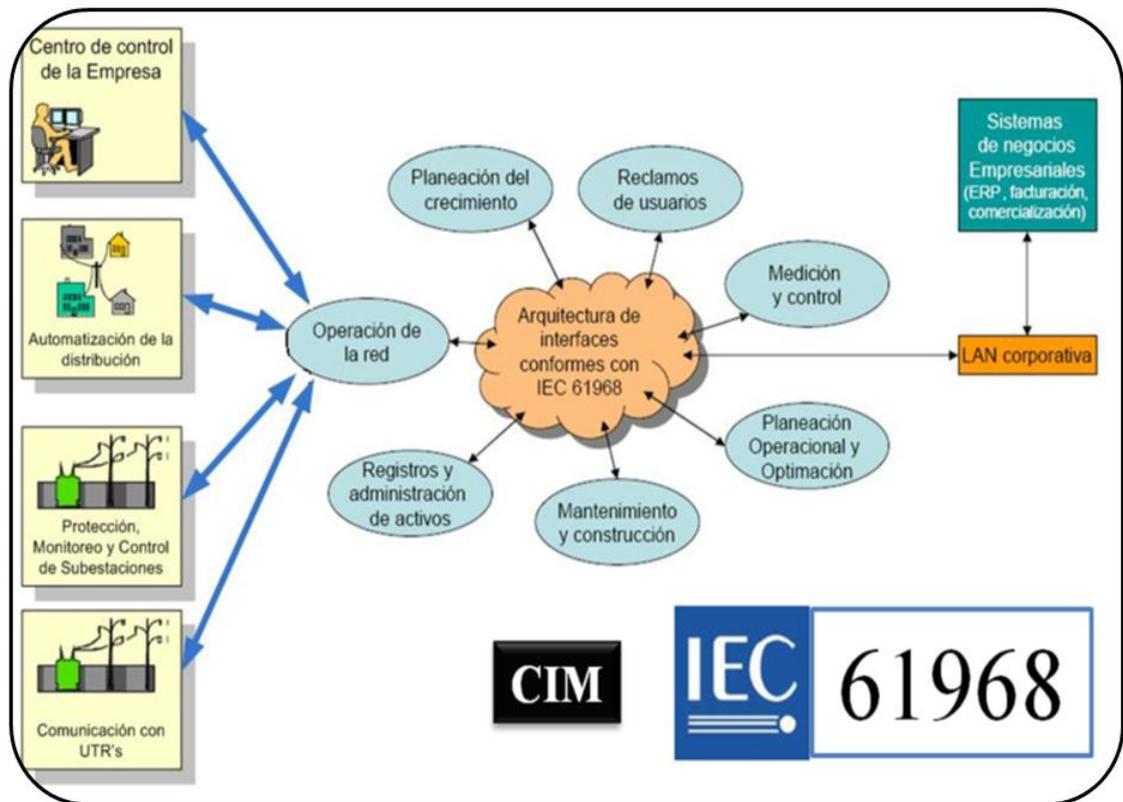


Figura 5.8 Arquitectura de interfaces según IEC 61968

5.7 CATEGORÍAS DE INTEROPERABILIDAD Y ROLES DEL CIM¹²

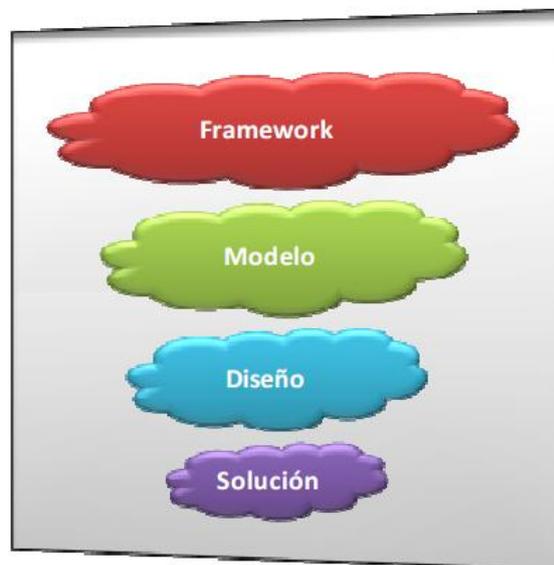
El nivel de automatización en toda la cadena del suministro eléctrico cada vez es mayor, así como la cantidad de información que se genera producto de esto, con lo cual crece la necesidad de integración de procesos, sistemas y dispositivos, generando propuestas de valor interesantes. De aquí se desprende este nuevo concepto de **Interoperabilidad** que incorpora las siguientes características:

- ❖ Intercambio de información significativa y procesable entre dos o más sistemas.
- ❖ Entendimiento compartido de la información intercambiada
- ❖ Una expectativa acordada para la respuesta al intercambio de información.
- ❖ Un requisito de calidad del servicio: confiabilidad, fidelidad y seguridad.

Una buena definición de interoperabilidad es la capacidad de dos o más redes, sistemas, dispositivos, aplicaciones o componentes para intercambiar información entre ellos y utilizar o consumir la información intercambiada.

Para permitir dicha interoperabilidad, el (GridWise Architecture Council, 2008) propone un entorno o marco de trabajo “**Framework**” para organizar los conceptos y terminología para identificar y debatir los problemas de interoperabilidad.

Como se muestra en la gráfica el “Framework” proporciona una perspectiva en un nivel superior, esto es, un nivel de organización, lo cual corresponde un nivel más amplio, conceptual y brinda el contexto para un mayor detalle de los aspectos técnicos de la interoperabilidad.



Mientras que un “Modelo” (Arquitectura) identifica un espacio del problema en particular y define un análisis de requerimientos independientemente de la tecnología.

El “Diseño” modela mapas de requerimientos dentro de una particular familia de soluciones basadas en estándares y enfoques técnicos.

Finalmente una “Solución” manifiesta un diseño para un particular vendedor de tecnologías de software, asegurando la adherencia a los diseños, modelos y marcos de trabajo.

La intención de este Framework de interoperabilidad es proporcionar un contexto para la identificación de los problemas de interoperabilidad y promueve acciones para que la complejidad de estas integraciones se facilite, con esto proporciona una categorización de varias capas de interés y el entendimiento de estas capas permitirá alcanzar la interoperabilidad deseada. Dichas capas abarcan desde los detalles de la tecnología utilizada, el entendimiento de la información intercambiada, hasta los procesos y los objetivos de la organización que son representados en el negocio, políticas económicas y regulatorias; tal como lo resume la Figura 5.9.

Adicionalmente el Framework destaca la interdependencia que existe entre la infraestructura eléctrica (E-Electricidad) con la infraestructura de las tecnologías de información (I-Información), dando lugar a un E+I. Lo cual da el soporte a la comparación, alineación y armonización de los aspectos técnicos con el acompañamiento de la gestión de procedimientos y procesos del negocio.

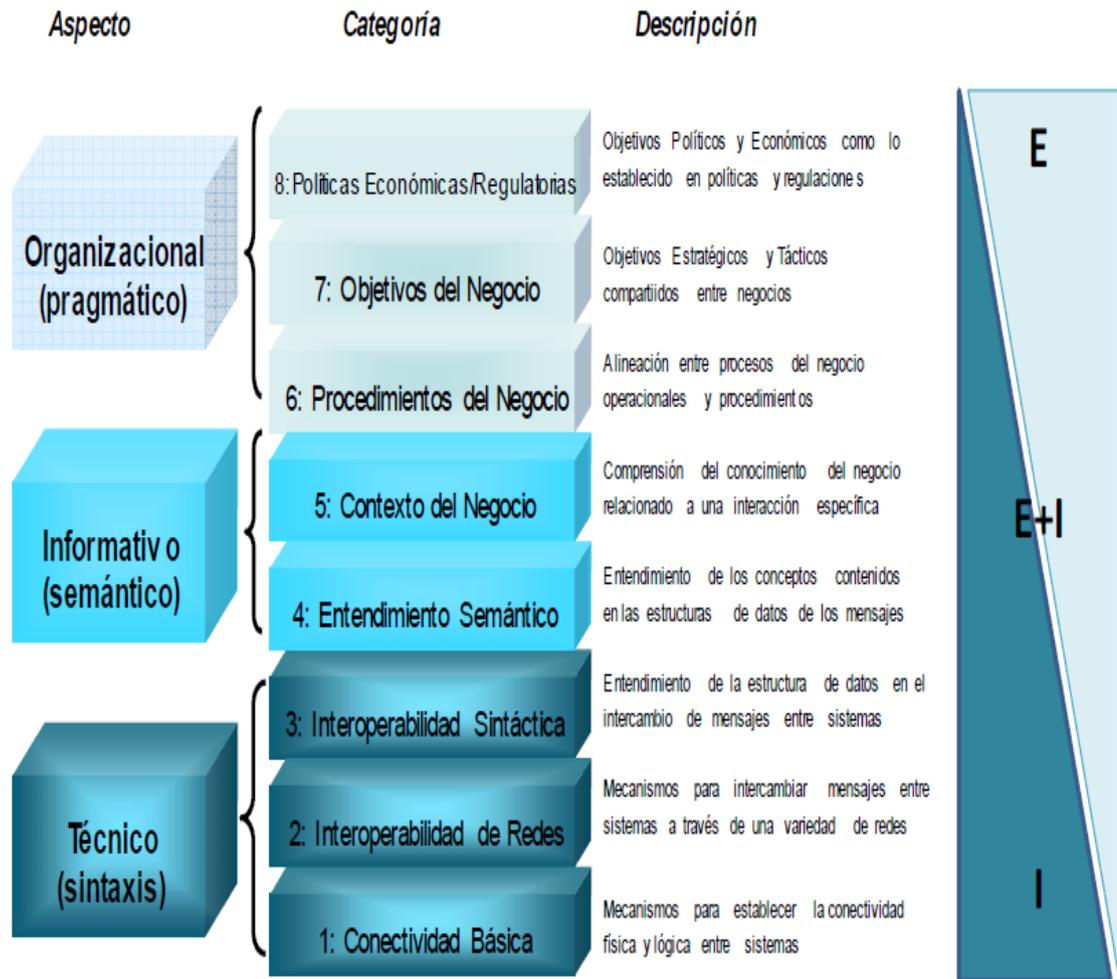


Figura 5.9 Framework de interoperabilidad

5.7.1 Roles del CIM¹¹

Los Roles del CIM se focalizan en el entendimiento de las siguientes categorías:

1. Interoperabilidad Sintáctica: se refiere al entendimiento de las reglas que regulan el formato y la estructura para la codificación de la información intercambiada entre partes transaccionales. Al igual que la sintaxis del lenguaje natural, los documentos, párrafos y oraciones contienen palabras que cumplen las reglas y estructuras para la descomposición mental del lector. La sintaxis correcta permite la descomposición del

contenido, esto no significa que dicho contenido tenga algún sentido. Ejemplos de estándares comunes de interoperabilidad sintáctica son el XML, HTML, SOAP, etc.

2. Entendimiento Semántico: en la construcción de un lenguaje común, no es suficiente el solo entender la sintaxis o gramática, se debe entender también la definición de las palabras. De lo contrario, se podría crear oraciones sin sentido, a pesar que gramaticalmente sean correctas. Con ello, surge la necesidad que existan reglas que gobiernan la definición de las cosas, conceptos y sus relaciones entre sí, para definir un “modelo” de información que represente el mundo real. Un modelo por lo general se enfoca a un dominio específico, por ejemplo la construcción, los sistemas de energía eléctrica, etc.

Los modelos de información son comúnmente expresados en una forma orientada a objetos en términos de clases, atributos y relaciones. Un ejemplo de estos modelos es justamente la creación del CIM para los dominios de la Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la energía eléctrica en sus normas IEC 61970/61968; otros ejemplos son los modelos de objetos basados en esquemas XML, Arquitectura Unificada OPC, la norma IEC 61850 para la automatización de subestaciones, etc.

3. Contexto del Negocio: los modelos de información pueden ser demasiados grandes, que describen todos los aspectos de una organización, justamente esta generalidad es su fortaleza ya que se diseñan para soportar distintas aplicaciones de forma integral. La idea de establecer un “contexto del negocio” se refiere a restringir y refinar los aspectos de un modelo de información relevantes a los específicos procesos del negocio en cuestión. Estas restricciones pueden incluir los roles de los actores involucrados en la interacción así como las reglas y restricciones de la información intercambiada, adicionalmente incluye el conocimiento relacionado a la interacción de los procesos, es

decir, es el puente entre el entendimiento de la semántica y los procedimientos del negocio. En la práctica, el contexto del negocio a menudo contiene capas y mapas para un dominio basado en la semántica del modelo de información a la vez que añade la estructura y restricciones para el *workflow* y reglas del negocio para una aplicación en particular.

5.7.2 Distancias de Integración

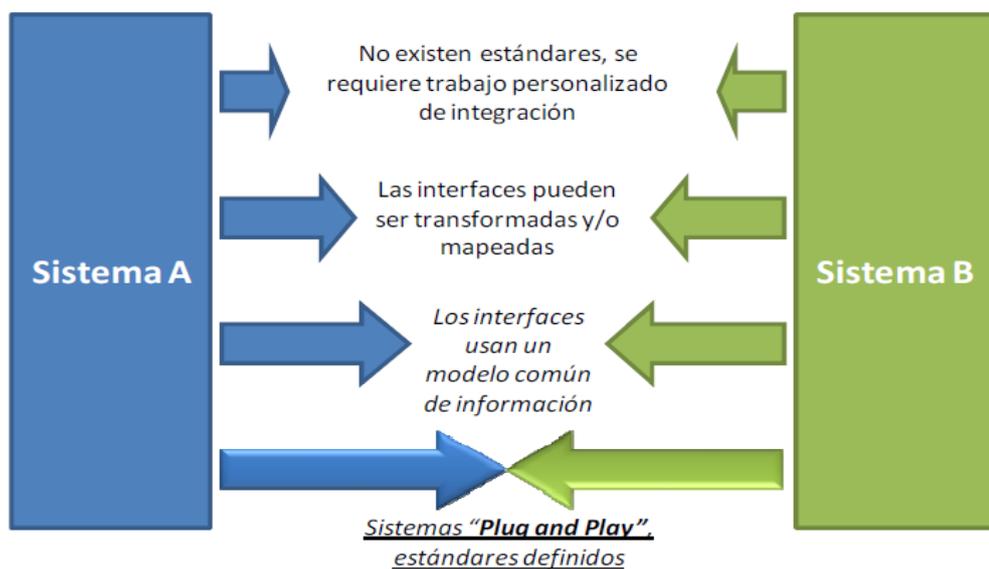


Figura 5.10 Distancias de integración

Un objetivo común, dentro de la interoperabilidad, es el entendimiento del concepto de "plug and play". La Figura 5.10 destaca las distancias de integración entre dos sistemas A y B, desde que no existen estándares, donde se requiere un trabajo personalizado de integración, hasta que los sistemas son "Plug and Play", para este caso ya existen estándares definidos a partir de un modelo común de información y la distancia de integración prácticamente es nula. Conseguir esto último, dentro del negocio de la electricidad, donde existe una variedad de sistemas y tecnologías, no es tarea fácil, en muchas situaciones complejas no es práctico especificar los estándares a este nivel de

detalle. El buscar la reducción de las distancias de integración, para mejorar la interoperabilidad, tiene un impacto directo en los costos de instalación e integración; sin embargo, crea puntos bien definidos dentro en un sistema de componentes automatizados y negocios empresariales, facilitando el reemplazo o la conexión de nuevos componentes, con un esfuerzo mínimo, preservando el funcionamiento del sistema integrado.

Los estándares o las mejores prácticas pueden ser utilizados para reducir dicha distancia. Entre las técnicas que pueden reducir esta distancia, incluyen:

- ❖ Utilizar el CIM como el modelo común de información para la integración
- ❖ utilizar estándares de software de propósito general y tecnologías cuando sea procedente (SOA, XML, etc.)
- ❖ Minimizar la cantidad de código personalizado, buscando herramientas de última generación que permitan la integración mediante “configuración” en lugar de “código”.

En resumen, la transición o evolución de la actual integración punto a punto del intercambio de información hacia el concepto de interoperabilidad se detalla en la Figura 5.11, para esto se han utilizado algunos sistemas empresariales típicos de la Gestión de la Distribución.

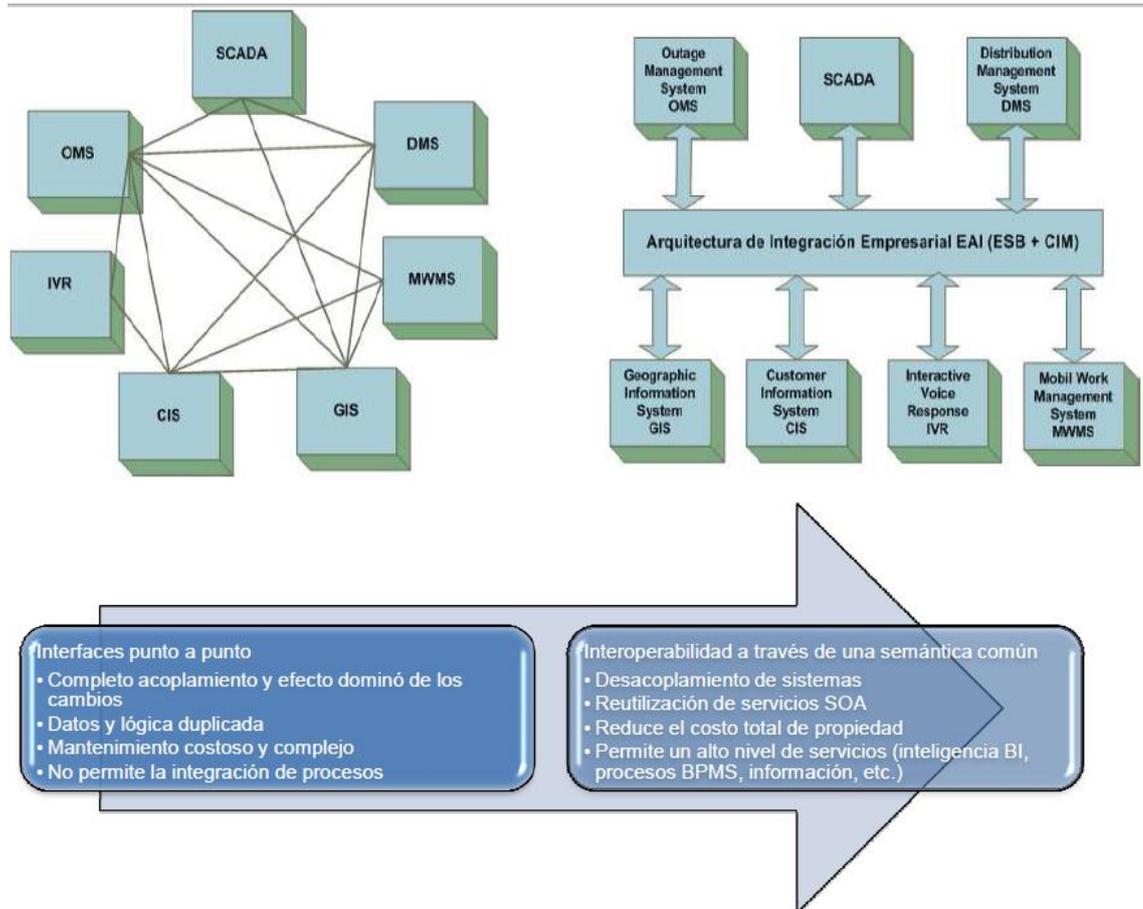


Figura 5.11 Interfaces puntuales vs. interoperabilidad

5.8 MODELO DE REFERENCIA DE INTERFACES “IRM”¹³

La Gestión de la Distribución puede ser organizado como dos tipos de negocios interrelacionados: el suministro eléctrico y la distribución eléctrica. El suministro eléctrico corresponde a la compra de energía eléctrica en bloque a los generadores para luego vender a los clientes individuales. La Distribución eléctrica cubre la administración de la red física de distribución que conecta a generadores o sistema interconectado de transmisión y clientes.

¹³ Erazo, P. (s.f.) *Modelo para Mejorar la Gestión Técnica de las Empresas de Distribución*. Informe 3. Proyecto SIGDE.

5.8.1 Funciones

Varios departamentos dentro de una empresa eléctrica colaboran para realizar la operación y administración de la red de distribución eléctrica, a dicha tarea se le denomina “Gestión de la Distribución”. Mientras que otros departamentos de la organización pueden soportar funciones sin que tengan una responsabilidad directa o externas para la gestión de la distribución. Esta segmentación por funciones es definida por el Modelo de Referencia de Interfaces IRM (Interface Reference Model).

La utilización de un modelo relacionado al negocio debe garantizar la independencia con los proveedores de soluciones de sistemas. La Figura 5.12 identifica las funciones de la categorización a nivel superior definidas en el IRM:

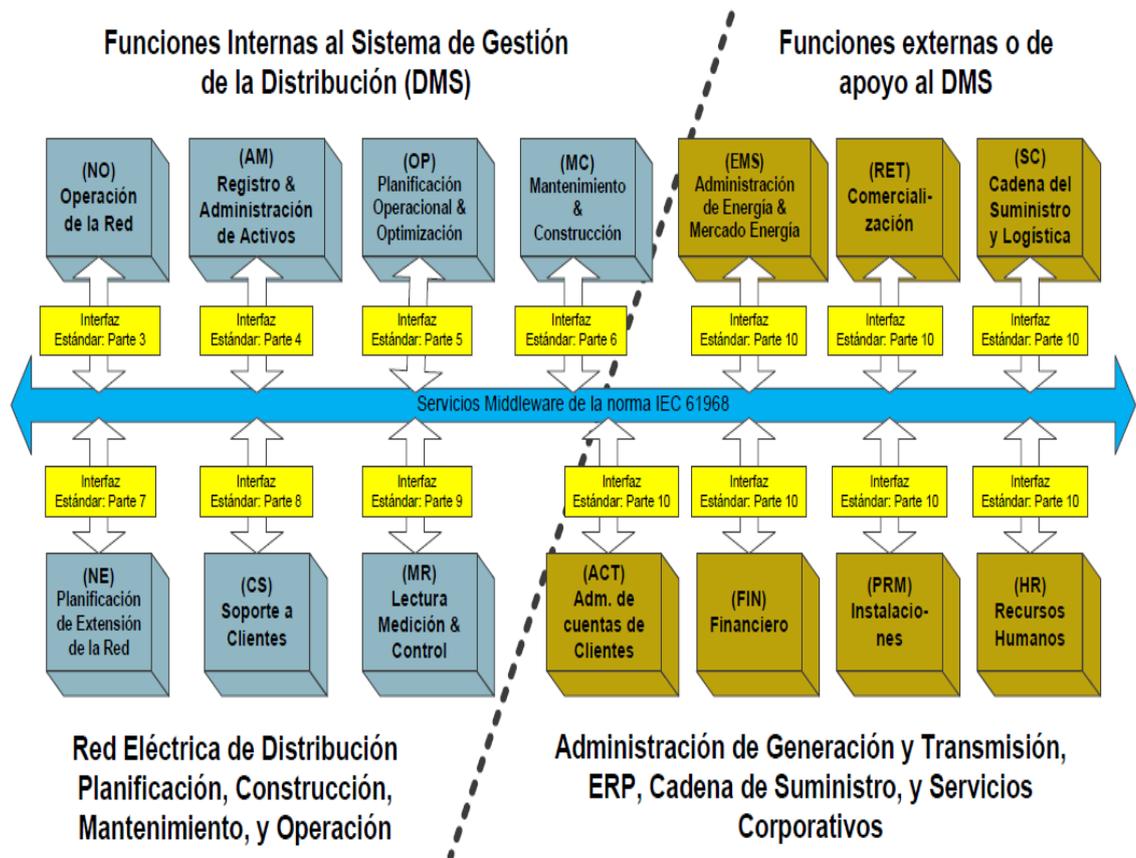


Figura 5.12 Funciones del modelo de referencia de interfaces

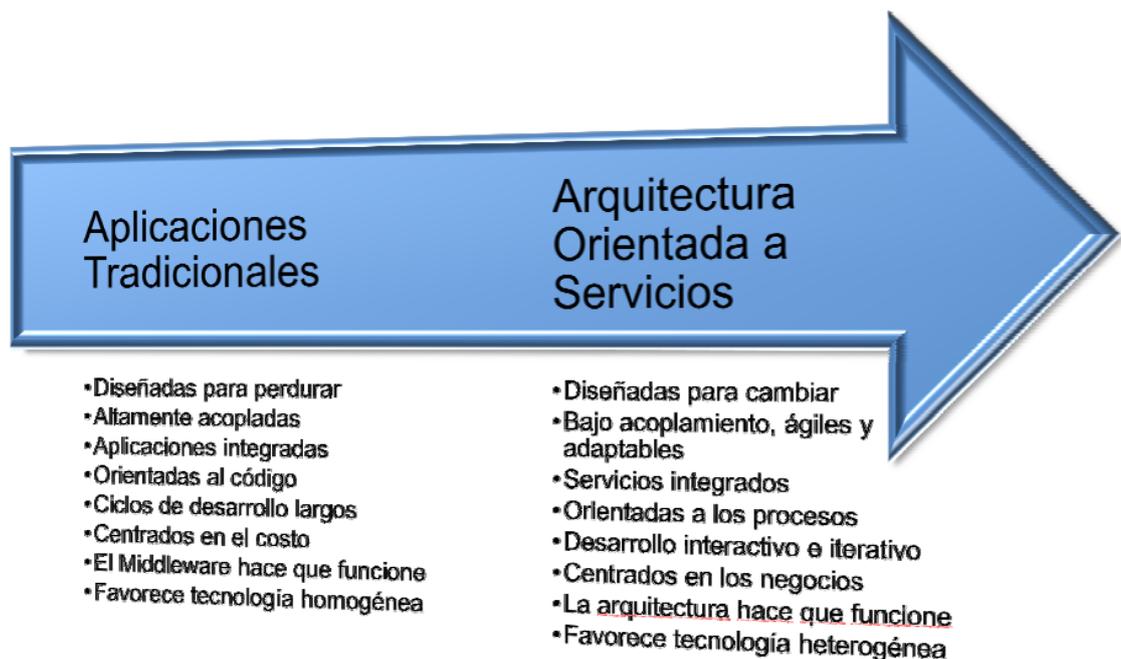
5.9 TECNOLOGÍAS DE INTEGRACIÓN¹⁴

Se presentará una revisión muy general de las tecnologías de información que pueden ser utilizadas con el CIM.

5.9.1 Arquitectura Orientada a Servicios “SOA”

SOA hoy en día tiene una amplia aceptación en las tecnologías de integración, obedece a un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del negocio. El término **servicio** se refiere a la encapsulación de los procesos del negocio en una interfaz atómica que se puede activar remotamente. Una característica clave de este enfoque es que los servicios son independientes de los sistemas operativos, plataformas y lenguajes de implementación. Con ello, SOA no es un producto que se puede comprar a un proveedor, sino es un “framework” y directrices para una arquitectura de software.

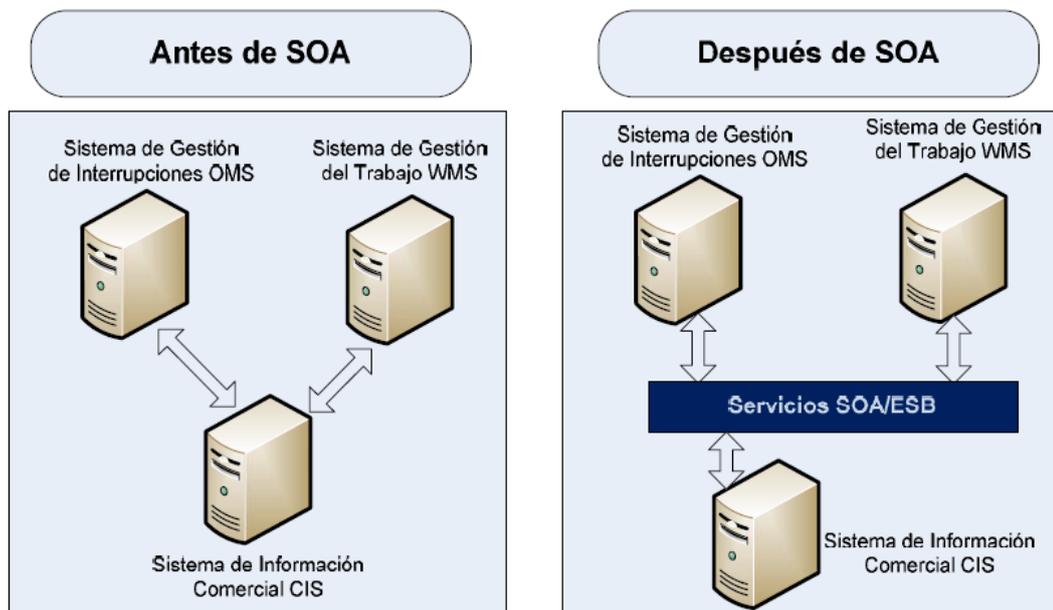
A continuación se detalla las principales características respecto a una Arquitectura Tradicional:



¹⁴ Erazo, P. (s.f.) *Resultados, Propuestas y Recomendaciones*. Informe 4. Proyecto SIGDE.

XML se utiliza mucho en SOA para crear mensajes de datos desde y hacia estos servicios. Los servicios pueden empaquetarse y exponerse a los usuarios de las aplicaciones por WSDL (Web Services Definition Lenguaje) y los protocolos de comunicación que son parte de SOAP (Simple Object Access Protocol).

A continuación se describe como ejemplo a un Sistema de Información Comercial “CIS” con la implementación de la Arquitectura SOA y un bus de servicios empresarial ESB, interoperando con dos sistemas dentro de una empresa eléctrica, los sistemas de Gestión de Interrupciones “OMS” y Gestión del Trabajo “WMS”.



5.9.2 Bus de Servicios Empresarial “ESB”

El ESB es una tecnología que le permite conseguir una coherente Arquitectura de Integración Empresarial (EIA). El ESB es una infraestructura de software que proporciona integración de aplicaciones y la reutilización flexible de los componentes del negocio dentro de SOA. La palabra "bus" se refiere al bus físico que transporta datos entre aplicaciones y actúa como un intermediario de mensajes entre las aplicaciones, como resultado de esto se reducen las conexiones punto-a-punto entre aplicaciones. El

ESB no implementa una arquitectura SOA, pero proporciona la capacidad para aplicar o implementar SOA.

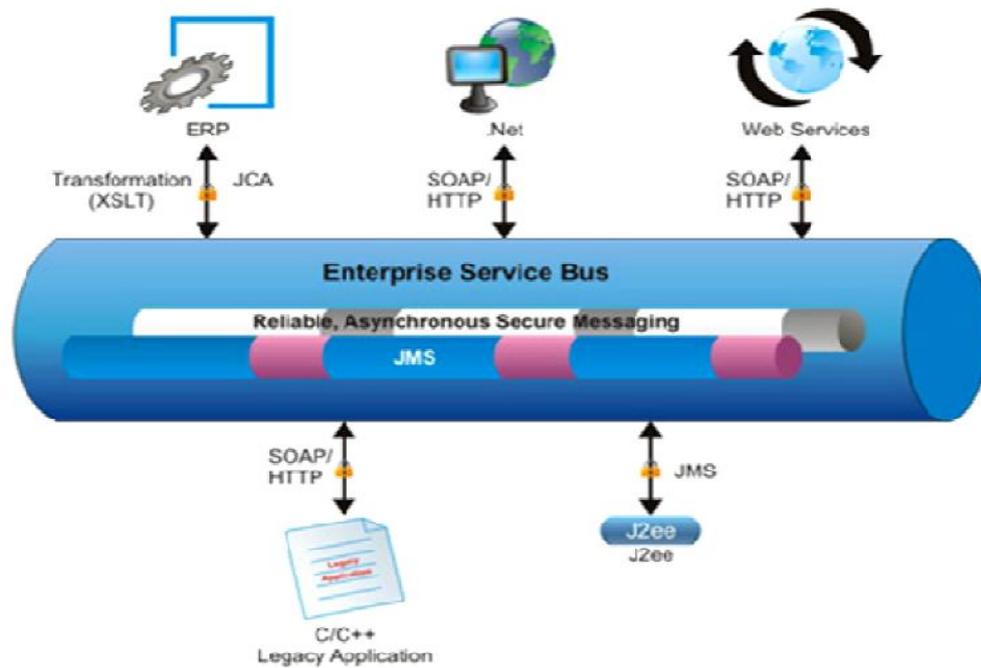
Un ESB generalmente proporciona una capa de abstracción construida sobre una implementación de un sistema de mensajería empresarial, que permita a los arquitectos en integración explotar el valor del envío de mensajes sin necesidad de escribir código.

Un ESB es una plataforma de integración basada en estándares que es una combinación de varios tipos de paradigmas de mensajes, servicios web, la transformación, enrutamiento y operaciones confiables. Entre las funciones típicas de un ESB tenemos:

Categoría	Función
Invocación	Soporte para protocolos de transporte síncrono y asíncrono, mapeo de servicios (localización y emparejamiento)
Enrutamiento (Routing)	Addressability, encaminamiento estático/determinista, encaminamiento basado en contenidos, encaminamiento basado en normas, encaminamiento basado en políticas
Mediación	Adaptadores, transformación de protocolos, mapeo de servicios
Transmisión de mensajes	Procesamiento de mensajes, transformación de mensajes y mejora de mensajes
Coreografía de procesos	Implementación de procesos de empresa complejos
Orquestación de servicios	Coordinación de múltiples servicios de implementación presentados como un único servicio agregado
Procesamiento de eventos complejo	Interpretación de eventos, correlación, emparejamiento de patrones
Otros servicios de calidad	Seguridad (cifrado y firma), entrega confiable, administración de transacciones
Administración	Monitorización, auditoría, registro, medición, consola de administración, BAM ("Monitorización de la actividad empresarial").

La tecnología ESB se basa en un buen número de diferentes estándares de TI incluyendo las siguientes:

- ❖ Java Message Service (JMS)
- ❖ SOAP y servicios web API
- ❖ XML
- ❖ XSLT, XPath y XQuery transformaciones de datos
- ❖ Web Services Description Language (WSDL)



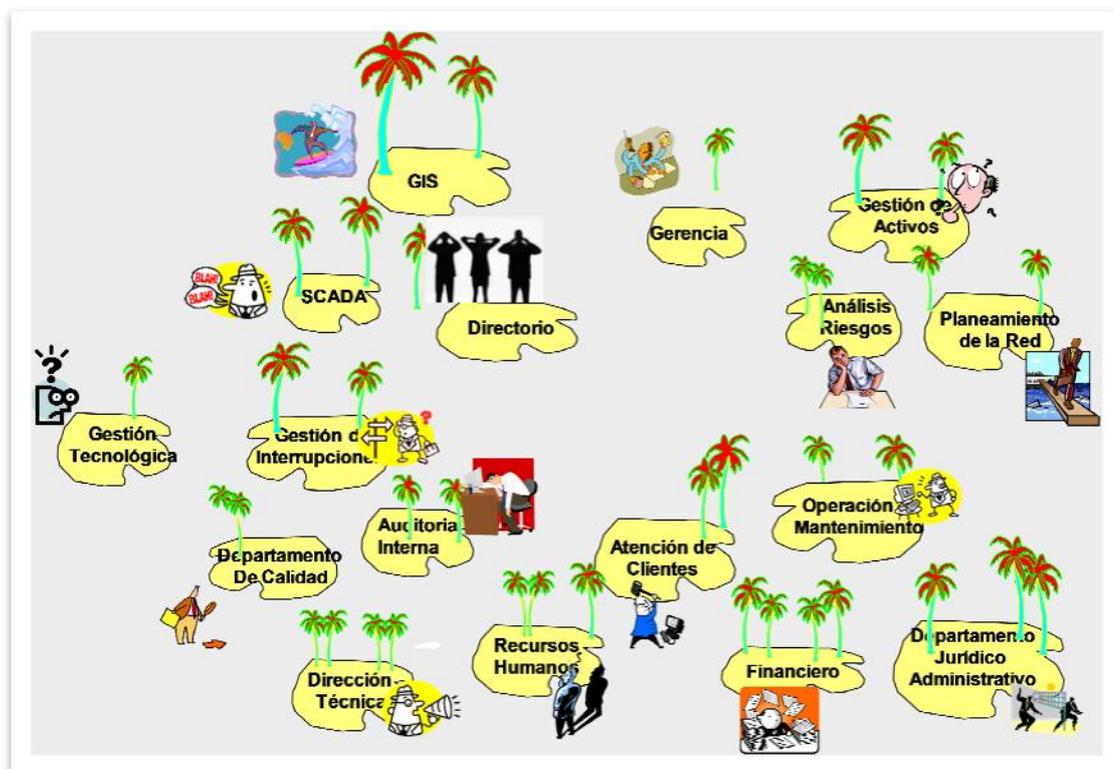
La propuesta de la IEC 61968-1-1 “Enterprise Service Bus Implementation Profile” define un enfoque específico para la integración de aplicaciones utilizando el CIM y un ESB. El documento abarca temas como los modelos de integración ESB, la estructura de los mensajes comunes, el uso de SOAP, y el uso de cadenas, colas o tópicos. El documento también incluye ejemplos de XML y WSDL.

CAPITULO 6

RESULTADOS

6.1 INTRODUCCIÓN

Hasta la presente fecha, las 20 empresas de distribución y comercialización de energía eléctrica conformadas como sociedades y compañías anónimas, actualmente 10 de ellas agrupadas dentro de la Corporación Nacional de Electricidad CNEL, dentro de su área de concesión han implantado sus modelos de gestión formando verdaderas islas entre sus departamentos, careciendo de procesos y normativas, como se detalla en la siguiente gráfica:



Producto de ello, algunas empresas presentan grandes problemas financieros, en gran medida debido a malas administraciones, falta de inversiones, la politización de las tarifas, ausencia de gestión y compromiso por parte de sus máximas autoridades; fomentando en ciertas empresas sobretodo de la costa, la cultura del no pago, las instalaciones clandestinas, la alteración de equipos de medición, entre otras anomalías.

En resumen, en nuestro país no ha existido una política que permita homologar procesos y sistemas tecnológicos, con el fin de contar con un solo modelo de gestión para todo el sector eléctrico de la distribución.

6.2 MODELO DESARROLLADO BAJO LA ESPECIFICACIÓN MULTISPEAK

La Empresa Eléctrica Regional del Sur adquirió el Sistema de Información Geográfica SIG de ESRI el “*ArcGIS*” además se complementó con el componente eléctrico de la solución de Telvent Miner&Miner el “*ArcFM*”.

El modelo de datos MultiSpeak de la National Rural Electric Cooperative Association (NRECA) básico desarrollado para el sistema de distribución eléctrica está configurado dentro del producto ArcFM de Telvent, es decir Telvent es miembro de esta organización y se encuentra trabajando dentro de los grupos de usuarios del Modelo CIM con la finalidad de que a futuro su producto se fundamente en el CIM (CIM-Based).

En la Figura 5.7, dentro de los estándares que predominan en las SG se detalla este estándar pero en estado de armonización o mapeo “Mapping” hacia el modelo CIM, es decir que, a corto plazo, quien predominará es este último.

Los elementos que forman la red geométrica son los segmentos de línea o Tramos, Equipos eléctricos y Clientes o Servicios, donde se definen las reglas del negocio. Se

garantiza la conectividad mediante la herramienta “Feeder Manager” propia del software. Con respecto a la calidad de información a más de las herramientas del software, “Quality Assurance / Quality Control” y “Auto Updaters”.

Hay que completar al modelo con el manejo integrado de todos los niveles de tensión, es decir el “extended feeder manager”, donde se extendería la conectividad existente (media y baja tensión) con el nivel de subtransmisión. Además crear las clases y registrar la información correspondiente a los ajustes de las protecciones y controles de equipos como reconectores y relés, con visión hacia un DMS.

6.2.1 Armonización del Modelo MultiSpeak hacia el CIM

Entre las principales semejanzas y diferencias básicas tenemos:

Semejanzas:

- ❖ Ambos se enfocan en la interoperabilidad de aplicaciones, a diferencia de las estructuras con interfaces puntuales.
- ❖ Estos modelos soportan la definición de clase, tipos simples y tipos complejos.
- ❖ Utilizan esquemas XML para la definición de mensajes.
- ❖ Usan nombres y verbos para la definición de mensajes (aunque la definición de estos difieren en cada modelo)
- ❖ Emplean el lenguaje GML (Geography Markup Language) definido por el Open SIG Consortium, para la representación geográfica de información.

Diferencias Básicas:

	MultiSpeak	CIM
Administración del Modelo	El modelo es administrado usando esquemas XML (Spy)	El modelo se administra con Sparx Enterprise Architect (UML), donde se generan esquemas XML y RDFS
Identificación de Objetos	Un campo "objectId" se encuentra dentro de las clases mspObject	La nomenclatura de clases es usada para manejar nombres de prácticamente todas las clases del CIM
Relaciones	Relaciones de herencia y listas o bancos de agrupaciones	Una amplia variedad de asociaciones y agrupaciones son definidas y administradas por el modelo
Jerarquía de Clases	mspObject es la clase padre para mspSwitchingDevice, mspLineObject, mspPointObject, mspDevice y mspResultsBase, donde cada clase 'msp' puede tener subclases	Organizada usando paquetes. La clase padre es un "Power System Resource" (activos de la empresa), cuyas clases descendientes incluyen Equipment y ConductingEquipment
Conectividad	Soporta ambas conectividades, secciones orientadas (secciones, secciones padres) y nodos orientados (desde – hasta)	Los equipos conductores "Conducting Equipment" tienen terminales que están agrupadas dentro de Conectividad de nodos, no soporta la topología de secciones orientadas
Modelación de Activos	El activo se relaciona con atributos incluidos en la definición de clases de acuerdo a las necesidades, ó, a través de agrupaciones simples (ejm. Puesto de Transformación)	La implementación de un modelo de activos, donde el "Power System Resources" puede ser compuestos de una o más instancias de activos
Modelación Gráfica	mspLineObject tienen lenguaje GML líneas complejas y mspPointObject tiene ubicación y rotación en la red	Gestionada como un atributo de una instancia, puede tener múltiples representaciones

Si bien el modelo CIM se lo está adoptando en compañías eléctricas importantes, además los proveedores y desarrolladores de tecnología ahora ya cuentan con un estándar a cumplir; sin embargo, el modelo MultiSpeak puede coexistir aún en el mercado ya que está trabajando adecuadamente en algunas empresas de servicios, es por ello que se hace necesaria la armonización hacia el Modelo CIM (en la parte IEC 61968-14), esto nos va permitir interoperar con el resto de sistemas.

En las últimas publicaciones en las que se detalla el estado actual del trabajo de armonización se menciona:

- ❖ Continúa el progreso de la armonización de ambos lados.

- ❖ Los subgrupos de WG14 están revisando MultiSpeak para la incorporación en cada una de las partes definidas en la norma.
- ❖ Los esfuerzos de colaboración han sido creados y propuestos en dos grupos de estándares IEC:
- ❖ IEC 61968-14-1: Mapping between MultiSpeak 4.0 and IEC 61968 (desde la parte 3 hasta la 10)
- ❖ IEC 61968-14-2: A CIM profile for MultiSpeak 4.0 (desde la parte 3 hasta la 10)

6.3 VISIÓN EN EERSSA¹³

Como puede notarse la problemática actual es similar a las necesidades que se plantearon las grandes empresas eléctricas, antes de contar con la norma IEC 61968, entre ellos la gran cantidad de consultas e interfaces puntuales entre sistemas licenciados y desarrollos locales, el oportuno intercambio de información como por ejemplo la Réplica del SIG para la operación del sistema constituye un riesgo en la toma de decisiones para reposiciones del servicio o reconfiguraciones, sobre la base de una red con una vejez de un mes.

Por otro lado el Modelo MultiSpeak a pesar de ser un estándar reconocido internacionalmente, la pretende reforzar la Gestión de la Distribución fundamentada en este tipo de normas internacionales.

6.3.1 Objetivos de esta Visión

Mejorar la Gestión de Operativa de la Distribución en la EERSSA, es decir fortalecer los procesos (ver Figura 6.1) de la Operación y Planificación de la Operación del Sistema con la finalidad de mejorar la calidad del servicio técnico, reducir el tiempo total de las Interrupciones y su Frecuencia, el tiempo de atención de reclamos, mejorar la planificación de la operación, eliminar la siniestralidad, entre otros Consolidar los

procesos o funciones del negocio dentro de la Operación de la Red de Distribución, en base a estándares internacionales.



Figura 6.1 Procesos Norma IEC 61968. Fuente: MEER

Procesos

Operación de la Red:

- ❖ Mejorar la reducción de los tiempos de localización de fallas y restauración del servicio.
- ❖ Mejorar el sistema de atención al cliente brindando una respuesta rápida.
- ❖ Proporciona información de campo para el operador de despacho, ayudando a restablecer el suministro durante las interrupciones.
- ❖ Recopilar y procesar toda la información sobre calidad del servicio.
- ❖ Localizar las fallas mediante análisis de conectividad.

- ❖ Realizar análisis de las fallas de la red para determinar sus causas, impactos, medidas adoptadas para restablecer el sistema y evitar futuros acontecimientos.
- ❖ En base al historial realizar análisis de los índices de calidad de la energía y la operación de los equipos.
- ❖ Contar con información estadística para fines de planificación, mantenimiento y control de la gestión.
- ❖ Evaluar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico.
- ❖ Efectuar una mejor estimación o proyección espacial de la carga.
- ❖ Evaluación de corrientes de falla, Flujos de Carga/Perfiles de Tensión en tiempo real.
- ❖ Análisis de los Ajustes de Protecciones de acuerdo a las condiciones operativas.

Planificación de la Operación:

- ❖ Proyección de la carga en forma horaria y diaria (corto plazo), en cada alimentador.
- ❖ Calcular los flujos de carga en tiempo real para determinar acciones de control.
- ❖ Efectuar análisis de contingencias.
- ❖ Realizar el análisis de cortocircuitos.
- ❖ Flujos Óptimos de Potencia.
- ❖ Evaluación de la restauración o reposición del suministro.
- ❖ Simulación de maniobras de apertura/cierre (switching).
- ❖ Simulación o recreación de incidentes.
- ❖ Definición de límites operativos.

Mantenimiento y Construcción:

- ❖ Mejorar la gestión de la programación del trabajo y despacho de los grupos de reparaciones (vehículos con GPS y cuadrillas de personal) por interrupciones del servicio eléctrico.

Soporte a Clientes:

- ❖ Gestión de llamadas por interrupciones y calidad de energía
- ❖ Notificación de interrupciones planificadas
- ❖ Pronóstico o confirmación de la restauración del servicio
- ❖ Historial de interrupciones y registro de problemas reportados.

Medición y Control:

- ❖ Detección y Verificación de Interrupciones y Restauración bajo una infraestructura AMI

Reestructuración del esquema organizacional con los nuevos procesos establecidos.

Definir los nuevos sistemas críticos comerciales necesarios para soportar las funciones de distribución y comercialización de la energía eléctrica.

Buscar la interoperabilidad entre los sistemas existentes y los nuevos sistemas, con el apoyo de recursos tecnológicos.

Adoptar el **Modelo de Información Común CIM bajo la norma IEC 61968**, de forma similar a como se está procediendo en la definición de los nuevos equipos para la automatización de subestaciones y alimentadores, donde se adoptó la norma IEC 61850 del mismo Comité Técnico.

6.4 SISTEMAS IMPLEMENTADOS Y EN PROCESO DE IMPLEMENTACION EN LA EMPPPRESA¹²

En la siguiente figura 6.2 se presenta los sistemas que se involucran en cada uno de los procesos en la planificación de operación, operación de la red, expansión de la red, medición y control, mantenimiento y construcción y atención al cliente; los mismos que se encuentra en proceso de implementación.

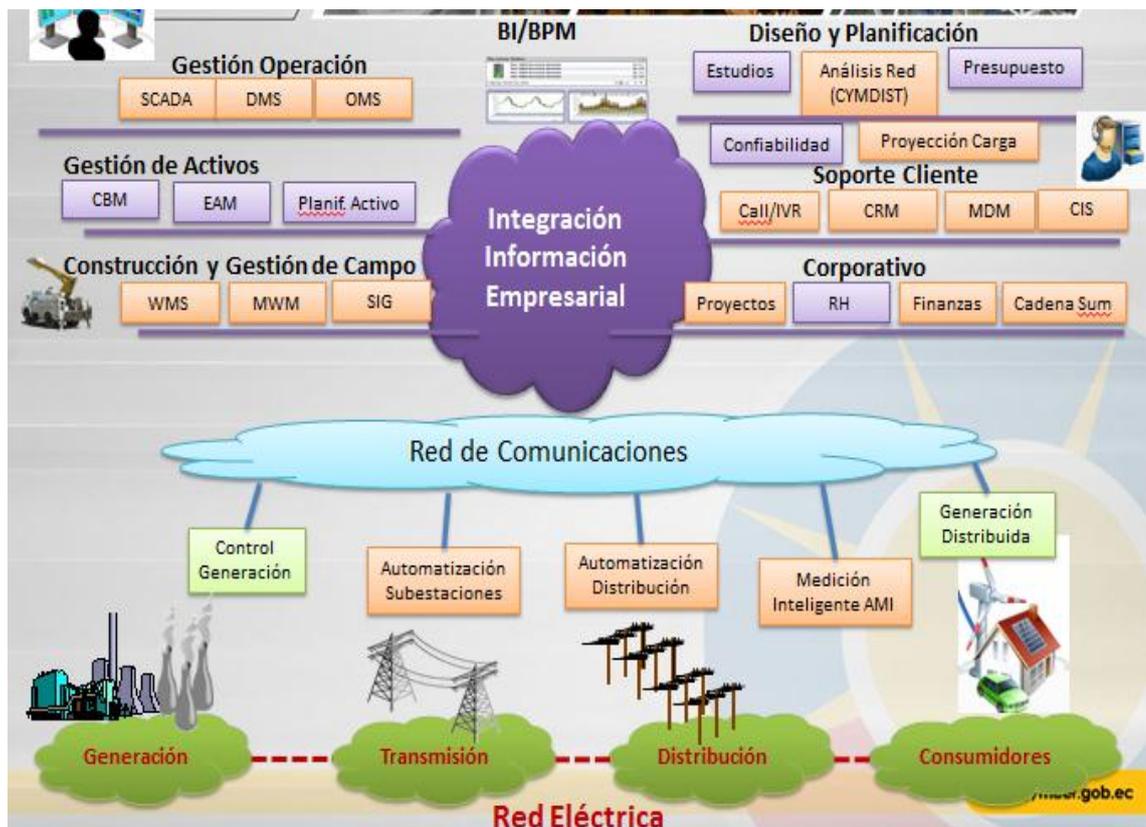


Figura 6.2 Sistemas en proceso de implementación. Fuente: MEER

Sistema de Información Geográfico (SIG): Producto ArcFM v10.3.1 de TELVENT Miner&Miner bajo la plataforma de ESRI v10 (ArcEditor + ArcGIS Server estándar+ ArcFM server) y su Geodatabase se encuentra en Oracle 11g. Modelo de datos “MultiSpeak” con variantes mínimas, y un nivel de información desde Subtransmisión, Media y Baja Tensión hasta su relación con el cliente. Conectividad desde el arranque del alimentador “feeder” hasta el cliente, identificación de fases y definición de reglas.

Actualmente existen 6 sets de licencias de edición y 1 de administración, bajo una estructura centralizada de actualización de información, la visualización de la información bajo este modelo se la puede hacer en los geoportales.

Dentro del Modelo de Interoperabilidad y de Gestión; el SIG desarrollado viene cumpliendo lo siguiente:

- ❖ Ubicación Espacial de cada uno de los Componentes de la Infraestructura Eléctrica, incluyendo al Cliente.
- ❖ Controla la Conectividad de la Red y su Topología.
- ❖ Desde la perspectiva de la automatización, SCADAS/DMS/ OMS, se soportan en la conectividad de la red construida dentro de un SIG. Un único modelo de datos espaciales formar la columna vertebral para la gestión de las operaciones de toda la red.
- ❖ Un único modelo de la red; el SIG, controla la conectividad y los activos de la red georeferenciados; en la actualidad la empresa están trabajando en el levantamiento de información y se tiene registrado en el SIG más de 35.000 clientes; hasta diciembre del 2012, estará el 100 % de la red y de los clientes georeferenciados.
- ❖ Se ha elaborado un Geoportal a nivel nacional y local, en el cual se soporta sobre una cartografía base con un catálogo de objetos homologados a nivel de todo el País: <http://www.eerssa.com/sig/red.htm>,
http://www.eerssa.com/sig/red_arcfms.htm ,
<http://geoportal.centrosur.com.ec/viewerMEER/>

El SIG viene trabajando con una base de datos Geospacial y que a su vez esta información será replicada tanto al OMS DMS SCADA, es decir esta información sirve de base para estos sistemas que se viene en el próximo año.

Sistema de Información Comercial SICO (CIS): El desarrollo y mantenimiento es local (en casa). El código fuente es RPG con una interface GENEXUS, sobre una plataforma AIX (Advanced Interactive eXecutive, UNIX para IBM) y base de datos DB2.

Además se tiene proyectado para mejorar y fortalecer la gestión comercial de la Empresa, la implantación de un modelo comercial único, que contemple un CRM, CIS y MDM que se integren con otros Sistemas y Funciones del Negocio dentro del alcance del estándar IEC 61968, de manera que permita realizar una adecuada gestión de la demanda porque en el futuro va a ser la mejor forma de aliviar la presión sobre la generación y distribución eléctrica, sobre todo teniendo en cuenta la utilización eficiente de las nuevas formas de energía.

SCADA/DMS/OMS: El proceso para la adquisición, implantación y puesta en operación, de los sistemas SCADA/DMS/OMS, se encuentra en plena ejecución; el mes de agosto se inició el proceso.

Dentro del modelo de interoperabilidad y de gestión; las funciones principales del SCADA/DMS/OMS que se va a cumplir, son:

SCADA

- ❖ Control, Supervisión y Operación de la Red
- ❖ Mejorar la reducción de los tiempos de localización de fallas y restauración del servicio.
- ❖ Mejorar el sistema de atención al cliente brindando una respuesta rápida.
- ❖ Proporciona información de campo para el operador de despacho, ayudando a restablecer el suministro durante las interrupciones.
- ❖ Recopilar y procesar toda la información sobre calidad del servicio.
- ❖ Localizar las fallas mediante análisis de conectividad.

- ❖ Realizar análisis de las fallas de la red para determinar sus causas, impactos, medidas adoptadas para restablecer el sistema y evitar futuros acontecimientos.
- ❖ En base al historial realizar análisis de los índices de calidad de la energía y la operación de los equipos.
- ❖ Contar con información estadística para fines de planificación, mantenimiento y control de la gestión.
- ❖ Evaluar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico.
- ❖ Efectuar una mejor estimación o proyección espacial de la carga.
- ❖ Evaluación de corrientes de falla, Flujos de Carga/Perfiles de Tensión en tiempo real.
- ❖ Análisis de los Ajustes de Protecciones de acuerdo a las condiciones operativas.

OMS

- ❖ Gestión de Interrupciones
- ❖ Realimentación de la Información de Operación
- ❖ Despacho de Cuadrillas
- ❖ Gestión de estadísticas
- ❖ Gestión de Llamadas
- ❖ Control de los puntos de suministro

DMS

- ❖ Análisis en tiempo real de las condiciones de la Operación de la Red.
- ❖ Simulación de la Operación,
- ❖ Programación de las Maniobras
- ❖ Optimización del funcionamiento de la Red
- ❖ Mejorar la calidad en la prestación del servicio técnico.
- ❖ Manejar eficientemente el sistema de distribución en operación normal.
- ❖ Responder adecuadamente a las incidencias e interrupciones del servicio.

- ❖ Mejorar la confiabilidad y contar con la información suficiente para operar el sistema de distribución ante disturbios.
- ❖ Lograr una atención personalizada a los clientes en todos los eventos, en particular durante las incidencias en la prestación del servicio

INTEROPERABILIDAD CASO DE USO

Como se puede apreciar en la Figura 6.3, primero empieza un evento, una vez que se establece la falla (equipos con sensores automáticos) llega al CALL CENTER a través de los reclamos de los clientes, se identifica a través de SIG y con el OMS se comprueba dónde está la falla, para esto está en relación con el operar, finalmente esta la parte del supervisor donde lanza la información para la toma de decisiones, envía el despacho u orden de trabajo al grupo de campo, este realiza la reposición y reparte el incidente al supervisor.

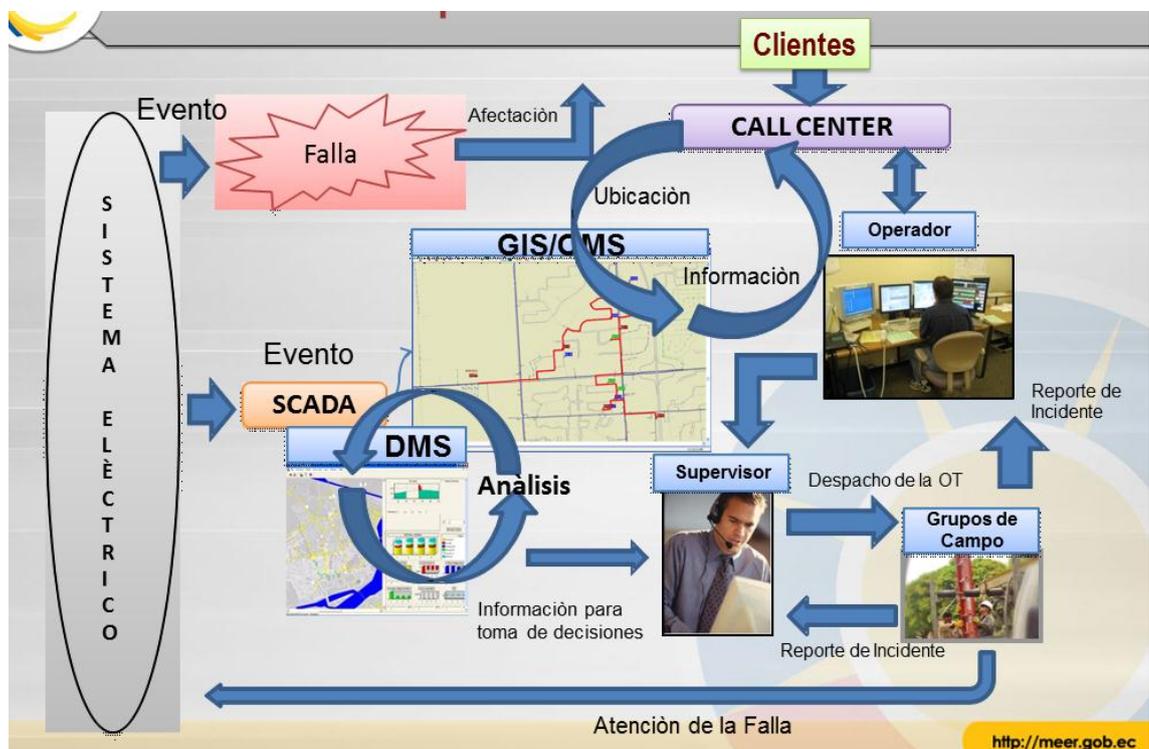


Figura 6.3 Caso Uso Operación. Fuente: MEER

Software para Planificación y Confiabilidad (CYMDIST): Actualmente se cuenta con dos licencias de software CYMDIST (CYME) para distribución, para efectuar estudios de flujos de carga, cortocircuitos, ubicación óptima de bancos de capacitores.

De igual manera el MEER implementará de manera paulatina el resto de sistemas como el de **Finanzas-Sistema de gestión Empresarial (ERP) e Implementación de BPM con Arquitectura SOA (ESB)**.

A continuación se describe cada interfaz puntual desarrollado temporalmente hasta que ingrese a funcionar los bus interoperabilidad (ESB) entre los sistemas.

SICO – SIG: Se realiza una réplica del Sistema Comercial (una tabla con campos relevantes para consultas) en la base del SIG, esto corresponde a una tarea automática programada diaria (en horas de la madrugada).

Se establece esta relación a través del código del cliente, para el caso del SIG este código se lo registra y actualiza en el “Punto de Carga”.

SIG – CYMDIST: Existe un proceso automatizado para llevar la topología de la red con los datos para la simulación en el software de análisis, luego de la simulación, determinados resultados se publican en el SIG (corrientes de carga, caídas de tensión, entre otros). Este proceso se lo realiza mensualmente, es decir los estudios se los efectúa con una red congelada en el mes.

SIG – Réplica SIG: Se realiza una réplica de toda la información del SIG, con una vejez o actualización mensual, hacia el centro de operación de la Distribución.

6.5 VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA¹⁵

El servicio eléctrico es un insumo estratégico para el desarrollo de los Estados, la afectación en el desarrollo productivo del País por la mala calidad del servicio eléctrico, debido a los elevados índices de tiempo y frecuencia de interrupción se ha

¹⁵ EERSSA. (2012, Diciembre 2011). *Perfil senplades del proyecto sigde_eerssa, Loja, Ecuador.*

estimado que el costo de un MWh (Megavatio-hora) por energía no suministrada representa a la sociedad en general 14000 dólares (Estudio realizado en Estados Unidos). Para determinar el costo del MWh no suministrado en el Ecuador tomamos el Producto Interno Bruto para el año 2008 (como referencial) publicado por el Banco Central del Ecuador y que alcanzó USD 54.685,88 millones de dólares y la Facturación de energía a los clientes finales para ese mismo año publicado en las Estadísticas del Concejo Nacional de Electricidad (CONELEC) que ascendió a 16.432.990 MWh, lo que determina un costo por energía no suministrada de 3.328 USD/MWh.

6.5.1 Supuestos utilizados para el cálculo

Las pérdidas de la EERSSA en el año 2010 son de 12.00%, esperándose reducir durante el año 2011 un 0.21% para ubicarse en el 11.79%, que representan una recuperación energética en el sistema de distribución de la Provincia de Zamora Chinchipe, Cantón Gualaquiza y la Provincia de Loja y de 592.625 kWh que valoradas al costo real de 12,36 cUSD/kWh equivalen a un beneficio de USD 73.248. Los costos de Operación y Mantenimiento de la EERSSA para el año 2011 alcanzan un monto de USD 11.23 millones correspondientes al sistema de distribución de la Provincia de Zamora Chinchipe, cantón Gualaquiza y la Provincia de Loja, se estima reducir en el año 2011 el 5% de estos gastos lo que equivale a un beneficio de USD 561.545. La frecuencia media de interrupciones FMIK de la EERSSA para el año 2011 se ubica alrededor de 5.8, valor que excede el límite regulatorio de 4. En tanto que el TTIK de la EERSSA en el 2011 se ubica en 12,9 valor que excede el límite regulatorio de 8. Para estos índices de interrupción la energía no suministrada en el año 2011 se ubica en 80.831 MWh correspondiente de la Provincia de Zamora Chinchipe, cantón Gualaquiza y la Provincia de Loja, y considerando que el costo por energía no suministrada es de 3,328 USD/KWh, lo que representa un beneficio en el proyecto de USD 269.006 por la

reducción del TTIK a los límites establecidos por el CONELEC. Con lo anterior se detalla la línea base o situación actual:

LINEA BASE PROYECTO					
Pérdidas de Energía (%)	Costos O & M de la Red	FMIK	TTIK	Energía No suministrada (kWh)	Costo de la Energía no Suministrado (USD)
12,00%	11.230.903	5,8	12,9	80.831	269.006

6.5.2 Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos.

Costos del Proyecto:

Componentes/Rubros	Fuentes de financiamiento (Dólares)			TOTAL
	Internas			
	Crédito	Fiscales (MEER)	R. Propios	
A1. Adquisición de servidor de datos o almacenamiento principal SIG		19.399		
A2. Adquisición de 2 Servidores datos respaldo, 1 un servidor para instalación Arcgis/Arcfm		6.877		
A3. Adquisición 1 Licencia Oracle		6.649		
A4. Adquisición de 6 Licencias ArcGIS Desktop, 1 Licencia ArcGIS Server Enterprise Standard		47.744		
A5. Adquisición de 6 licencias ArcFM Enterprise, 1 Licencia ArcFM server		44.136		
A6 Adquisición de 2 Licencias CYMDIST		50.136	0	50.136
A7. Implementación de sistema SICO sistema comercial		186.000	0	186.000
A8. Migración de información base de datos sistema SPARD al sistema SIG		18.000	0	18.000
A9. Contratación levantamiento e ingreso de información en el SIG de 167.000 clientes		336.747	263.830	600.577
A10. Implementar sistemas OMS Y DMS		818.000	683.500	1.501.500
A11. Desarrollo de procesos		0	20.000	20.000
TOTAL	0	1.533.688	967.330	2.501.017

Beneficios del Proyecto:

Dentro de los beneficios económicos del Proyecto, se ha identificado los siguientes aspectos:

- ❖ Reducción de Pérdidas de Energía

REDUCCION DE PERDIDAS DE ENERGIA					
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reducción de Pérdidas	0,21%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Energía Recuperada (kWh)	592.625	594.536	619.120	634.370	659.182
Beneficio (USD)	73.248	73.485	76.523	78.408	81.475

- ❖ Disminución de los Gastos de Operación y Mantenimiento

DISMINUCION GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Disminución	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Beneficio (USD)	561.545	589.622	619.104	650.059	682.562

- ❖ Mejoramiento de índices de interrupciones

MEJORAMIENTO DE INDICES DE INTERRUPCIONES					
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Energía No Suministrada	80.831	84.873	89.116	93.572	98.251
Beneficio (USD)	269.006	282.456	296.579	311.408	326.978

- ❖ Total de beneficios del proyecto.

TOTAL BENEFICIOS DEL PROYECTO					
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficio (USD)	903.799	945.563	992.205	1.039.874	1.091.015

6.5.3 Flujos Económicos.

EL Flujo Económico se detalla a continuación:

FLUJO DE CAJA ECONOMICO						
RUBROS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios (USD)		903.799	945.563	992.205	1.039.874	1.091.015
Valor Residual (USD)						1.250.509
Total Beneficios (USD)		903.799	945.563	992.205	1.039.874	2.341.523
Egresos (USD)	2.501.017					
Beneficio (USD)	-2.501.017	903.799	945.563	992.205	1.039.874	2.341.523
Tasa descuento económica:	12%					
VANe (USD)	1.755.477					
TIRe (%)	33,6%					
Be/Ce (p.u.)	1,70					

6.5.4 Indicadores Económicos y Sociales (TIR, VAN y otros)

Esta evaluación ha sido realizada con el supuesto de que la Tasa de Descuento es del 12%, valor considerado aplicable para el Ecuador.

Se ha considerado únicamente el período de ejecución del proyecto como tiempo para la recuperación de la inversión.

Los Costos Operacionales han sido considerados para el cálculo, así como todos los costos corrientes en los que se incurrirá durante el desarrollo del proyecto para que se ejecute de manera exitosa.

De lo que resulta que la Tasa Interna de Retorno de este proyecto es de 33,6%, con un valor neto actualizado de \$ 1'755.477 y la relación beneficio/costo de 1.7.

6.5.5 Análisis de Sensibilidad

Se efectúa el análisis económico para distintos escenarios:

- ❖ Disminución de ingresos: Se observa que el proyecto es viable para una reducción de ingresos hasta del 20%

DISMINUCION BENEFICIOS						
RUBROS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios (USD)		723.039	756.451	793.764	831.899	872.812
Valor Residual (USD)						1.250.509
Total Beneficios (USD)		723.039	756.451	793.764	831.899	2.123.320
Egresos (USD)	2.501.017					
Beneficio (USD)	-2.501.017	723.039	756.451	793.764	831.899	2.123.320
Tasa descuento económica:	12%					
VANe (USD)	1.046.093					
TIRe (%)	25,1%					
Be/Ce (p.u.)	1,42					

- ❖ Incremento en los costos: Se determina que el proyecto puede incorporar un incremento en los costos hasta del 20%

INCREMENTO DE COSTOS						
RUBROS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios (USD)		903.799	945.563	992.205	1.039.874	1.091.015
Valor Residual (USD)						1.250.509
Total Beneficios (USD)		903.799	945.563	992.205	1.039.874	2.341.523
Egresos (USD)	3.001.221					
Beneficio (USD)	-3.001.221	903.799	945.563	992.205	1.039.874	2.341.523
Tasa descuento económica:	12%					
VANe (USD)	1.255.274					
TIRe (%)	25,4%					
Be/Ce (p.u.)	1,42					

6.6 Análisis de Sostenibilidad

6.6.1 Sostenibilidad económica-financiera

Con los recursos económicos que serán ahorrados mediante la mejora en la recaudación de las empresas, la reducción de pérdidas técnicas y no técnicas de energía eléctrica, y la mejora en la gestión técnica y empresarial, se garantizará la recuperación de la inversión dentro de la vida útil del proyecto, a la vez que constituirá un cambio en la cultura organizacional de las empresas eléctricas de distribución, a través de la implementación de administración basada en procesos y la adopción de las mejores prácticas de las empresas líderes a nivel nacional, con el cumplimiento de estándares internacionales que permitirán la adaptabilidad del modelo al cambio.

La exitosa ejecución del proyecto permitirá garantizar mejoras en la cobertura, confiabilidad y calidad del servicio que prestan las empresas eléctricas de distribución.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- ❖ Se ha identificado que la EERSSA tiene deficiencias en la planificación operativa y falta de planes de mantenimiento preventivo y predictivo que conllevan inadecuados índices de interrupciones y esto es debido a que dispone de estadísticas e inventarios inexactos del sistema de distribución y comercialización, así como escasa información técnica georeferenciada del sistema eléctrico.
- ❖ Se Adoptó, el Modelo lógico MultiSpeak, debido a que constituye un estándar internacional reconocido y está en proceso de armonización hacia el Modelo CIM (en la parte IEC 61968-14)
- ❖ Las estrategias que se crearon para el modelado de datos o geodatabase fue a partir de un modelo de datos estándar de clase mundial Mutispeak ir adaptado a nuestras necesidades y realidades del sistema de distribución eléctrico.
- ❖ Para los usuario el modelado de datos es muy importante ya que ofrece una optimización en la integración de los procesos Empresariales, se logra un un alto nivel de integración de aplicaciones, se provee más servicio al cliente de forma oportuna y precisa, además minimiza las necesidades de intensivos y caros interfaces personalizadas de mantenimiento.

- ❖ Los proveedores y desarrolladores de tecnología ya cuentan con un modelo de datos o estándar para el desarrollo de interfaces, reduciendo así múltiples interfaces con software de otros proveedores, alivia los esfuerzos de mantenimiento de los programadores para mejorar los productos existentes, de igual manera se reduce la incompatibilidad de formatos de intercambio de información entre sistemas, se reducen los gastos generados debido al mantenimiento y actualización, y se mejoran los sistemas empresariales para la gestión de la distribución eléctrica.
- ❖ El Sistema de Información Geográfico SIG ha permitido modelar el mundo real de nuestro sistema eléctrico utilizando el modelo de datos estándar Mutispeak, y al trabajar bajo este estándar se mejora la interoperabilidad de datos, software y hardware.
- ❖ Desde la perspectiva de la automatización, SCADAS/DMS/ OMS, se soportan en la conectividad de la red construida dentro de un SIG. Un único modelo de datos espaciales formar la columna vertebral para la gestión de las operaciones de toda la red.
- ❖ La Interoperabilidad de los sistemas de información proporcionará la toma de decisiones de manera oportuna sobre todo para la gestión de la operación y el mantenimiento donde se utilizan aplicaciones en tiempo real y bajo un concepto espacial, tales como OMS, DMS y CBM.
- ❖ Una Red Inteligente Smart Grid (SG) ayudará a las Empresas Eléctricas a gestionar el crecimiento de la demanda, almacenar la energía, maximizar la utilización de los activos, mejorar la seguridad y confiabilidad de las redes.

- ❖ Entre las ventajas en la adopción de las normas IEC 61970/61968 es que proporciona un marco de referencia para la interoperabilidad de los sistemas, basados en una arquitectura y modelo de información común (CIM).
- ❖ El Common Information Model (CIM) es un modelo estándar descrito en UML que organiza toda la información que puede ser necesaria en la gestión de los sistemas de energía eléctrica, debido a su facilidad para extenderse, será válido tanto en los sistemas de energía actuales, como en los futuros, su empleo simplificará el intercambio de información entre aplicaciones de distintos fabricantes reduce costos y la complejidad en los sistemas de gestión de las redes eléctricas.

7.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Incluir en el modelo de datos todas las clases correspondientes a redes eléctricas Subterráneas, alumbrado público tipo ornamental, semaforización, generación, motores, paneles solares y líneas de Subtransmisión.
- ❖ Se recomienda que a corto plazo el modelo de datos Multispeak desarrollado para el sistema de distribución eléctrica, sea mapeado “Mapping” hacia el modelo de datos CIM.

BIBLIOGRAFIA.

[1] Turbau E., Strobl J., Resl R. ((2007)). *Introducción a los sistemas de Información* (1. Edición 2007). Unversidad San FranciSco de Quito, UNIGIS, Quito.

[2] García L., Otálvaro D., (2009) *Diseño de un Modelo de Datos Geográfico que Soporte la Gestión en Organizaciones Ambientales*. Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería postgrados de ambiental, Medellin, Colombia.

[3] ESRI. (2011). Building geodatabases. California, USA, disponible en <http://resources.arcgis.com/>

[4] ESRI. (2011). *Vista general del diseño de geodatabases*. California, USA, disponible en http://help.arcgis.com/es/arcgisserver/10.0/help/arcgis_server_dotnet_help/index.html#/na/0093000000r6000000/

[5] ESRI. (2011). *Data Models Introduction*. California, USA, disponible en <http://support.esri.com/en/downloads/datamodel/intro>

[6] Landivar, L. (2011, octubre). *Taller de revisión y análisis del modelo de datos de Telvent*. Curso desarrollado a los miembros del comité del sistema de información geográfico SIG de las Empresas Eléctricas del Ecuador en el centro de Capacitación de la Centrosur, Cuenca, Ecuador.

[7] Gary A., Warren P., Cornice Engineering, Inc. (2006). *MultiSpeak® version 3.0 user's guide*. Paragosa Esprings, Colorado: National Rural Electric Cooperative

Association National, 4301 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22203, disponible en <http://www.multispeak.org/about/Specification/Pages/default.aspx>.

[8] ESRI. (2010). *Arcgis electric utility logical model*. California, USA, disponible en <http://support.esri.com/en/downloads/datamodel/detail/24>

[9] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2011, octubre). *Diagrama Geodatabase en formato visio modelo eléctrico nacional-modelo de datos de distribución eléctrica, versión 3*. Dasig, Cuenca, Ecuador.

[10] Sánchez, M. (2011, septiembre). *Arcgis desktop y accelerated arcfm. Curso desarrollado a los miembros del comité del sistema de información geográfico SIG de las Empresas Eléctricas del Ecuador en el centro de Capacitación del Hotel SWISSOTEL*, Quito, Ecuador.

[11] Zambrano, S. (2011). *Análisis del Modelo Común de Datos Eléctrico para la Integración de Sistemas del Manejo de la Distribución mediante Estándares Internacionales*. Tesis para obtener el título de Magíster en Sistemas Eléctricos de Potencia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

[12] Erazo, P. (2012, septiembre). *Conferencia avance del proyecto sistema integrado para la distribución eléctrica (sigde) en el centro de Capacitación de la EERSSA*, Loja, Ecuador.

[13] Erazo, P. (s.f.) *Modelo para Mejorar la Gestión Técnica de las Empresas de Distribución*. Informe 3. Proyecto SIGDE.

- [14] Erazo, P. (s.f.) *Resultados, Propuestas y Recomendaciones*. Informe 4. Proyecto SIGDE.
- [15] EERSSA. (2012, Diciembre 2011). *Perfil senplades del proyecto sigde_eerssa*, Loja, Ecuador.
- [16] Telvent. (2012). *Arcfm solution suite*. USA, disponible en <http://resources.arcfmsolution.com/>
- [17] Barker, R., (1994), *El modelo entidad-relación (case method)*. Madrid, Addison-Wesley.
- [18] Erazo, P. (2011). *Hoja de Ruta y Presupuesto SIGDE 2011 2015*, Resumen Ejecutivo.

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
AMI	SISTEMA DE MEDICION AVANZADA
API	APLICACIONES DE INTERFASES PROGRAMADAS
CBM	MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES
CIM	MODELO DE INFORMACION COMUN
CIS	SISTEMA DE INFROMACION DEL CLIENTE
DMS	SISTEMA DEL MANEJO DE LA DISTRIBUCIÓN
EMS	SISTEMA DEL MANEJO DE LA ENERGIA
EPRI	ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE
ESB	BUS DE SEERVICIO EMPRESARIAL
GID	DEFINICIÓN DE INTERFACE GENÉRICA
SIG	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO
IEC	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEEE	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
ISO	ORGANIZACIÓN DE ESTÁNDARES INTERNACIONALES
IVR	RESPUESTA DE VOZ INTERACTIVO
JMS	JAVA SERVICIOS DE MENSAJE
LAN	RED DE AREA LOCAL
MDM	SISTEMA DE MANEJO DE MEDICIONES
EERSSA	EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A.
MULTISPEAK	ESPECIFICACIÓN MULITSPEAK DESARROLLADA POR BY NRECA
NRECA	NATIONAL RURAL ELECTRIC COOPERATIVE ASSOCIATION
OMS	SISTEMA DE MANEJO DE INTERRUPCIONES
WMS	SISTEMA DE MANEJO DE TRABAJO
XMI	INTERCAMBIO DE DATOS XML
XML	LENGUAJE EXTENSIBLE DE MARCAS
SED	SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN
MEER	MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE
NIST	INSTITUTO NACIONAL DE ESTANDARES Y TECNOLOGIAS
OPC	PROCESO DE CONTROL PARA OLE
RCM	MANTENIMIENTO DE INFORMACIÓN CENTRALIZADO
RE	RED ELÉCTRICA
FMIK	FRECUENCIA MEDIA DE INTERRUPCIÓN
SAT	SISTEMA DE ANÁLISIS TÉCNICO
SCADA	CONTROL SUPERVISIÓN Y OPERACIÓN DE LA RED
SG	SMART GRID (RED INTELIGENTE)
SIG	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
SIGDE	SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
SOA	ARQUITECTURA OREINTADA A SERVICIOS
SOAP	SIMPLE OBJECT ACCESS PROTOCOL
TI	TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
TTIK	TIEMPO TOTAL CADA INTERRUPCIÓN
UML	LENGUAJE DE MODELO UNIFICADO
WAN	RED DE AREA MUNDIAL
WSDL	WEB SERVICES DEFINITION LANGUAGE

Anexo 4.1 Arcgis Multispeak® Data Model Diagrama UML

Anexo 4.2 Modelo Lógico de Datos Desarrollado Diagrama UML

Anexo 4.3 Equipos Eléctricos Diagrama UML

Anexo 4.4 Tramos Diagrama UML

Anexo 4.5 Unidades Diagrama UML

Anexo 4.6 Servicios Diagrama UML

Anexo 4.7 Estructuras Diagrama UML