



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA LA INDUSTRIA Y
LOS
RECURSOS NO RENOVABLES.

CARRERA DE TECNOLOGIA EN ELECTRICIDAD Y
CONTROL INDUSTRIAL

Metodología del ingreso de datos de las redes
eléctricas existentes y proyectadas al sistema
GIS de la Empresa Eléctrica Regional del Sur.

INFORME TÉCNICO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y
CONTROL INDUSTRIAL.

AUTOR:

Eduardo Stalin Rodríguez Guerra

DIRECTOR:

Ing. Norman Augusto Jiménez León.

LOJA- ECUADOR
2014

CERTIFICACIÓN

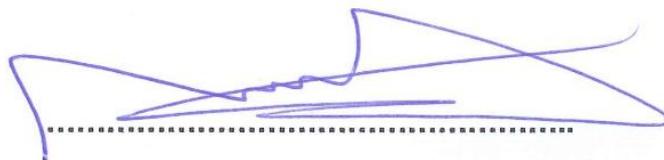
Ing. Norman Augusto Jiménez León.

DIRECTOR DE TRABAJO PRÁCTICO.

Certifica:

Por haber revisado el Trabajo Práctico título "**METODOLOGÍA DEL INGRESO DE DATOS DE LAS REDES ELÉCTRICAS EXISTENTES Y PROYECTADAS AL SISTEMA GIS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR**". Previo a la obtención del título de Tecnología en Electricidad y Control Industrial, realizado por el Sr. Egresado Rodríguez Cueva Eduardo Stalin. El mismo que cumple con todos los fundamentos de la investigación científica y por siguiente autorizo la presentación y defensa final.

Loja 9 de Mayo del 2014.



Ing. Norman Augusto Jiménez León.

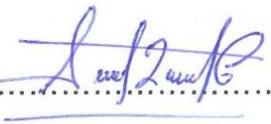
DIRECTOR

AUTORÍA

Yo **Eduardo Stalin Rodríguez Cueva** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Eduardo Stalin Rodríguez Cueva.

Firma: 

Cedula: 1104962798

Fecha: 21 de octubre del 2014.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

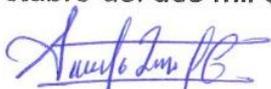
Yo **Eduardo Stalin Rodríguez Cueva** declaro ser autor de la tesis titulada: **"METODOLOGÍA DEL INGRESO DE DATOS DE LAS REDES ELÉCTRICAS EXISTENTES Y PROYECTADAS AL SISTEMA GIS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR"**, como requisito para optar al grado de: **"Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial"**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, veinte y uno días del mes de octubre del dos mil catorce.

Firma:



Autor: Eduardo Stalin Rodríguez Cueva

Cedula: 1104962798

Dirección: Loja (Riveras de Jipiro).

Correo: stalin.929@hotmail.com

Teléfono: 072545896 **celular:** 0990253368

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de tesis: Ing. Norman Augusto Jiménez León.

Tribunal de grado: Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinoza.

Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera. Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Mi total agradecimiento para los ingenieros de la Universidad Nacional de Loja, por su apoyo incondicional, por habernos instruido y formarnos profesionalmente y en especial al Ing. Norman Jiménez León, por su apoyo, asesoría en la realización de esta tesis y sobre todo por su invaluable amistad.

Con el mayor amor a mi madre y a mi abuelita por ser los guías y el apoyo incondicional de mi existir.

A la Universidad Nacional de Loja por haberme brindado la oportunidad de crecer en todos los aspectos.

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por haberme dado la existencia y la salud necesaria para alcanzar todas mis metas hasta ahora realizadas.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, para ustedes Madrecita Norma Cueva, Abuelita Itamar Bravo, tío y tía Ángel y María Cueva por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Por tu paciencia y comprensión, porque preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para ti, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado, Elvia.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	II
AUTORIA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN	X
SUMMARY	XI
TEMA	(1)
1. INTRODUCCIÓN	(2)
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA	(3)
2.1. ¿QUÉ ES IN SIG?	(3)
2.1.1. COMPONENTES Y FUNCIONALIDADES DE UN SIG	(3)
2.1.2. POR QUÉ UN SIG	(7)
2.1.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	(7)
2.1.3.1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE UN GEODATABASE SIG	(7)
2.1.3.2. ¿QUE ES UNA GEODATABASE	(8)
2.1.3.3. COMPONENTES DE UN GEODATABASE	(8)
2.1.3.4. RED GEOMÉTRICA EN LA GEODATABASE	(12)
2.1.4. TOPOLOGÍA	(14)
2.1.5. GEODATABASE TABLAS	(15)
2.1.6. RASTER EN GEODATABASE	(15)
2.2. MODELO DE DATOS	(16)
2.3. ESPECIFICACIÓN MULTISPEAK	(16)
2.3.1. ¿QUÉ ES UN MULTISPEAK?	(16)
2.3.2. ¿COMO SE DESARROLLO MULTISPEAK?	(16)
2.3.3. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE MULTISPEAK?	(17)
2.3.4. MULTISPEAK FUNCIONES Y APLICACIONES DE SOFTWARE	(18)
2.4. CONCEPTOS CLAVES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SG	(21)
2.4.1. RETOS DE LA IMPLEMENTACIÓN Y TOPOLOGÍA EN UNA SG	(23)
2.4.2. ARQUITECTURA OPERACIONAL DE UNA SG	(25)

2.4.3.	REVISIÓN GENERAL DE LOS ESTÁNDARES DE UNA SG.....	(26)
2.5.	COMITÉ TÉCNICO TC57 Y EL MODELO CIM.....	(28)
2.6.	INTRODUCCIÓN A INTEROPERABILIDAD DE LOS SISTEMAS.....	(29)
2.7.	MODELO DESARROLLADO BAJO LA ESPECIFICACIÓN MULTISPEAK.....	(30)
2.7.1.	VISIÓN DE LA EERSSA.....	(31)
2.7.2.	OBJETIVOS DE ESTA VISIÓN.....	(32)
2.8.	SISTEMAS IMPLEMENTADOS Y EN PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA.....	(34)
2.8.1.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	(35)
3.	MATERIALES.....	(38)
4.	METODOLOGÍA.....	(39)
5.	CONCLUSIONES.....	(48)
6.	RECOMENDACIONES.....	(49)
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	(50)
8.	ANEXOS.....	(51)

RESUMEN

En la presente investigación denominada **“METODOLOGÍA DEL INGRESO DE DATOS DE LAS REDES ELÉCTRICAS EXISTENTES Y PROYECTADAS AL SISTEMA GIS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR”**. Tiene como objetivo general crear una geodatabase bajo un modelo de datos eléctricos MultiSpeak para la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. Se utilizó el método descriptivo y deductivo. La técnica utilizada fue: un programa de software denominada MultiSpeak donde se analizó brevemente los beneficios de un Sistema de Información Geográfico SIG, verificando nuestra topología, planos digitales (subestación-cliente), definiendo las clases y creando cartografía base. En la comprobación de dichos objetivos se pudo obtener los siguientes resultados y conclusiones. Conseguimos la interoperabilidad de varios sistemas, procesos o funciones de centrales eléctricas, subestaciones, circuitos de media y baja tensión, transformadores y la ubicación de clientes dentro de la Operación de la Red y Planificación Operacional de la Distribución de energía, para que así podamos concluir con una mejor calidad de servicio y mantenimiento, planes de expansión, planos para la ubicación de fallas, información técnica de los componentes de las redes eléctricas georeferenciadas, ayudando a la adecuada comunicación interna en la Empresa.

SUMMARY

In the present research called “**METODOLOGÍA DEL INGRESO DE DATOS DE LA REDES ELÉCTRICAS EXISTENTES Y PROYECTADAS AL SISTEMA GIS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR**” have such as general objective believe a geodatabase low model of date MultiSpeak for the company electric the south S.A. We use the descriptive-deductive methods. The technique use was: A program of software called multispeak where to analyze the benefits of an information system geographic SIG, analyzing our topology, digital drawings (substation-client), defining the class and believing cartographic basic. In the checking of some objectives an to obtain. The following results and conclusions. Obtain the interoperability of some systems, process or functions central electric, substation, circuit of medium and low tension, transformers and the ubication of customers inside of the operation and planification of the distribution, the energy conclude with a better quality of service and maintenance, plans the expansion, plans for the location of faults, the information technical of the components of georeferenced, helping adequate internal communication internal the company.

TEMA

Metodología del ingreso de datos de las redes eléctricas existentes y proyectadas al sistema GIS de la Empresa Eléctrica Regional del Sur.

1. INTRODUCCIÓN

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.

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO SIG

2.1. ¿Qué es SIG?

“Se entiende por "Sistema de Información Geográfica" 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.

2.1.1. Componentes y funcionalidades del SIG

2.1.1.1. Componentes del SIG:

Se compone de seis partes fundamentales un SIG y son las siguientes (Ver Figura 1):

- Tecnología.
- Datos.
- Métodos.
- Organizaciones.
- Cuerpo de ideas.
- Red.

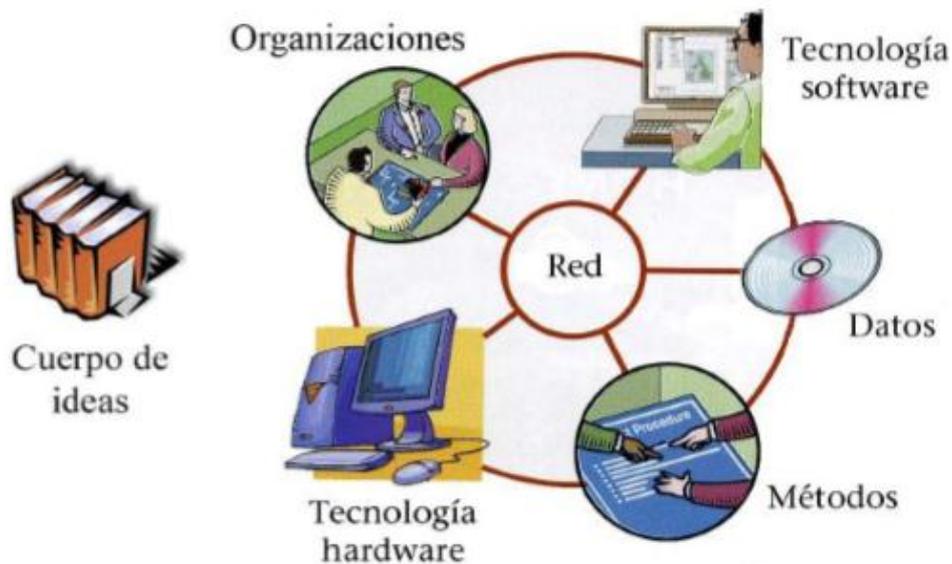


Figura 1: Los componentes del SIG.

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.

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.

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:

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.

2.1.1.2. Funcionamiento del 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.

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.

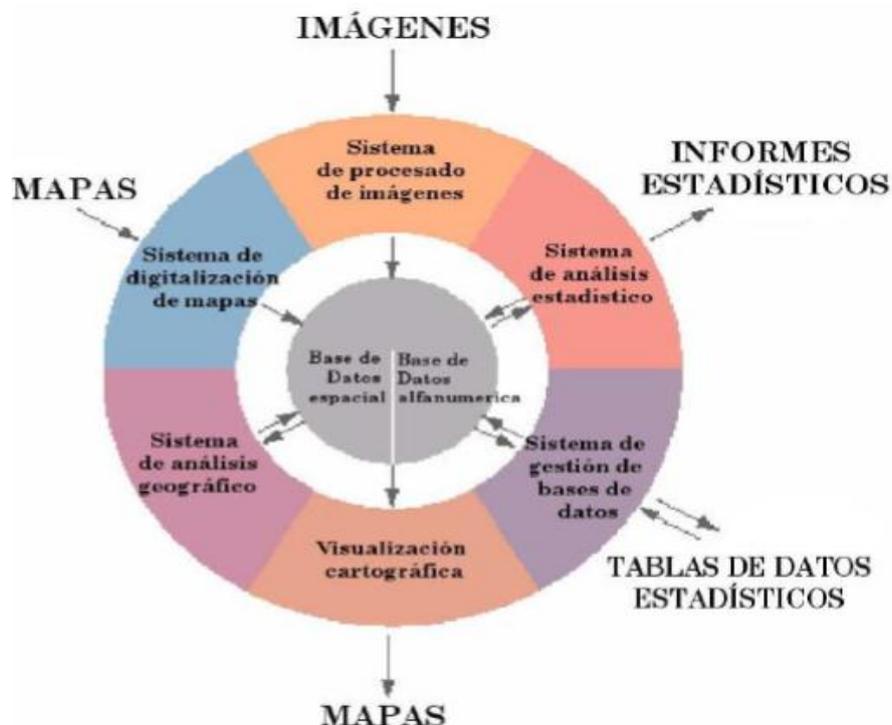


Figura 2: Funcionalidad de un SIG.

2.1.2. ¿Porque un SIG?

¿Por qué no podemos tener solo listados de postes, tramos de conductores, transformadores, clientes, etc; de una red de distribución eléctrica? Los listados 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 así poder hacer clic a un elemento y ver todo 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.

2.1.3. Fundamentos teóricos

2.1.3.1. 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, un modelo de datos es una simplificación de la realidad, como se puede ver en el siguiente Figura 3.

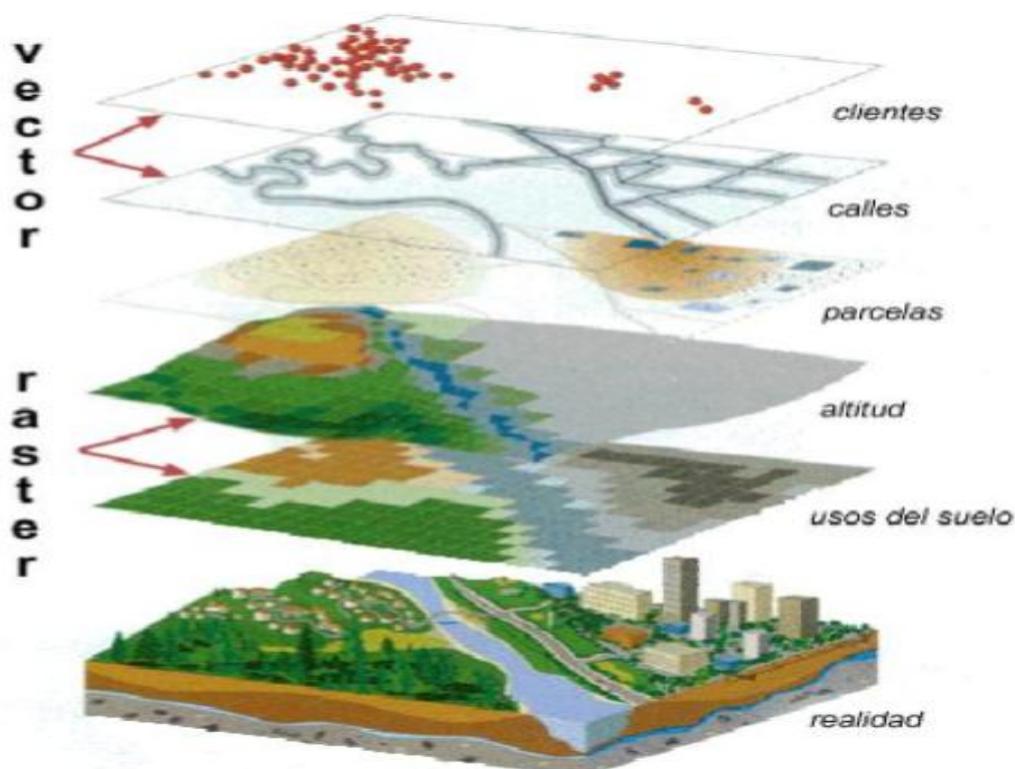


Figura 3: Esquema del diseño geodatabase.

Las estrategias que se pueden usar en general para crear una geodatabase, son a partir de un modelo de datos estándar de clase mundial adaptado 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” (1).

2.1.3.2. ¿Qué es una geodatabase?

“La geodatabase, es la estructura nativa almacenada en un sistema de archivos 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, ver Figura 4, además proporciona relaciones entre diferentes entidades, asegura la integridad de datos y crea entidades inteligentes.

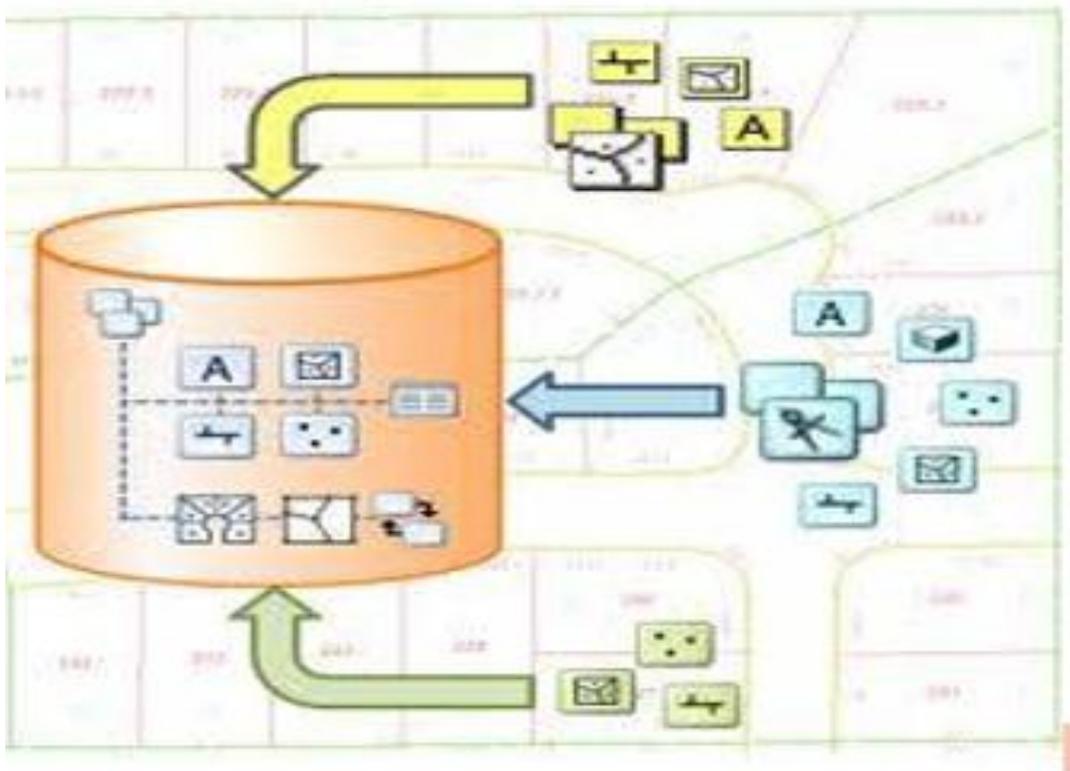


Figura 4: Definiendo la Geodatabase.

2.1.3.3. Componentes de un 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 Fig 5.

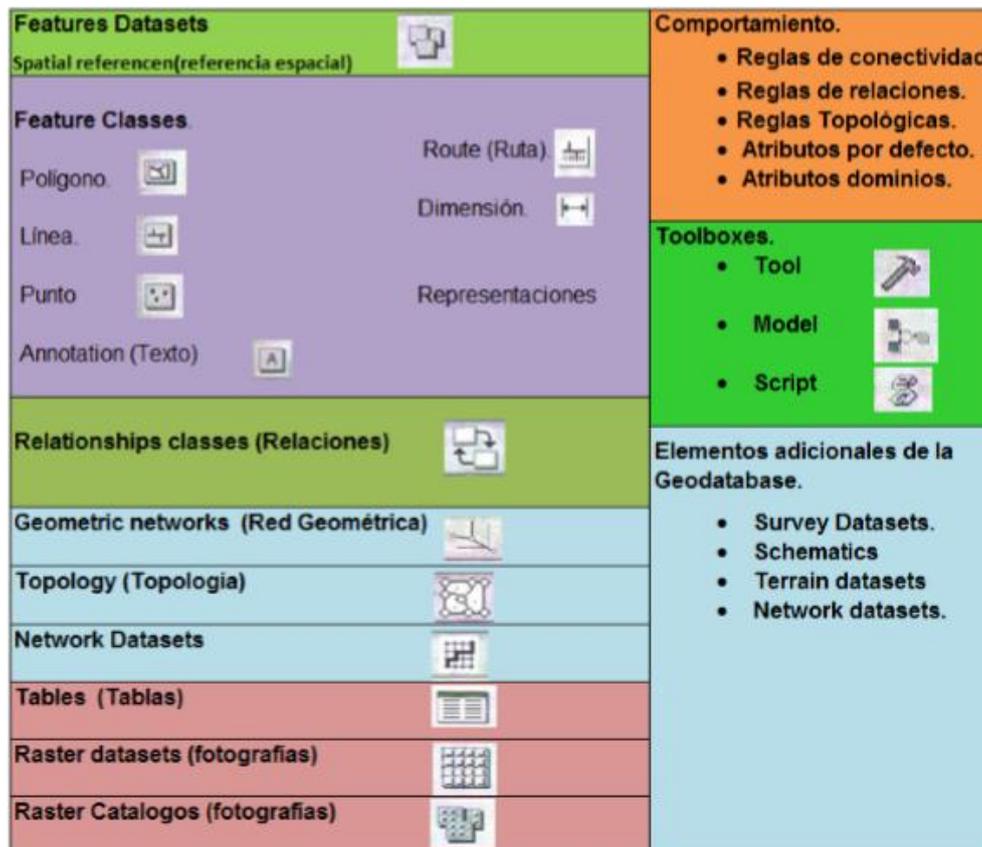


Figura 5: Elementos de una geodatabase.

➤ **Feature dataset:**

Es una colección de feature classes (clases de entidad) que comparten un sistema de coordenadas común.

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

➤ **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 (clase), como se puede ver en la siguiente tabla 1” (2).

Object Id	Subtipo	Código Puesto	Potencia (kva)
1	Transformador Trifásico en Cabina	8748	100
2	Transformador Trifásico en Cabina	SN	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	13002	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

Tabla 1: Ejemplo feature classes.

Raster dataset (fotografías)

“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.

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.

➤ Geometric Network (Red Geométrica)

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 6, 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):

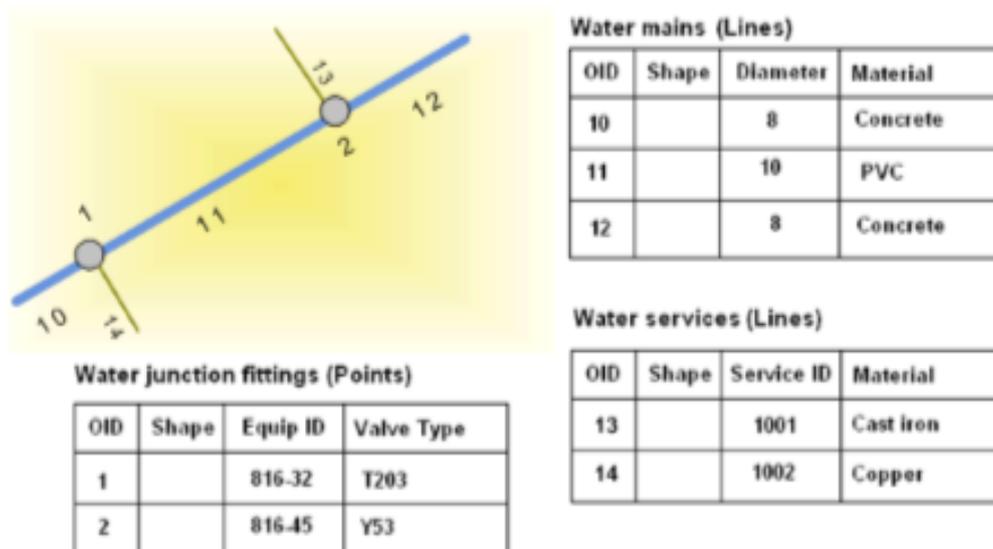


Figura 6: Modelo de red de agua.

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; solo puede salir de la línea por su extremo.

Líneas complejas: Las líneas complejas 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.

2.1.3.4. Red geométrica en la geodatabase

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.

Reglas de Conectividad

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 7.

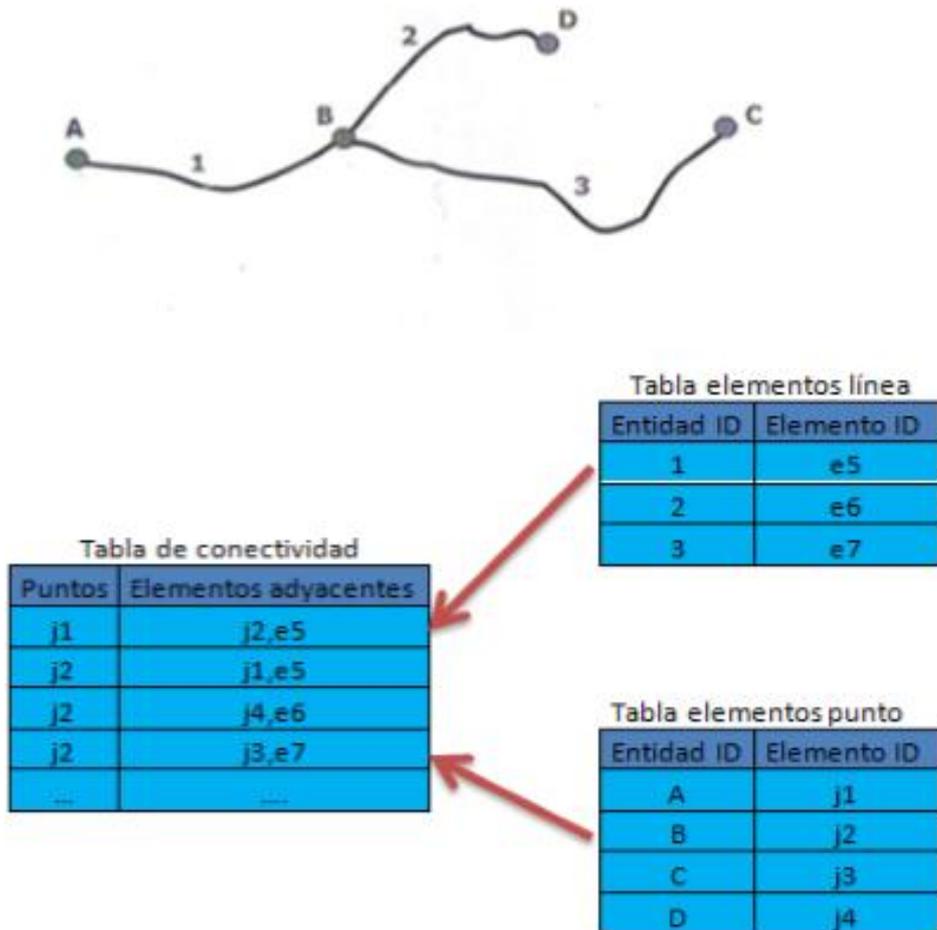


Figura 7: Vista de una red lógica.

Tipos de reglas de conectividad:

Hay dos tipos de reglas de conectividad: reglas de edge-(línea) punto-(junction) y reglas de 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 Tabla 2.

Una T puede conectarse de 0 a 1 hidrantes laterales

		Puntos-(junctions)					
		terminal	ajustes				Válvulas
			T	Reductor	Tapón	Llave	hidrante
Líneas-(edges)	Principal	0.3 0.22	0.2 0.2	0.1 0.1	0.3 0.2		
	Lateral	0.3 0.22					
	Hidrante lateral	0.1 0.1			0.1 0.1	1.1 1.1	

Un hidratante lateral puede conectarse de 0 a 1 Ts.


Punto por defecto

Tabla 2: Ejemplo de Matriz de conectividad Línea-(Edge) Punto-(junction).

Reglas de línea-(edge):

Una regla de línea-(edge) es una regla de conectividad que establece que una línea de tipo A puede conectarse a una línea de tipo B a través de un conjunto de confluencias o puntos. Las reglas de línea-(edge) siempre implican un conjunto de confluencias o puntos. Ejemplo de matriz de conectividad línea-(edge) ver Tabla 3.

Desde línea	a línea	Todos los puntos											
		Terminal	Ajustes					Pozos de revisión		Válvulas			
			Codo	General	Desague	Conector(Tapon)	Reductor	Unión	Salida de limpieza	Desviación	Estándar	Deposito	Liberación de aire
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

Tabla 3: Ejemplo de matriz de conectividad línea-(edge)

2.1.4. 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.

2.1.5. Geodatabase tablas.

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 Tabla 4.

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

Tabla 4: Tabla de una geodatabase.

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).

2.1.6. Raster en la geodatabase

“incluyen imágenes satelitales, fotografías aéreas e información escaneada.

Las fotografías aéreas e imágenes satelitales requieren un proceso previo de otra 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.

2.2. Modelo de datos:

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, donde 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).

2.3. ESPECIFICACION MULTISPEAK

2.3.1. ¿Qué es 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.

2.3.2. ¿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.

2.3.3. ¿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.
- 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.

2.3.4. 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 puede 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 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)

Por lo general, se incluyen la facturación de los clientes (CB) y las finanzas contables (FA) funciones que se han definido anteriormente, sin embargo, un CIS tiene la utilidad de poder 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.

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.

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 TransfDistribución, Puesto Regulador Tensión y Puesto Protección Baja Tensión” ⁽⁵⁾.

2.4. CONCEPTOS CLAVES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SG

“En la Tabla 5 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, 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: * Equipos de adquisición de datos y medidores de energía equipos de automatización, medidores lectores automáticos y de tarificación, radios móviles, GPS, computadores registradores, del tipo industrial para el monitoreo.
Comunicaciones digitales	Monitoreo remoto y el control de los equipos requiere de comunicaciones bilaterales. (Operación en tiempo real).	Gran variedad de equipamiento de telecomunicaciones: * 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 la decisión que se le quiera dar al proyecto.	El tipo de tecnología a utilizarse y la compatibilidad con el software y por ende el alcance del control a implementarse.

Tabla 5: Conceptos claves en la implementación de una SG

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 7 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 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”⁽⁶⁾



Figura 7: Sistemas operacionales información de una SG

2.4.1. Retos en la implementación y topología en una SG

“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.

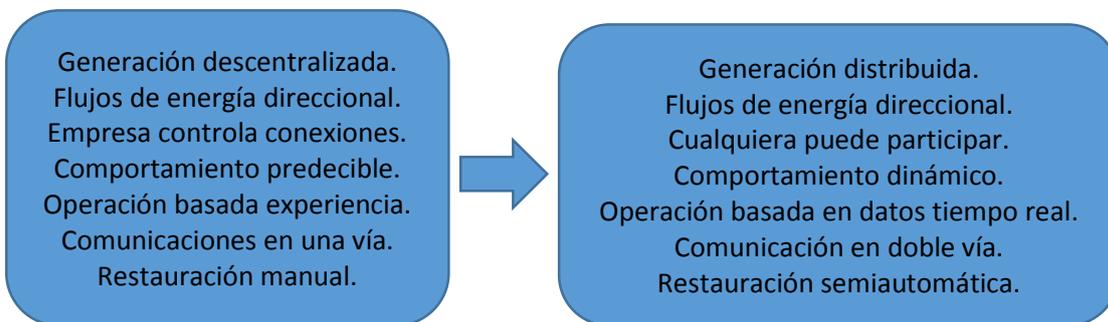
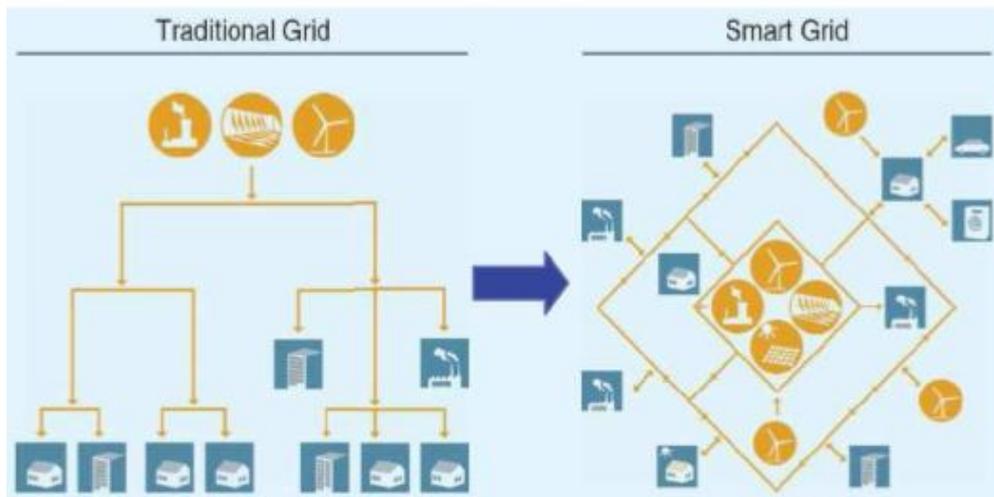


Figura 8: Transición de una red tradicional a una SG

Hasta ahora, Figura 8, 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.

El 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.

2.4.2. Arquitectura operacional en una SG

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.

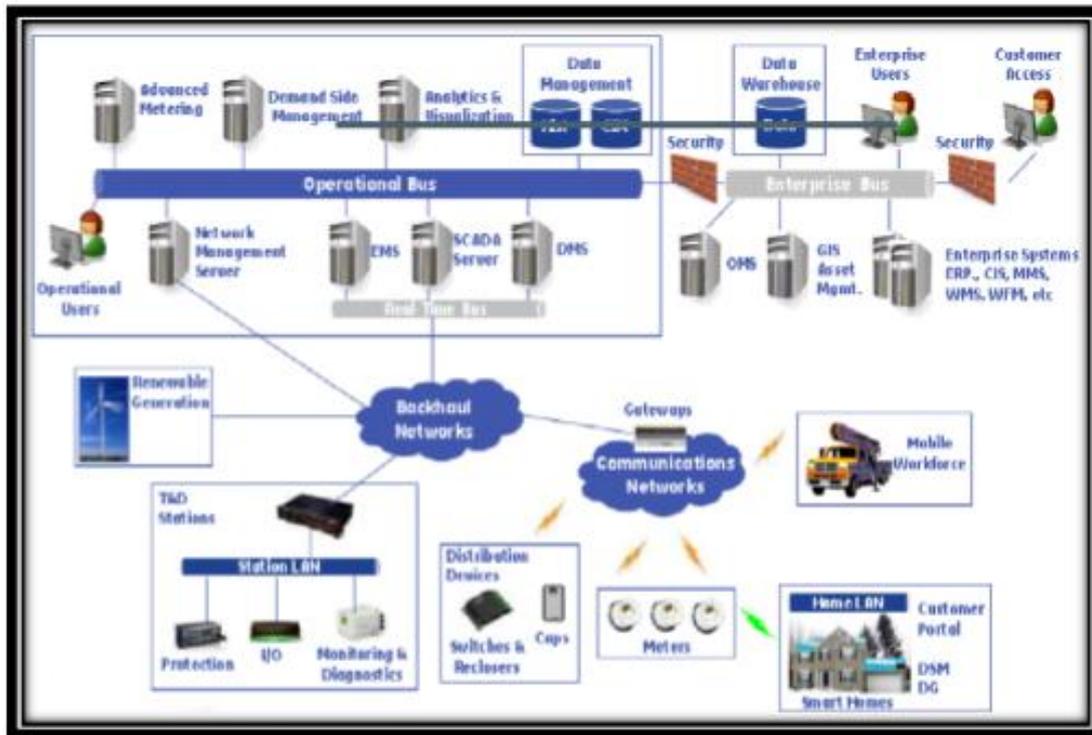


Figura 9: Arquitectura operacional de un SG.

Una SG debe permitir crear una red integrada utilizando una variedad de tecnologías. La estructura de esta arquitectura SG, Figura 9, 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.
- **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” (7).

2.4.3. Revisión general de los estándares en una SG

“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 las industrias.
- 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 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 10

2.5. Comité Técnico TC57 y el Modelo CIM.

“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 Tabla 6 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):

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)

Tabla 6. Comité técnico TC57

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 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.

2.6. Introducción a interoperabilidad de los sistemas

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 12 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 está 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.

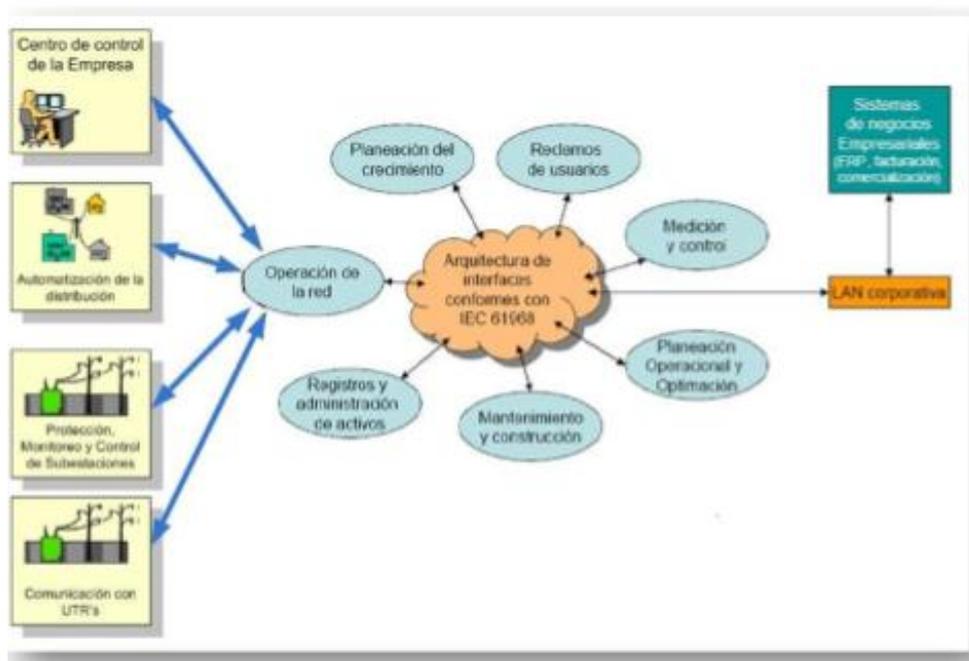


Figura 12: Arquitectura de interfaces según IEC 61968

2.7. 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 del grupo de usuarios del Modelo CIM con la finalidad de que a futuro su producto se fundamente en el CIM (CIM-Based).

En la Tabla 6, 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” (8).

2.7.1. Visión en la EERSSA

“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.

2.7.2. Objetivos de esta Visión

Mejorar la Gestión de Operativa de la Distribución en la EERSSA, es decir fortalecer los procesos (ver Tabla 7) 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.



Tabla 7: Procesos Norma IEC 61968

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.

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” ⁽⁹⁾.

2.8. Sistemas implementados y en proceso de implementación en la empresa

“En la siguiente figura 13 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, atención al cliente y mantenimiento y construcción los mismos que se encuentra en proceso de implementación.

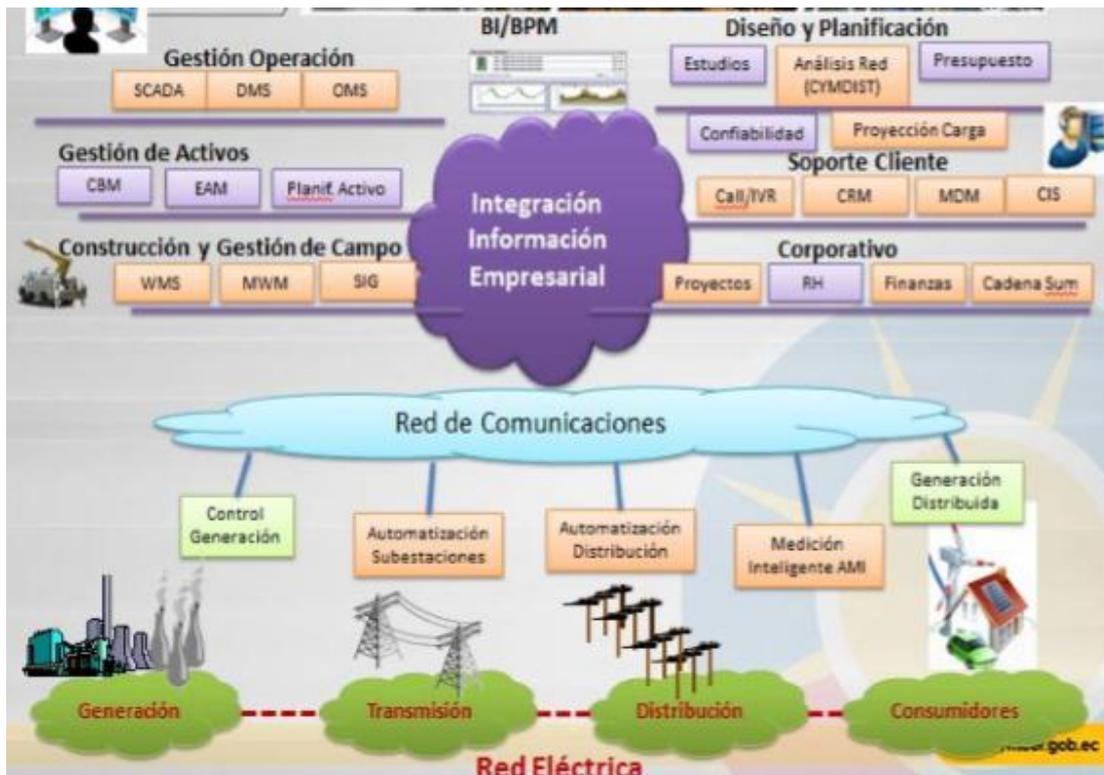


Figura 13: Sistemas en proceso de implementación.

2.8.1. Sistema de Información Geográfico (SIG):

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 y 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.

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

SCADA/DMS/OMS:

El proceso para la Adquisición, Implantación y puesta en Operación, de los sistemas SCADA/DMS/OMS, se encuentra en plena ejecución.

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.
- Evaluar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico.
- Evaluación de corrientes de falla, Flujos de Carga/Perfiles de Tensión en tiempo real.

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.
- 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” ⁽⁸⁾.

[8] 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. 37

3. MATERIALES:

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	TOTAL
1 cd	Software (programa GIS)	7	7
4 paqt.	Hojas A4	4.20	16.80
8 horas	internet	0.60	4.80
2 cartuchos	Tinta para impresora	68	136
TOTAL.			164.60

4. METODOLOGÍA:

Primeramente lo que vamos hacer es entrar al programa, nos vamos a inicio, todos los programas y buscamos una carpeta q se llama ArcGIS asemos clic y posteriormente abriremos ArcMap. (Figura 1-2)

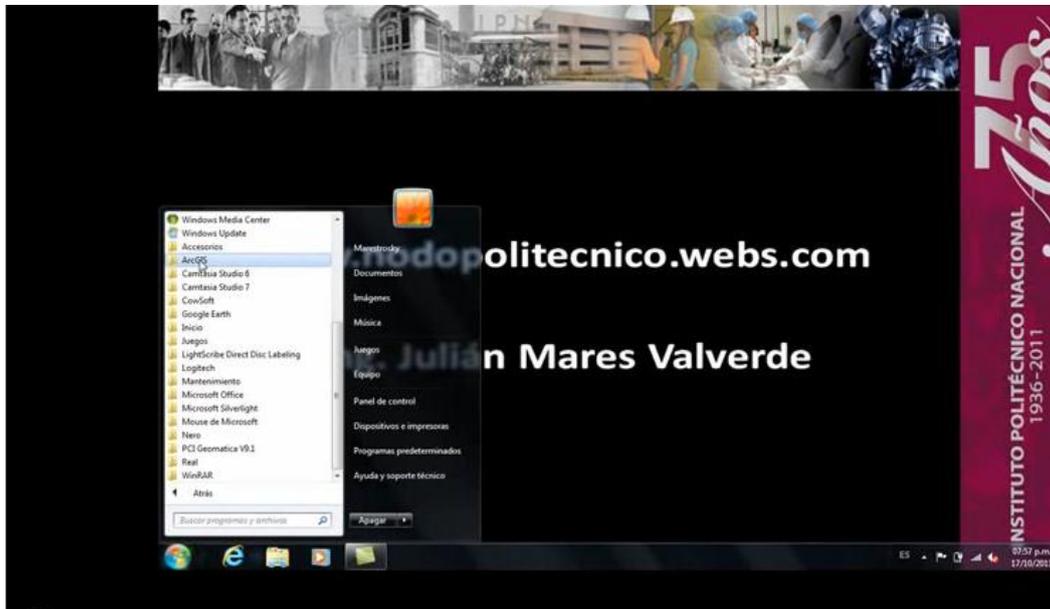


Figura 1. Abriendo ArcMap

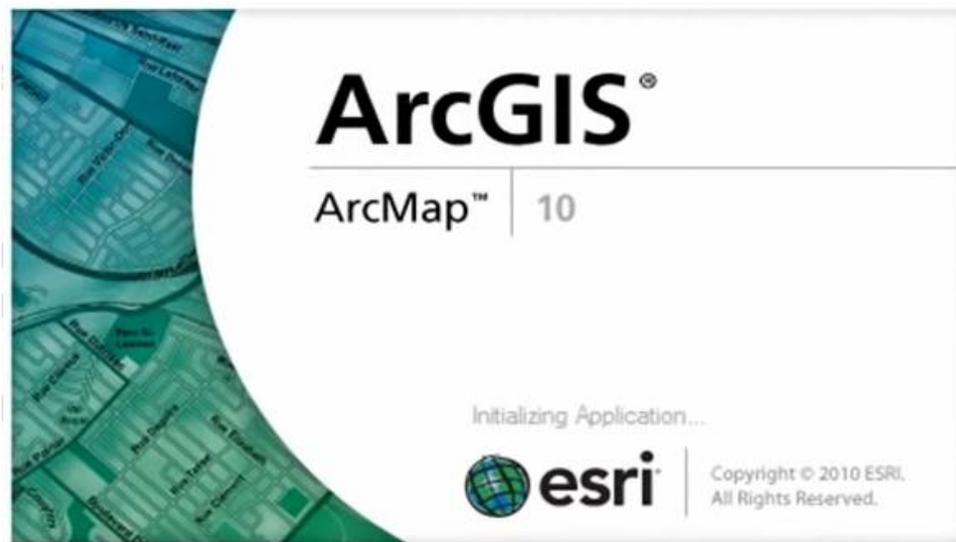


Figura 2. Abriéndose programa de ArcGis

ArcMap nos permite trabajar con datos vectoriales y de tipo RASTERC.

Una vez entrado a ArcMap aparece un menú donde hay una posibilidad de abrir un mapa existente, de abrir un mapa nuevo o de abrir un mapa previamente definido (Figura 3).

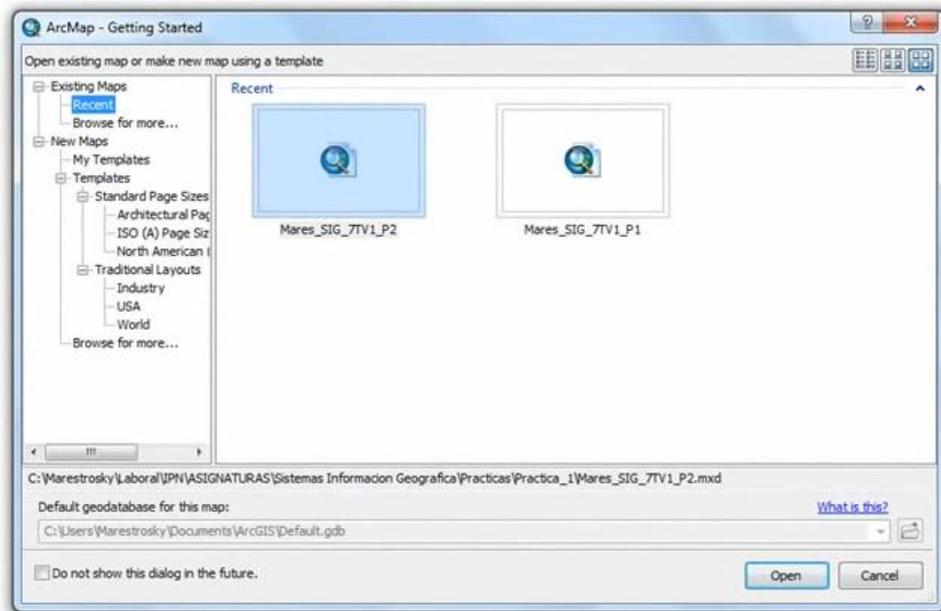


Figura 3. Menú de ArcMap.

En este caso vamos abrir un mapa existente, donde sus coordenadas ya están exportadas desde Excel (Figura 4).

	A	B	C
1	Muelle	este	Norte
2	Muelle Tasa	365697.13	8475919.11
3	Muelle Austral	365608.83	8475275.64
4	Muelle Sipesa	365308.14	8474439.74

Figura 4. Coordenadas exportadas desde Excel.

Los componentes de ArcMap básicamente son la tabla de contenidos, en esta parte se van a reflejar todas las capas que nosotros estemos agregando (Figura 5).

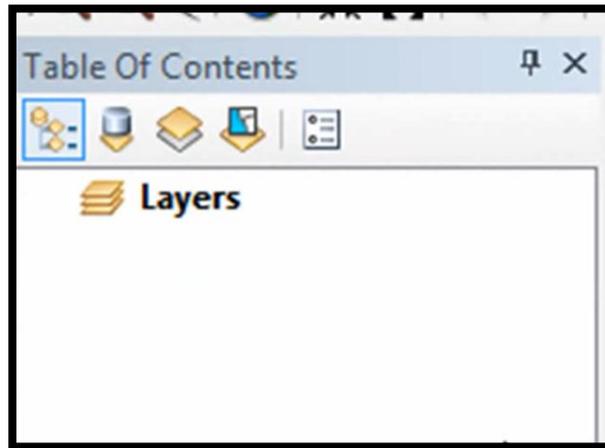


Figura 5. Capas que se vayan agregar

La parte de los iconos y los menús (Figura 6), la zona de trabajo que sería esta parte (Figura 7) y en el lado inferior derecho es nuestra barra de estado (figura 8).

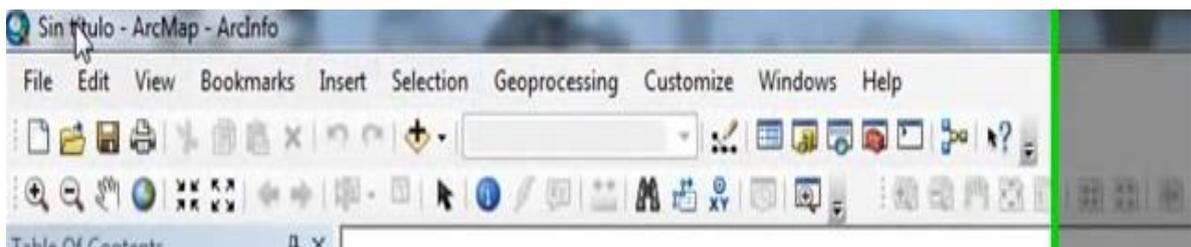


Figura 6. Los iconos y menús.

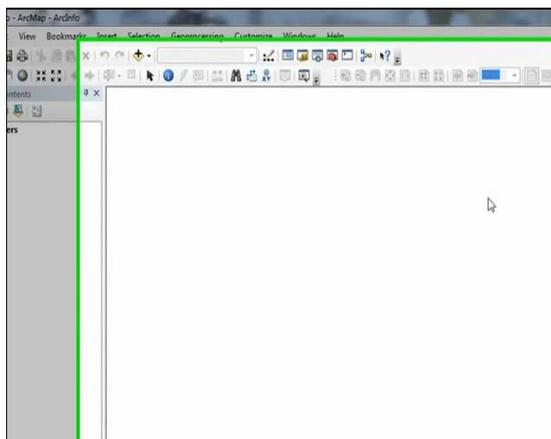


Figura 7. Zona de trabajo

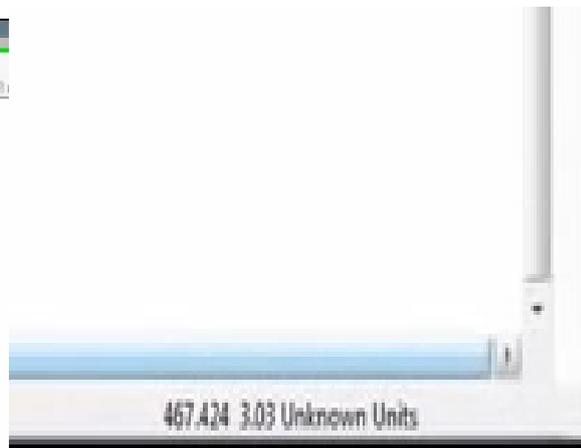


figura 8. Barra de estado.

Siempre abra una jerarquía al momento de agregar los datos: abajo siempre estarán los elementos de tipo triangular, en medio los de tipo lineal y arriba los de tipo puntual (figura 9).

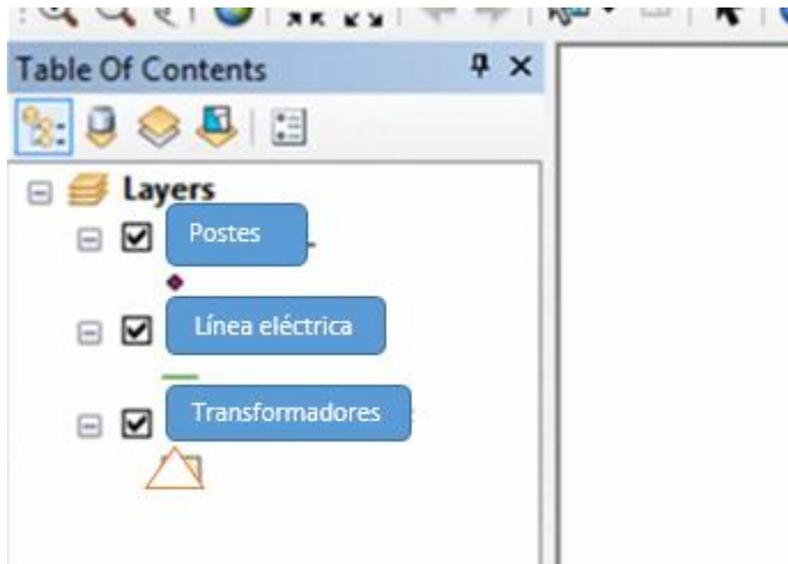


Figura 9. Elementos o capas agregadas.

ArcMap es un software muy intuitivo, como podemos apreciar la barra de Zoom In donde podemos generar ventanas para poder acercarnos, con el Zoom Out podemos alejarnos para poder visualizar nuestra capa por completo (Figura 10).

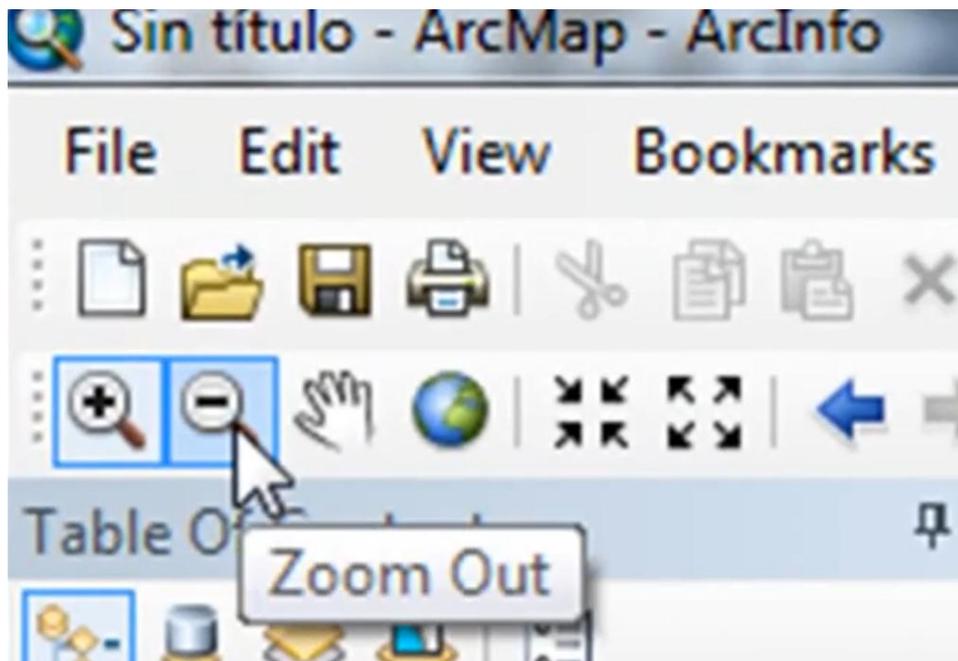


Figura 10. Barras de Zoom In y de Zoom Out.

Ahora si nosotros queremos ver el total de nuestros datos damos clic en Full Extent (Figura 11) y nos va hacer un acercamiento al total de nuestros datos

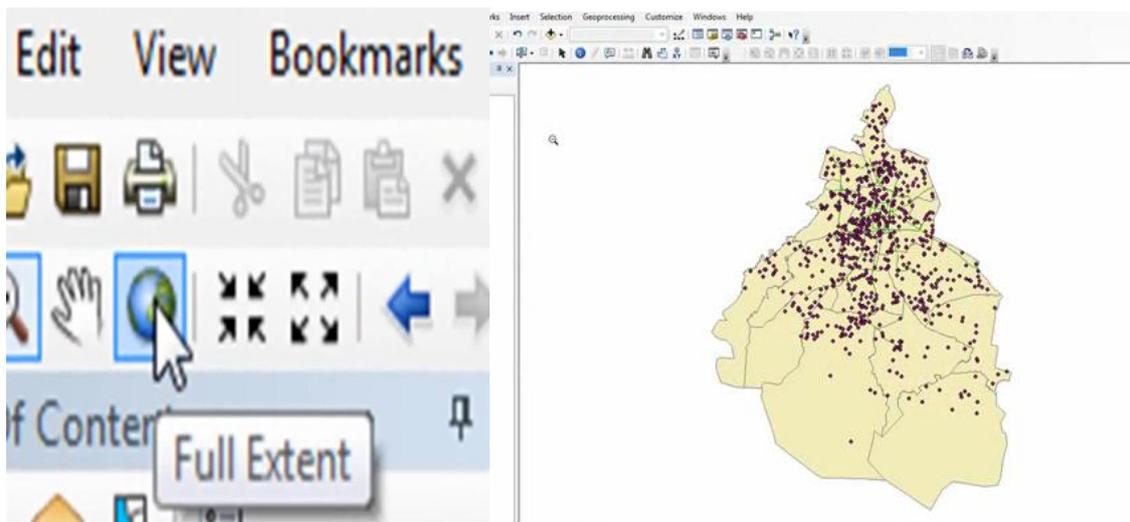


Figura 11. Full Extent (acercamiento total a los datos).

Para la asignación de la simbología es importante dar un clic al elemento de tipo puntual lineal o triangular (Figura 9), en este caso voy a dar un clic en el puntual, donde se abrirá automáticamente el selector de simbología, aquí yo puedo seleccionar el color, el tamaño, el ángulo si es que necesito girarlo, también se puede hacer la edición de estos símbolos. Como podemos observar existe una gran cantidad de símbolos (Figura 12), que de acuerdo a lo que tratemos de representar nosotros podemos seleccionar.

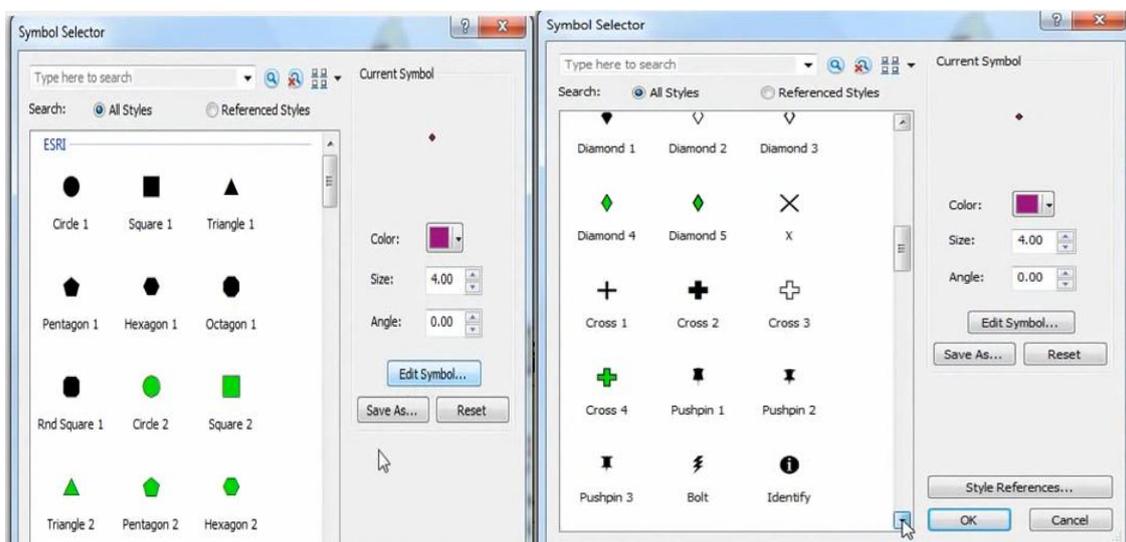


Figura 12. Simbología para representar.

En mi caso estoy haciendo referencia a las redes eléctricas existentes en Loja y por eso e seleccionado esos elementos y así podemos apreciar la simbología en el mapa mismo.

Recordemos que un SIG nos puede responder diferentes preguntas, ya que una de las ventajas del Sistema de Información Geográfica, es que tienen elementos de tipo geográfico, más una base de datos asociada, si nosotros quisiéramos saber el número o detalle de algún transformador, lo único que debemos hacer es dar un clic al icono que es un identificador (Figura 13), luego le damos un clic al elemento que queremos conocer en su base de datos (Figura 14) y ahí nos dirá que es un transformador privado de un consultorio médico G.A.D. N1, identificado como número 38, de 37 KVA (Figura 15).

Y así podemos hacer con los demás puntos que tenemos ya georeferenciados.

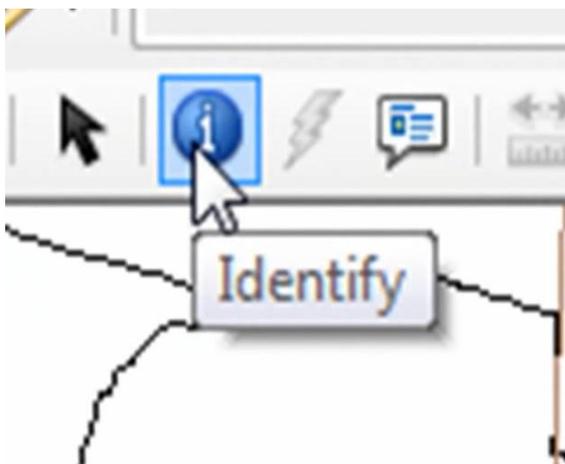


Figura 13. Icono Identificó.

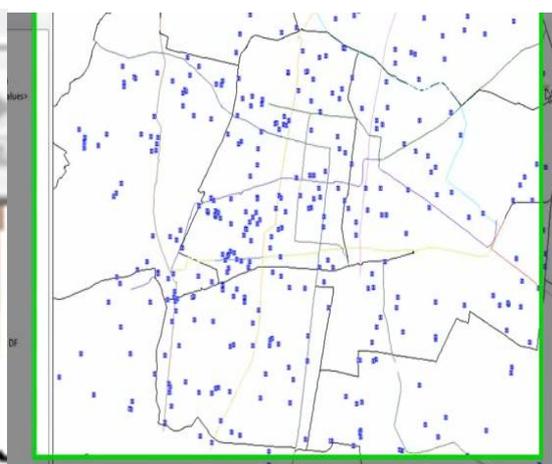


Figura 14. Puntos o elementos a conocer.

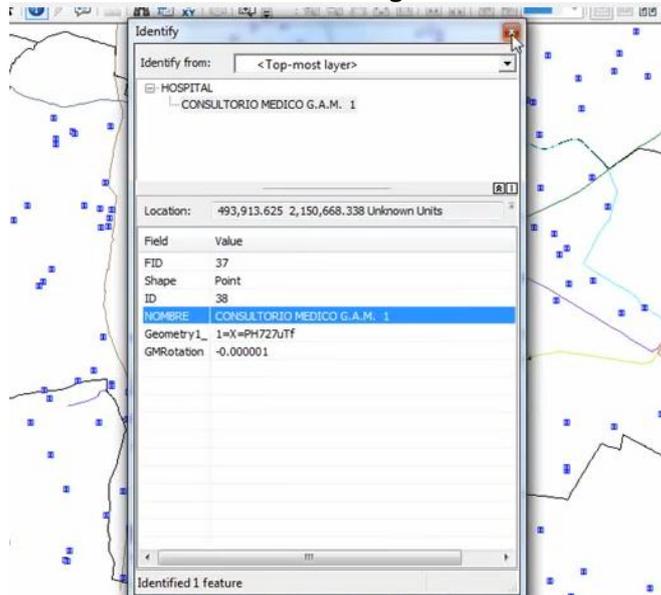


Figura 15. Información del punto de la base de datos

Ahora bien para poder guardar un proyecto en ArcMap, vamos a irnos a FILE luego a SAVE (Figura 16).

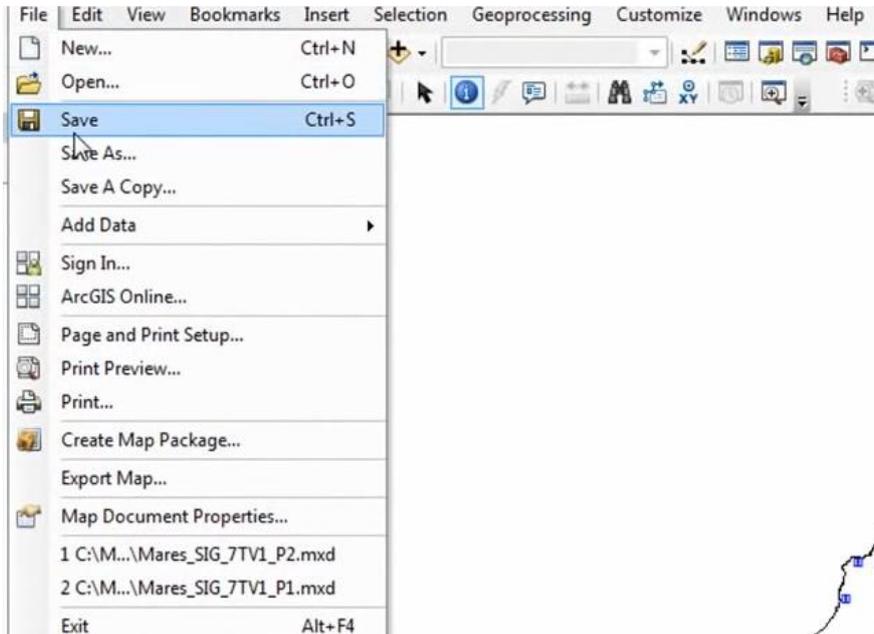


Figura 16. Guardar proyecto.

Ahora vamos a indicar el nombre del proyecto, donde para este caso le vamos a poner el nombre de PRÁCTICA 1 (Figura 17).

Los proyectos en ArcMap van a tener la extensión MXD, esa la da el programa mismo, de ahí le ponemos guardar y automáticamente nos la guarda.

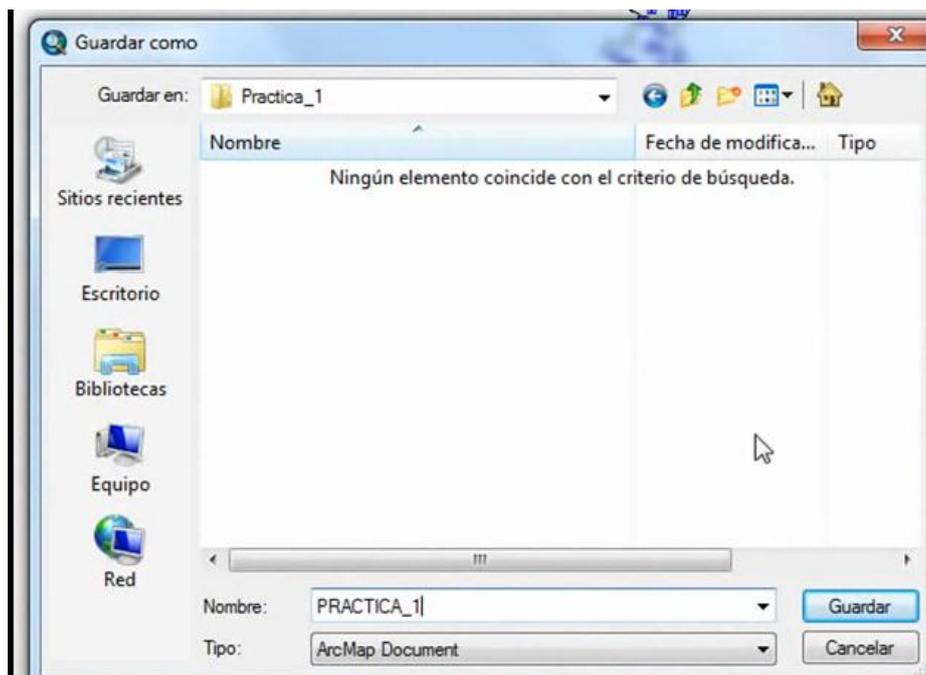


Figura 17. Guardar la práctica.

Ahora vamos a salir y volver a entrar para ver como abrir un proyecto.

Como aviamos mencionado anteriormente ArcMap va a guardar los últimos proyectos que se allá trabajado, en este caso aquí nos esta mencionando que tiene previamente el proyecto que nosotros guardamos (Figura 18).

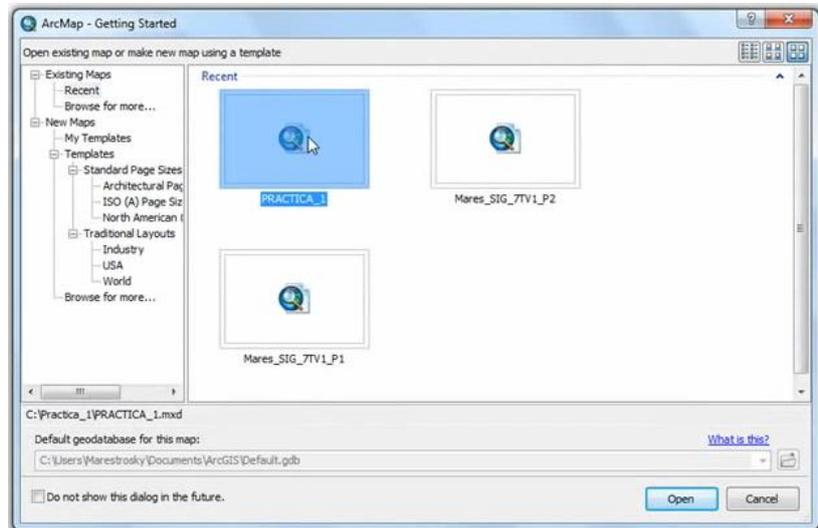


Figura 18. Practica 1.

Entonces le doy un clic sobre este icono y luego le pongo Open (abrir) y así obtendremos nuevamente lo que hace un momento estuvimos trabajando.

Ahora si nosotros queremos a esto representar como un mapa lo que debemos hacer es irnos a la vista de LAYOUT VIEW, le damos un clic (Figura 19).

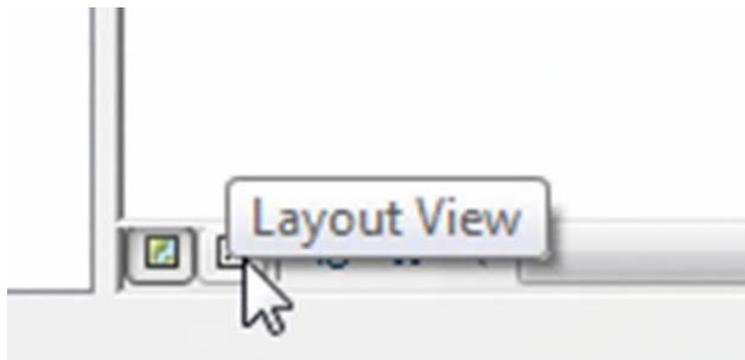


Figura 19. Icono Layout View.

Y así podremos apreciar que ya tienen el formato tamaño carta y que está definido para poder hacer la impresión de un mapa (Figura 20).

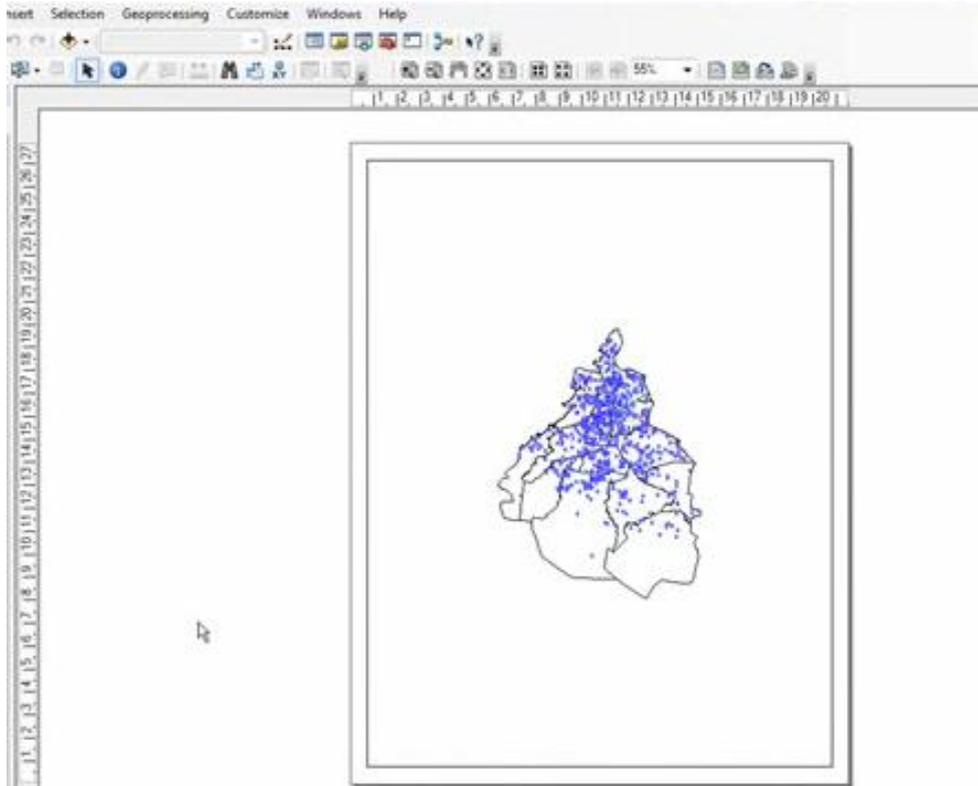


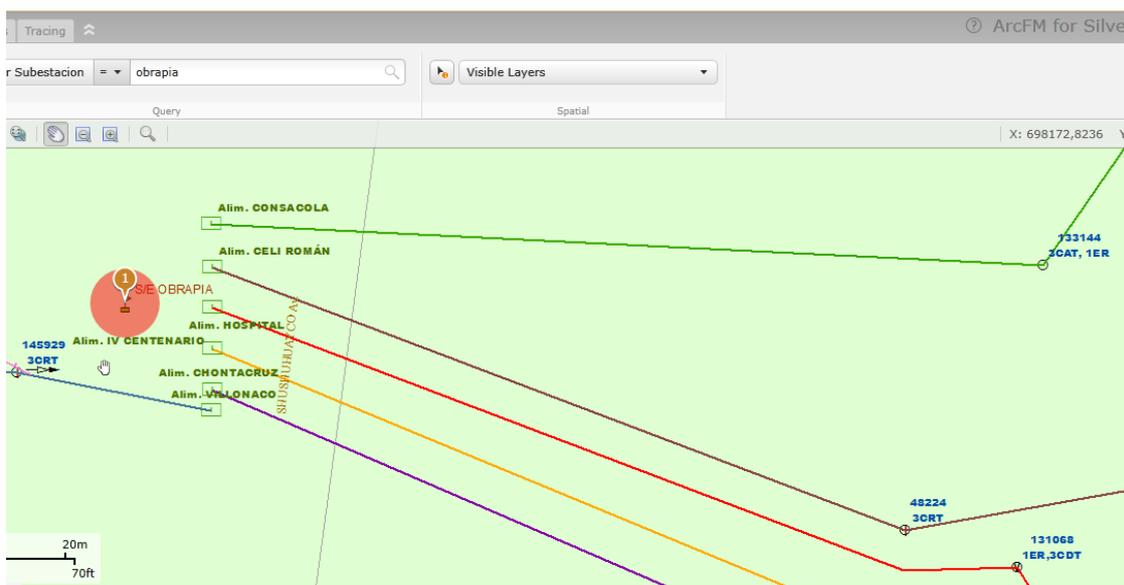
Figura 20. Mapa definido para ser impreso.

RESULTADOS:

La Empresa Eléctrica Regional del Sur. S.A. ha visto como opción apropiada el trabajar con este programa donde se ha podido analizar brevemente los beneficios de un Sistema de Información Geográfico, verificando nuestra topología, planos digitales.



Con todo esto podremos Conseguir una interoperabilidad de varios sistemas, procesos o funciones de la central eléctrica (EERSSA), desde las subestaciones con sus respectivos alimentadores.



5. CONCLUSIONES:

- 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 usuarios el modelado de datos es muy importante ya que ofrece una optimización en la integración de los procesos Empresariales, se logra 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, alivian 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.
- 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.

6. 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.

7. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Turbau E., Strobl J., Resl R. ((2007)). Introducción a los sistemas de Información. (1. Edición 2007). Universidad 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] 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>.
- [6] 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.
- [7] Erazo, P. (s.f.) Resultados, Propuestas y Recomendaciones. Informe 4. Proyecto SIGDE.
- [8] 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.
- [9] Erazo, P. (s.f.) Modelo para Mejorar la Gestión Técnica de las Empresas de Distribución. Informe 3. Proyecto SIGDE.

8.

ANEXOS.

POSTES Y ESTRUCTURAS		VANDOS		ALUMBRADO PUBLICO			EQUIPOS	ACCESORIOS Y OBSERVACIONES
#POSTE	Poste	VIENE DEL POSTE #	CALIBRE Y CONFIGURACIÓN BIT	CODIGO	Luminaria	Fases de Conexión (A,B,C)	Cl: Control Ilum. FC: Fotocelda. CS: Caja Semáfor. Duo	PT: Puesta a Tierra Trescores: T3, TTT1, TTD, TF, TA TIPO SERVICIO: TWCABLE: TVC. INTERNET: WEB. TELEFONIA: TELF.
	ESTRUCTURAS BIT (o código MEER)							
	84, 9R, 10H, II R, 9C, 10C, II C, 12C, 18R (o código MEER)							

Anexo 1: Cuadro para recolección de información de baja tensión aérea.

POSTES Y ESTRUCTURAS				VANDS MIT			EQUIPOS					ACCESORIOS		
# POSTE	ALTURA 3,40, 4,12 , 5,18 (m) (O CODIGO MEER)	TIPO DE POSTE	ESTRUCTURAS MIT (O CODIGO MEER)	CALIBRE Y CONFIGURACION MIT		SECUENCIA (ABC (A o B o C)	TRAFOS		BANCO TRAFOS		SECCIONADORES		TENSORES (O Leñigo, MEER, TTN, TTU, TTD, TA, TF, TF CARRERAYOS, PFR FUENTE A TIERRA, PT CAPACITORES: OPIONARI) ARMONIZADORES: SYD EQUIPO MED. ESPECIFICAS TTCABLE: TFC, INTERNET: WEB, TELEFONIA: TELF.	
				VENDE DEL POSTE #	Fase(s), Neutro-material		Numero de trabo.	1 φ (NVA) o codigo MEER	3 φ (NVA) o codigo MEER	base	Numero Trabo.	(NVA) o codigo MEER		base

Página 1

Anexo 2: Cuadro para la recolección de información de media tensión aérea.



Anexo 3: circuitos de baja tensión aéreos, colocación de placa numérica y recolección de información.



Anexo 4: circuito de baja y media tensión aéreo, colación de placa numérica, y recolección de información del transformador.

inatra Industria Andina de Transformadores S.A. NUESTROS PROCESOS SON CERTIFICADOS POR LAS NORMAS ISO 9001:2008

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

S/N	060916519	POLARIDAD:	ADITIVA	ALTITUD	3000 MSNM
KVA	37.5	MONOFASICO	60 CICLOS	TIPO:	AUTOPROTEGIDO
VOLTAJE NOMINAL: 13800 GrdY/7970 - 120/240				IMP	% 1.5 85°C

VOLT	POSIC
105	1
102.5	2
100	3
97.5	4
95	5

Peso Total: 229 Kgr.
Aceite: 60 Lts.

Pararrayos H1

ANO 2009
BOBINADO EN COBRE

REF. 59

Anexo 5: recolección de información de placa característica del transformador: número de serie, potencia y marca.



**Anexo 7: recopilacion de informacion de los medidores electricos:
Numero de medidor, número de serie, marca y tipo de acometida**



Anexo 7: Circuito de media tensión subterráneo, colocación de placa numérica y recopilación de datos



Anexo 8: Circuito de baja y media tensión subterráneo, colación de placa numérica, y información.

Recolección de información del transformador.

inatra
Industria Andina de Transformadores S.A.

NUESTROS PROCESOS SON CERTIFICADOS POR LA NORMA ISO 9001: 2008

TRANSFORMADOR MONOFASICO DE DISTRIBUCION

S/N **091333828** CONEX **III** REFRIGERACIÓN **ONAN** ALTITUD **3000 msnm**

KVA **25** FRECUENCIA **60 Hz** TIPO: **AUTOPROTEGIDO** % IMP **4.5** **85°C**

VOLTAJE NOMINAL (V) **13800 Grd Y/7970 V/20/240**

VOLTAJE (V)	TAP
8189,3	1
7970	2
7770,8	3
7571,5	4
7372,3	5

PESO TOTAL **210** kg

ACEITE **53** L

Ref. 52
Para instrucciones de instalación, operación y seguridad, ver cartilla

Diagrama de conexión: Pararrayos, 1, 2, 3, 4, A, C, B, D, X, X, X

CORR. PRIM. **4.14** A

CORR. SEC. **19.457** A

BIL A.T. **95** kV

BIL B.T. **30** kV

NORMA DE FABRIC. NTE INEN 2120

AÑO **2013**

MAT DEV. **Cu/Cu**

Anexo 9: Recolección de información de placa característica del Transformador: número de serie, potencia.