

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

Los Sistemas de Información Geográfico como Herramienta para la Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica en CNEL (Corporación Nacional de Electricidad) Regional El Oro.

Ajila Chapín Agustín Alberto

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

Quito, Mayo de 2012.

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Postgrados**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Los Sistemas de Información Geográfico como Herramienta para la Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica en CNEL (Corporación Nacional de Electricidad) Regional El Oro.

Ajila Chapín Agustín Alberto

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

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

Quito, Mayo de 2012.

© **Derechos de autor:** Según la actual Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5:

“el derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión... El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.” (Ecuador. Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Dios y amigo Jesús, quien me dio las fuerzas, la paciencia y sabiduría. A mi Esposa Victoria, a mis hijas Emilia y Gabriela, a mi hijo Gabriel, a CNEL El Oro y a todo ese grupo de compañeros de la Dirección de Planificación quienes me apoyaron con su amistad, compañerismo y conocimientos.

Agustín.

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido de Dios por haberme hecho su hijo, porque creo en su verdad a su hijo Jesús por ser mi amigo y estar conmigo en los momentos tristes y felices, quienes nos cuidan y nos protegen del mal. A ellos sean todas la Bendiciones.

Agustín

RESUMEN.

Este estudio está enfocado a los análisis eléctricos realizados en los últimos años por parte de CNEL Regional El Oro, donde el objetivo del área de planificación ha sido establecer, en base a una proyección de la demanda, la evolución de los sistemas de sub-transmisión y distribución, para luego formular planes de obras que aseguren las condiciones de servicio y de operación, adecuadamente.

Bajo estas condiciones, se impulsa la utilización de los Sistemas de Información Geográfico, lo cual proporcionan una excelente herramienta, aplicando diferentes factores como: hacer posible la realización, del traslado de la demanda calculada por área de carga geográfica a la red de distribución, considerando el área de cobertura del alimentador primario que forma parte del mismo y a su vez aplicando una subdivisión de una cuadrícula sobre el mismo, para trasladar la demanda de carga existente en cada área de la cuadrícula a la cual denominaremos micro-área.

El diseño de proyección partirá básicamente, mediante el estudio de la cobertura geográfica de un alimentador primario llamado " El Condado" perteneciente a la S/E Machala, analizando las variaciones en el comportamiento del servicio eléctrico y el crecimiento económico y social del sector utilizando las tecnologías SIG. Utilizaremos una imagen satelital para justificar el catastro urbano de la zona en estudio

ABSTRACT.

This study is focused on electrical tests in recent years by the Regional CNEL El Oro, where the goal of the planning area has been set, based on a projection of demand, the evolution of sub-transmission systems and distribution, and then formulate plans to ensure works conditions of service and operating properly.

Under these conditions, promotes the use of Geographic Information Systems, which provide an excellent tool, applying different factors such as: make possible the realization of transfer demand load calculated by geographic area of the distribution network, considering the coverage area of the primary feeder which is part of your self and your time using a subdivision of a grid on it, to move existing load demand in each area of the grid will call this the micro-area.

The Projection design basically leave through the study of the geographical coverage of a primary feeder called the "County" belonging to the S/E Machala, analyzing the variations in the behavior of electricity and economic grow thin the sector using GIS technologies. We will use a satellite image to justify urban cadastre of the study area.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁG
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.....	xiii
LISTA DE CUADROS.....	xvi
CAPITULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.3 ALCANCES.....	5
1.4 MARCO DE REFERENCIA.....	7
1.4.1 CNEL S.A. REGIONAL EL ORO	7
1.4.2 AREA DE CONCESION DE CNEL S.A. EL ORO.....	8

1.4.3. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION...	11
1.4.4 ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE DEMANDA.....	12
1.4.5. INFORMACION QUE SE UTILIZA.....	12
1.4.6 ESTUDIOS DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA.....	14
1.4.6.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA MÁXIMA.....	14
CAPITULO 2.....	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 LA DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA	17
2.2 LA DEMANDA MÁXIMA.....	19
2.3 LA CARGA CONECTADA.....	21
2.4 FACTOR DE CARGA (0.9).....	22
2.5 FACTOR DE DEMANDA.....	26
2.6 FACTOR DE COINCIDENCIA.....	28
2.7 LA CARGA PICO.....	29
2.8 LA PREDICCIÓN DE LA DEMANDA.....	30
2.9 FACTORES INFLUYENTES EN LA PREDICCIÓN DE LA DEMANDA.....	31
2.10 MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA.....	32
2.10.1 A CORTO PLAZO.....	32
2.10.2 A MEDIANO PLAZO.....	33
2.10.3 A LARGO PLAZO.....	34
2.11 DEMANDA DE ELECTRICIDAD POR MICRO-ÁREAS.....	35
2.12 DEFINICION DE TECNICAS.....	37

2.13	CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA MICRO-ÁREA.....	38
2.14	USO DE SUELOS.....	40
2.15	LOS SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	42
2.15.1	DEFINICION.....	42
2.15.2	VETAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SIG.....	43
2.15.3	FUENTES DE DATOS.....	44
2.15.3.1	MAPAS ANALÓGICOS.....	44
2.15.3.2	FOTOGRAFÍAS AÉREAS.....	44
2.15.3.3	IMÁGENES SATELITALES.....	45
2.15.3.4	RELEVAMIENTO TERRESTRE CON GPS.....	45
2.15.3.5	INFORMES Y PUBLICACIONES.....	45
2.16	LOS SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA– CNEL S.A.EL ORO....	46
2.16.1	TECNOLOGÍAS (SIG) – ARCGIS 9.3.1.....	46
2.16.2	ARCEDITOR.....	47
2.16.3	UN SIG INTEGRADO.....	48
2.16.4	LA TECNOLOGIA ARCFM.....	50
2.16.5	ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	52
2.16.6	SIMBOLOGÍA UTILIZADA.....	54
2.16.7	BASE DE DATOS GEOGRAFICA.....	55
2.16.8	ESQUEMA DE LA BASE DE DATOS.....	58
2.16.9	COMPOSICION DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA DE CNEL EL ORO... ..	60

2.17 CARTOGRAFIA EN EL SIG.....	61
2.17.1 ASPECTOS TÉCNICOS.....	62
2.17.2 SISTEMA DE COORDENADAS.....	62
2.17.3 ESCALAS.....	62
2.17.4 RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO.....	63
CAPITULO 3.....	65
METODOLOGIA.....	65
3.1 INTRODUCCIÓN.....	65
3.2 OBJETIVOS GENERALES.....	66
3.3 AREA DE ESTUDIO.....	66
3.4 CAPACIDAD INSTALADA Y DEMANDA DE CARGA.....	69
3.5 ALIMENTADOR PRIMARIO “EL CONDADO”.....	71
3.6 ÁMBITO SOCIAL Y ECONÓMICO DEL SECTOR.....	72
3.7 USO DE SUELOS.....	74
3.8 BASE DE DATOS A UTILIZAR.....	76
3.9 ELABORACIÓN DE LAS MICRO-AREAS.....	77
3.10 TABLAS DE ATRIBUTOS DE FEATURES.....	78
3.11 MODIFICACIÓN DEL FEATURE PUNTO DE CARGA.....	79
3.12 INGRESO DE DATOS (OBJETID) MICRO-ÁREA.....	80
3.13 TABLA DE ATRIBUTOS CONSUMIDOR.....	81

3.14	TABLA DE CONEXIÓN CONSUMIDOR.....	82
3.15	JOIN ENTRE TABLAS - PUNTOS DE CARGA Y MICRO-AREAS.....	82
3.16	JOIN ENTRE TABLAS CONEXIÓN CONSUMIDOR Y JOIN(PUNTO DE CARGA Y MICRO-ÁREA).....	83
3.17	JOIN ENTRE TABLAS CONEXIÓN CONSUMIDOR YATRIBUTOS CONSUMIDOR.....	84
CAPITULO 4	87
4.1	RESULTADOS.....	87
4.2	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGIA EN UNAMICRO-AREA..	87
4.3	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN ELALIMENTADOR EL CONDADO.....	90
4.4	ANÁLISIS DE LA DEMANDA FUTURA.....	91
4.5	ANALISIS EN ELCOMPORTAMIENTO SOCIO ECONÓMICO.....	93
4.6	DISCUSIÓN.....	96
4.6.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	96
CAPITULO 5	100
5.1	CONCLUSIONES.....	100
5.2	EVALUACIÓN.....	101
5.3	RECOMENDACIONES.....	103
	BIBLIOGRAFIA.....	104

LISTA DE FIGURAS

No.	CONTENIDO	PÁG.
Fig. 1.1	Diagrama de flujo del presente tema de investigación.....	5
Fig. 1.1	Área de concesión de CNEL S.A. Regional El Oro.....	9
Fig. 1.2	Porcentaje de abonados por tipo de servicio.....	9
Fig. 1.3	Porcentaje de consumo por tipo de servicio.....	10
Fig. 1.4	Porcentaje de importe por tipo de servicio.....	10
Fig. 1.5	Organización y flujo de la información para análisis de la demanda.....	13
Fig. 2.1	Carga conectada desde el origen al usuario final.....	22
Fig. 2.2.	Características y parámetros de la demanda.....	25
Fig. 2.3	Curva de carga definida por sus parámetros.....	25
Fig. 2.4	Un SIG integrado con los demás Sistemas Informáticos.....	50
Fig. 2.5	Red de baja tensión hasta el usuario final, utilizando la herramienta “ArcFm 9.3” para ArcGis.....	52
Fig. 2.6	Simbología utilizada en ArcGis.....	54
Fig. 2.7	Estructura del modelo Entidad-Relación de redes Eléctricas.....	59
Fig. 2.8	Elementos de Cartografía.....	60
Fig. 2.9	Elementos Eléctricos.....	60

Fig. 2.10 Cartografía disponible en CNEL El Oro (ArcGis).....	61
Fig. 2.11 Dispositivo móvil (GPS) para colección de datos.....	64
Fig. 2.12 Formulario de levantamiento de redes eléctricas.....	64
Fig. 3.1 Área de Influencia del servicio eléctrico de la Subestación Machala.....	67
Fig. 3.2 Superficie de servicio eléctrico de la Subestación Machala.....	68
Fig. 3.3 Diagrama unifilar de la Subestación Machala y Subestaciones anexas...	69
Fig.3.4 Cobertura del Alimentador El Condado.....	71
Fig. 3.5 Niveles socioeconómicos del sector.....	72
Fig. 3.6 Usos de suelos en el área de influencia del alimentador “El Condado”..	75
Fig. 3.7 Copia de la Base de Datos Geográfico de CNEL El Oro.....	76
Fig. 3.8 Micro-áreas sobre el área de influencia del Alimentador “El Condado”....	77
Fig. 3.9 Tablas de atributos, campos y datos ingresados.....	78
Fig. 3.10 Atributos de Punto de Carga (Campo: Micro-área).....	79
Fig. 3.11 Proceso de datos usando la calculadora.....	80
Fig. 3.12 Atributos Consumidor.....	81
Fig. 3.13 Atributos conexión consumidor.....	82
Fig. 3.14 Join entre tablas, Punto de Carga y Micro-área (Muchos a uno).....	83
Fig. 3.15 join entre tablas, conexión consumidor y Punto de carga.....	84
Fig. 3.16 Ilustración de los Join espacial.....	85
Fig.3.17 Join entre tablas, conexión consumidor y atributos consumidor.....	86
Fig. 3.18 Tabla relacionada entre la micro-área y Último consumo del mes.....	86
Fig. 4.1 Selección de puntos de carga en la celda 442.....	88
Fig. 4.2 Resultado estadístico de la celda 442.....	89

Fig. 4.3 Estadística de la demanda total (KWH) de usuarios del Alimentador El Condado.....	91
Fig. 4.4 Posible crecimiento demográfico de la celda 442.....	92
Fig. 4.5 Comportamiento en el crecimiento socioeconómico.....	94
Fig. 4.6 Micro-áreas en la cobertura del alimentador “El Condado”.....	97
Fig. 4.7 Celdas que incluyen valores de demanda de energía eléctrica.....	98
Fig. 4.8 Imagen satelital de una parte del área de estudio.....	99

LISTA DE CUADROS

No.	CONTENIDO	PÁG.
Tabla 1.1	Proyección de la demanda para 20 años de la S/E Machala.....	15
Tabla 2.1	Cargas de servicios habitacionales.....	27
Tabla 2.2	Cargas de servicios habitacionales.....	27
Tabla 2.3	Equipos de fuerza.....	27
Tabla 2.4	Cargas comerciales.....	28
Tabla 2.5	Ventajas y desventajas de un SIG.....	43
Tabla 2.6	Contenido de información en la Geodatabase CNEL.....	53
Tabla. 3.1	Capacidad y demanda de la Subestación Machala (Datos 2010).....	70
Tabla 3.2	Demanda de energía por Nivel Socioeconómico.....	73
Tabla. 4.1	Incremento en la demanda a 4 años por crecimiento demográfico.....	93
Tabla. 4.2	Promedio general de los promedios individuales de cada celda por clases.....	95
Tabla 5.1	Evaluación del desarrollo de la Tesis	102

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

Los modelos de predicción de carga basada en el uso de la tierra basados en los Sistemas de Información Geográfica, evitan el uso de herramientas de tendencia histórica, de tal manera que el pre-editor usa los tipos y densidad de uso de la tierra esperada en cada área y entonces traslada la demanda eléctrica a estas proyecciones de tierra.

Estos métodos utilizan como paso previo la predicción del uso de la tierra, esto es, densidad de población futura en áreas residenciales, comerciales e industriales.

Para ello, esta densidad es representada usualmente en planos de uso de la tierra, divididos en pequeñas áreas. Planificar un Sistema de Distribución representa un reto relevante para una institución de servicio eléctrico. Configurar el sistema es de vital importancia para un estudio que profundiza la ciencia de la planificación y así obtener un excelente resultado

El detalle de la predicción de distribución de la demanda es de alto nivel, incluye tanto la magnitud como la ubicación espacial de las cargas en el futuro. En este punto los métodos tradicionales son incapaces de predecir

demandas en áreas desocupadas, además de tener poca precisión en la planificación de Distribución.

Estas necesidades, han obligado a las empresas eléctricas durante las últimas décadas a desarrollar diversos métodos de predicción. Aunque el método que utilizaremos tiene mayor precisión que sus predecesores, requiere una gran cantidad de esfuerzo y recurso, a consecuencia de la dificultad de obtener datos que sean confiables. De la experiencia y del desarrollo histórico de la ciudad, como de otros elementos de carácter urbano (polos de desarrollo, factores de proximidad y entorno, funciones de preferencia), depende determinar la ubicación futura de todos los tipos de consumidores, La ventaja del empleo de un modelo urbano en la predicción.

La utilización de datos y herramientas SIG, dan solvencia y flexibilidad al realizar un estudio con diferentes escenarios que prevea la construcción de nuevas subestaciones o el mayor aprovechamiento de las existentes, en el momento adecuado. Por esta razón la CNEL REGIONAL EL ORO, llevó a cabo un extenso análisis del sistema de distribución de la ciudad de Machala, para definir las necesidades a nivel de subestaciones en los diez (10) años siguientes a 2010 (año base), y optimizar lo máximo posible. la planificación de su red de distribución

1.1 ANTECEDENTES

En los últimos años se han ejecutado por parte de varias de las Distribuidoras Eléctricas del Ecuador, estudios de planificación cuyo objetivo es establecer en base, a una proyección de la demanda, la evolución de los sistemas de sub-transmisión y distribución, para luego establecer un programa de obras que aseguren que las condiciones de servicio y de operación, sean adecuadas bajo el marco de referencia propuesto.

Las cargas se proyectan en base, a las diversas metodologías que por lo general, tienden a justificar los índices de crecimiento considerado: la disponibilidad de información estadística, proyecciones establecidas por otras entidades sobre parámetros que puedan correlacionarse con el crecimiento de la demanda del sector eléctrico, planes de electrificación rural y planes de desarrollo y ordenamiento para las áreas urbanas de importancia.

Una vez obtenidos los resultados del estudio, se inicia una nueva etapa, que por lo general es sobre la que recae la responsabilidad de verificar los resultados del estudio de planificación estableciendo un seguimiento de lo programado a lo largo del período previsto. Esta etapa se le puede denominar como: Actualización o Control de la Planificación.

Siendo la Proyección de la Demanda el fundamento del estudio de planificación deberá, consecuentemente, asignarse el mismo grado de importancia en la etapa de control.

1.2 OBJETIVOS

El presente trabajo pretende demostrar la efectividad de los Sistemas de Información Geográfico, aplicados a los estudios y análisis de la demanda del servicio eléctrico. De cierta manera, el crecimiento poblacional y económico de la ciudad de Machala, son un factor determinante para este proyecto.

Muy aparte del tema de micro-áreas, el objetivo fundamental es la aplicación y desarrollo en la investigación de mapas de usos de suelos, áreas de influencias del alimentador de distribución de electricidad, estudios de mapas socioeconómicos de la zona a tratar y la utilización de imágenes satelitales del sector en cuestión.

Utilizando las tecnologías de ArcGis, la cual provee una potente estructura de base de datos espacial del sistema eléctrico, la cual analizaremos en este tema.

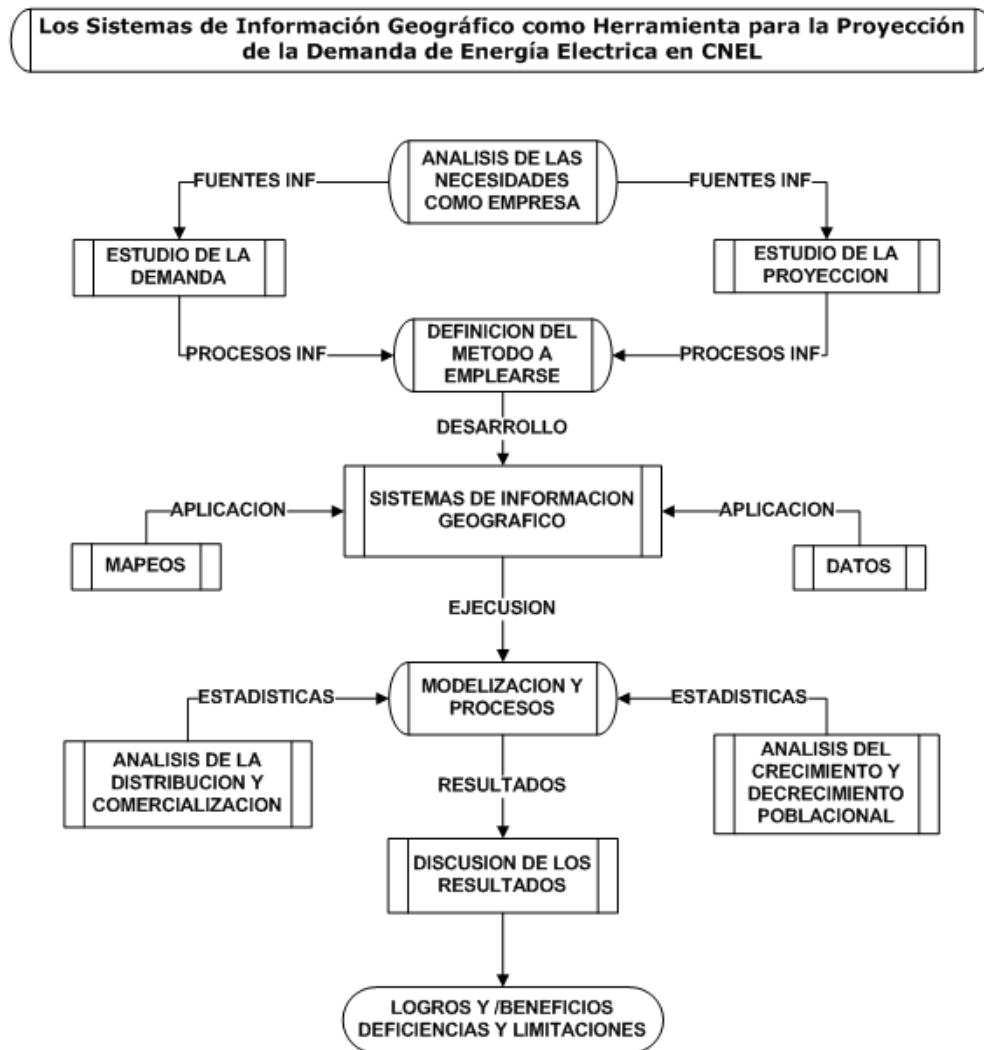


Fig. 1.1 Diagrama de flujo del presente tema de investigación

1.3 ALCANCES.

La predicción del consumo de electricidad y su distribución debe proyectar la magnitud y ubicación de las cargas, logrando una mejor estimación de demanda, aprovechando la tecnología SIG existente en la Corporación.

En este apartado presentamos una discusión sobre la carga eléctrica, su crecimiento, y los métodos de predicción de la demanda. Las dos primeras secciones consideran lo primero, explicando los conceptos básicos que rigen sobre esta materia.

En general las metodologías que se utilizan para la proyección de la demanda, que tienen como meta el análisis de sistemas de distribución, parten como premisa de disponer de la información suficiente para cumplir los siguientes propósitos:

Establecer una condición inicial, es decir, asignar las cargas actuales para superficies en las cuales se ha subdividido el área que se estudia. El tamaño de las subdivisiones depende de las densidades de carga encontradas y del grado de detalle que se pretende alcanzar en el estudio.

Establecer el crecimiento relativo de cada una de las subdivisiones planteadas, en la condición inicial a lo largo de un período de tiempo que oscila entre los 10 a 15 años. Estas metodologías desarrolladas en este sentido se denominan por lo general proyecciones por micro-áreas, puesto que el objetivo final es encontrar la evolución de la carga para pequeñas áreas.

1.4 MARCO DE REFERENCIA.

1.4.1 CNEL S.A. REGIONAL EL ORO

La radical transformación que tiene la actividad del sector eléctrico ecuatoriano ha generado un clima de reflexión acerca del nuevo papel que les toca desarrollar a las empresas distribuidoras, y su evolución hacia un nuevo modelo de negocio que contribuya a proporcionar un suministro de calidad al menor coste posible; es decir que optimice la eficiencia en la gestión de la Distribución, que equilibre la solvencia técnica y la eficiencia económica de las operaciones.

CNEL S.A. Regional El Oro, como empresa generadora del desarrollo provincial, tiene como función primordial el de satisfacer los requerimientos de su mercado, los mismos que están directamente relacionados en función con la demanda de potencia y energía, las cuales y de acuerdo a la nueva Ley de Régimen del Sector Eléctrico deberán ser entregados en óptimas condiciones de calidad, continuidad y en la oportunidad deseada.

Por parte de la CNEL S.A. Regional El Oro, se ha iniciado la modernización en los aspectos técnicos, Geográficos, administrativos, económicos, financieros, de formación, entre otros, para así coadyuvar al cambio de mentalidad de la sociedad que lleve por rumbos mejores a la región y al país en general.

1.4.2 AREA DE CONCESION DE CNEL S.A. EL ORO

En el área geográfica de concesión para Distribución de Energía Eléctrica de CNEL S.A. Regional El Oro, en la actualidad tiene una extensión de 6745 Km² y la constituyen los catorce cantones de la Provincia de El Oro, incluyendo el territorio insular de Jambelí.

Los cantones Pucará y Ponce Enríquez de la Provincia de El Azuay, y algunas localidades de los cantones Balao y Parroquia Tenguel de la provincia de El Guayas.

Los accidentes geográficos de la provincia lo componen territorios costaneros, manglares, sabanas, y región montañosa hasta los 4000 m de altura aproximadamente.

La economía de esta provincia está constituida por la producción bananera, cacao, café, caña de azúcar, camarones, oro y gas en el golfo de Jambelí. Este gas es aprovechado para la generación de electricidad por intermedio de Machala Powerd Geográficamente, esta área de concesión se enmarca entre las siguientes coordenadas:

Longitud Oeste 79°22' y 80°26'

Latitud Sur 02°38' y 03°52'



Fig. 1.1 Área de concesión de CNEL S.A. Regional El Oro

Actualmente cuenta con 221274 abonados a Agosto del 2011, de los cuales un alto porcentaje 87.98% corresponde al sector residencial, los mismos que sumados al 9,48% del sector comercial y 0,94% del industrial, alcanzan un total del 98,54%, restando un 1.6 % correspondiente al sector oficial y Alumbrado Público.

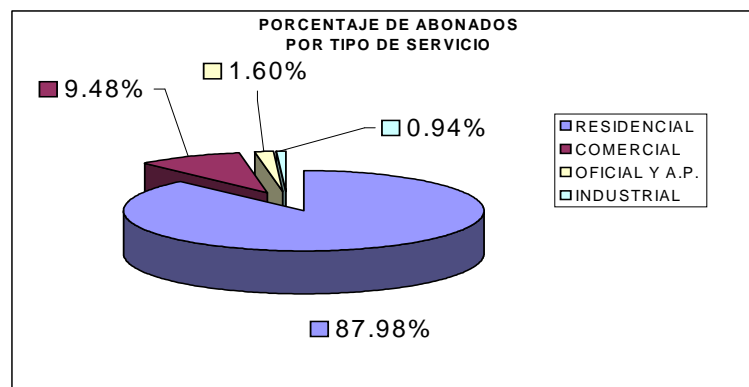


Fig. 1.2 Porcentaje de abonados por tipo de servicio

Sin embargo, la energía entregada a estos sectores no guarda la misma relación anterior, ya que el consumo en KWH se distribuye en el 52,59 % para el sector residencial, 15,97% para el sector industrial, para el comercial un 16,77%, alumbrado público un 9,14 % y para el sector oficial el 5,53%.

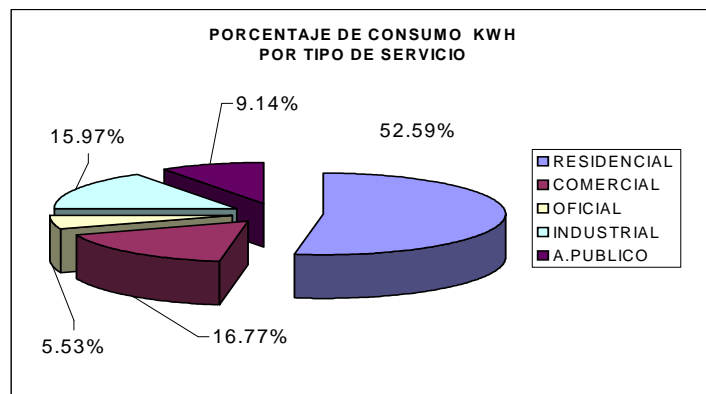


Fig. 1.3 Porcentaje de consumo por tipo de servicio

Paralelamente el Importe en dólares está compuesto por el 57,11% para el sector residencial, un 15,54% del industrial, el 14,58% del sector comercial, el 15,07% corresponde a alumbrado público, restando el 7,69% para el sector oficial.

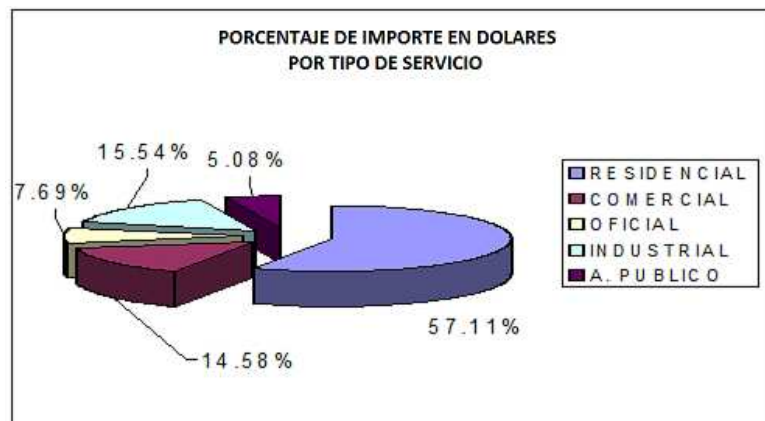


Fig. 1.4 Porcentaje de importe por tipo de servicio

1.4.3. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.

El Sistema de Distribución en la actualidad tiene una cobertura de electrificación del 97.7 % en las áreas urbanas y un 96.8 % en las zonas rurales.

Está constituido en su totalidad por redes aéreas compuestas por conductor de aluminio y estructuras de hormigón armado en un alto porcentaje. El calibre de conductor utilizado varía desde el N°4 AWG hasta el N°266 AWG, siendo en su gran mayoría del tipo ACSR.

El Sistema de Distribución comprende: Los circuitos primarios, los cuales son alimentados desde las subestaciones de Distribución a un nivel de 13.8 KV. y son radiales en su totalidad; los circuitos secundarios, los mismos que se inician en los transformadores de Distribución a un nivel de tensión de 240/120 V. monofásica.

A estos elementos de la red hay que adicionarles las luminarias, las acometidas y los medidores; que en su conjunto, sirven para entregar el servicio de energía eléctrica a los usuarios ubicados en el área de concesión de CNEL S.A. Regional El Oro.

1.4.4 ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE DEMANDA

Determinar los índices de crecimiento, rural y urbano de las Obras de Distribución en la provincia de El Oro y lugares de concesión en donde CNEL S.A. Regional El Oro distribuye la energía eléctrica; los cuales se relacionan con el crecimiento de la demanda y, concomitante a ello determinar los costos de inversión necesarios para implementar el plan de obras en el Sistema de Distribución.

1.4.5. INFORMACION QUE SE UTILIZA

Para establecer Planes de Obras de Distribución se toma como referencia la información proporcionada por la Superintendencia de Distribución, Superintendencia de Ing. y Construcciones, Presupuesto y departamento de Planificación. La Superintendencia de Distribución proporciona datos acerca del mejoramiento del sistema (Cambio de herrajes, conductores, postes, transformadores, luminarias y pequeñas ampliaciones). La Superintendencia de Ing. y Construcciones colabora con la entrega de datos acerca de construcción de nuevas obras y ampliación de alimentadores primarios a 13.8/7.96 KV. (Trifásicos, bifásicos y monofásicos); redes de distribución (120 – 240 V) y alumbrado público. El crecimiento de la demanda por subestaciones es proporcionado por la Dirección de Planificación. Esta a su vez se compone de las Superintendencias de estudios Técnicos y Estudios

Económicos, la cual forman una nueva unidad de trabajo denominada “Unidad SIG” que en futuro pasará a depender directamente de la Gerencia. La Unidad SIG, se encarga de realizar los inventarios de las redes de distribución hasta el usuario final, procesa esta información en Bases de datos geográficas y relaciona la información de los usuarios con bases de datos comercial, donde se guarda toda la información de los mismos..

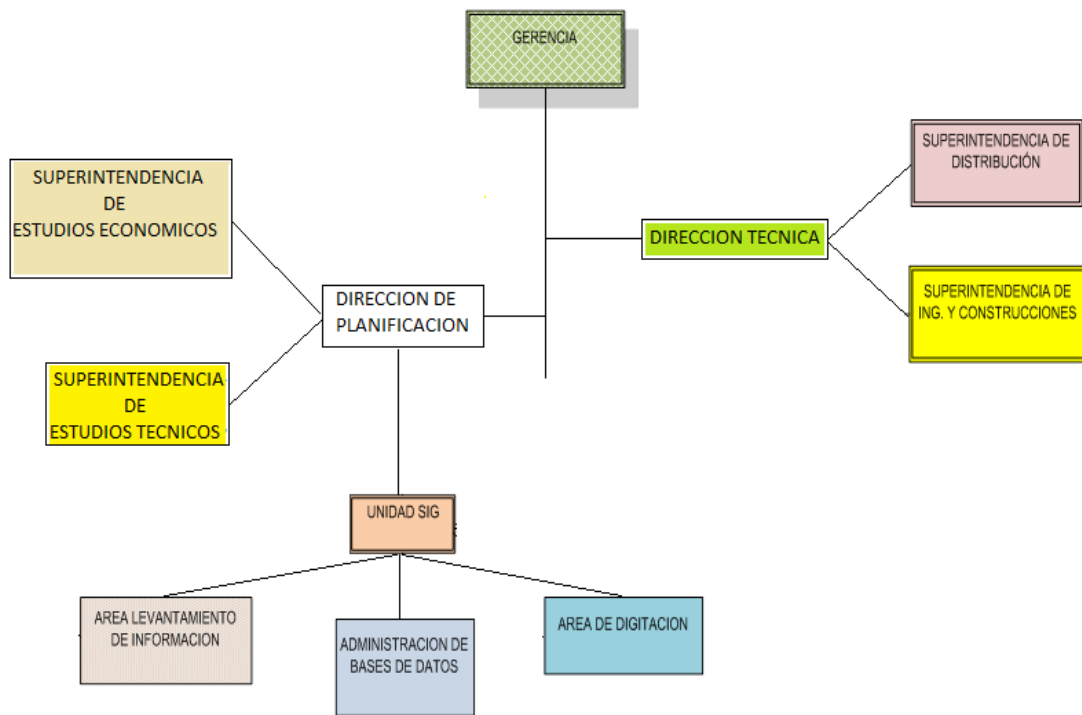


Fig. 1.5 Organización y flujo de la información para análisis de la demanda

1.4.6 ESTUDIOS DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA

1.4.6.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA MÁXIMA

Para el manejo de la demanda y con el fin de que ésta refleje de la mejor manera el volumen de obras necesarias que satisfagan los requerimientos futuros, se definieron dos conceptos: Crecimiento vertical de la demanda y Crecimiento horizontal de la demanda, las cuales luego de sumadas resulta la Demanda Máxima Total.

- Demanda Vertical.- Carga existente que aumenta de valor debido a una mayor utilización de la energía y que está relacionada directamente con el aumento del confort. Se añade a esta situación el crecimiento vertical de la población; es decir al mejor uso del suelo para vivienda.
- Demanda Horizontal.- Carga nueva incorporada al Sistema debido a la ampliación de la cobertura del servicio y a la integración de nuevas unidades de negocio.
- Demanda Total.- Se la define como la suma de las demandas vertical y horizontal.

Para la determinación de las demandas vertical y horizontal se hizo una amplia investigación de la información disponible de obras construidas a fin de establecer índices que relacionen el crecimiento de la demanda vertical y

horizontal, índices que servirán luego para cuantificar el volumen de obras que se requieren a lo largo del período de estudio. Por falta de datos más precisos solamente se recaba los datos por cantón y no por alimentador. La cantidad total por año nos da el incremento de la demanda, es decir, el porcentaje de crecimiento del área de concesión de la empresa. Todas las proyecciones de este estudio fueron realizadas con la fórmula de la Tendencia del programa Microsoft Excel. Análisis S/E Machala.

PORYECCION DE LA DEMANDA 2010 - 2020														
Nombre		Demanda Maxima			No.	PESO			2010			2011		
S/E	Alimentador	MW	MVAR	MVA	MW	MVAR	MVA	MW	MVAR	MVA	MW	MVAR	MVA	
Machala	MADERO VARGAS	5,4887	1,5048	5,6912	36,41%	36,41%	36,41%	4,6393	1,0043	4,7468	4,2337	0,8930	4,3269	
Machala	UNIORO	1,8888	0,5178	1,9585	12,53%	12,53%	12,53%	1,5965	0,3456	1,6334	1,4569	0,3073	1,4890	
Machala	EXPRESO 2	1,7804	0,4881	1,8461	11,81%	11,81%	11,81%	1,5049	0,3258	1,5397	1,3733	0,2897	1,4035	
Machala	EMPRORO	3,6501	1,0007	3,7848	24,21%	24,21%	24,21%	3,0852	0,6679	3,1567	2,8155	0,5938	2,8775	
Machala	EL CONDADO	2,2686	0,6220	2,3523	15,05%	15,05%	15,05%	1,9175	0,4151	1,9619	1,7499	0,3691	1,7884	
		15,0765	4,1334	15,6329	100,00%	100,00%	100,00%	12,7434	2,7586	13,0385	11,6294	2,4528	11,8852	

Tabla 1.1 Proyección de la demanda para 20 años de la S/E Machala

Esta fórmula devuelve valores que resultan de una tendencia lineal. Ajusta una recta (calculada con el método de los mínimos cuadrados) a los valores de las matrices definidas por los datos conocidos y da como resultado a lo largo de esa recta, los valores correspondientes a los datos que se desean conocer.

La división en demanda vertical y horizontal se justifica en el hecho de que es necesario conocer cómo crece el sistema, y de esta manera precisar cuál debe ser el equipamiento de las redes de media y baja tensión.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 LA DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA

La demanda de una instalación o sistema de distribución es la carga en las terminales receptoras tomadas en un valor medio en determinado intervalo, con esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente.

La carga puede ser instantánea, como cargas de soldadoras o corrientes de arranque de motores. Sin embargo los aparatos pueden tener una constante térmica en un tiempo determinado, de tal manera que los intervalos de demanda pueden ser de 15, 30, 60 o más minutos, dependiendo del equipo de que se trate, se puede afirmar entonces que al definir una demanda es requisito indispensable indicar el intervalo de demanda ya que sin esto el valor que se establezca no tendrá ningún sentido práctico.

Por ejemplo, si se requiere establecer el valor de demanda en amperes para la selección o ajuste de fusibles o interruptores se deben utilizar valores instantáneos de corriente de demanda, sin embargo, esta situación no se

presenta en la mayoría de los equipos eléctricos, ya que su diseño en cuanto a capacidad de carga se basa en la elevación de temperatura que pueden alcanzar dentro de los márgenes de seguridad, y este cambio de temperatura no es instantáneo ni depende simplemente de la carga que se aplique sino también del tiempo.

Como ejemplos de lo anterior se pueden mencionar los cables y transformadores, que tienen una constante de tiempo térmico digno de tenerse en cuenta y por lo tanto poseen una capacidad de almacenamiento térmico y de sobrecarga considerable, por lo que las cargas varían entre picos comparativamente agudos y valles profundos.

Si la carga consiste principalmente de un motor de inducción el valor instantáneo de la corriente de arranque será cinco veces la corriente normal de plena carga y probablemente muchas veces mayor que la corriente que por lo regular tome el transformador que lo alimente: sin embargo, se sabe que durará un intervalo muy pequeño, usualmente menor que un segundo.

Dado que la capacidad de carga de un transformador se basa en la elevación de temperatura con carga continua, y esta última está determinada por energía calorífica que se puede medir en watt-hora o kilowatt-hora, los valores altos de corriente de corta duración no producirán elevaciones de temperatura considerables y consecuentemente será antieconómico determinar la

capacidad del transformador que se requiere debido a estas altas corrientes de corta duración.

Como ya se mencionó los intervalos en los que usualmente se mide la demanda son de 15, 30 o 60 minutos, siendo los intervalos de 15 o 30 minutos los que se aplican por lo general para la facturación o determinación de capacidad de equipo.

La demanda promedio en cualquier período es igual al número de kilowatt-hora consumidos, divididos entre el número de horas en el período considerado.

2.2 LA DEMANDA MÁXIMA.

Las cargas eléctricas por lo general se miden en amperes, kilowatts o kilovolt-amperes; para que un sistema de distribución o parte de éste se planee eficientemente se debe conocer la "Demanda Máxima" del mismo.

Como ya se ha mencionado, en general las cargas eléctricas rara vez son constantes durante un tiempo apreciable, o sea que fluctúan de manera continua, en una curva de carga de 24 horas de un transformador de distribución, la carga varía entre un máximo a las 19:30 horas y un mínimo a las 3:30 horas, aunque los valores cambien, este tipo de curva se repetirá

constantemente, así se presentarán variaciones similares de máximo y mínimo en todas las partes del sistema de distribución, el valor más elevado se denomina pico o demanda máxima. El valor de la demanda anual es el más utilizado para la planeación de la expansión del sistema de distribución, el término de demanda a menudo se usa en el sentido de máxima demanda para el período de se especifique, por supuesto es necesaria la determinación exacta de la máxima demanda de una carga individual cuando en la facturación del cliente se incluye el valor que tome la demanda máxima.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto en el sistema de distribución es también de gran importancia, dado que la demanda máxima del grupo determinará la capacidad que requiera el mismo sistema, de igual modo, la demanda máxima combinada de un grupo pequeño de consumidores determinará la capacidad del transformador que se requiere; así las cargas que alimenta un grupo de transformadores dan por resultado una demanda máxima, la cual determina el calibre del conductor y la capacidad del interruptor o del regulador que formen parte de un alimentador primario.

La máxima demanda combinada de un grupo de alimentadores primarios determinará la capacidad de la subestación hasta llegar a determinar en forma consecuente la capacidad de generación necesaria para todo el sistema eléctrico de potencia.

Como se puede observar, en todos los casos la determinación de la demanda máxima es de vital importancia, y si no se pueden obtener medidas precisas de la demanda es necesario estimar su valor de la mejor manera posible para utilizar estos datos correctamente en el proceso de la planeación del sistema de distribución.

2.3 LA CARGA CONECTADA.

La "Carga Conectada", es la suma de los valores nominales de todas las cargas del consumidor que tienen posibilidad de estar en servicio al mismo tiempo para producir una demanda máxima.

La carga conectada se puede referir tanto a una parte como al total del sistema de distribución y se puede expresar en watts, kilowatts, amperes, caballos de potencia, kilovolt-amperes, etc., dependiendo de las necesidades o requerimientos para su estudio.

La carga conectada representa la demanda de carga máxima posible. Si por ejemplo un consumidor tiene una carga conectada trabajando simultáneamente, la cual consiste en:

20 Luminárias 100 watts.

30 Luminárias 250 watts.

1 motor 80 Cp

Carga total: 69.2 KW expresada en KVA, la carga conectada en KW se deberá convertir dividiendo su valor entre el factor de potencia del sistema, siendo el factor de potencia de 0.9, se tiene:

carga conectada = $69.2 \text{ kW} = 76.88 \text{ KVA}$

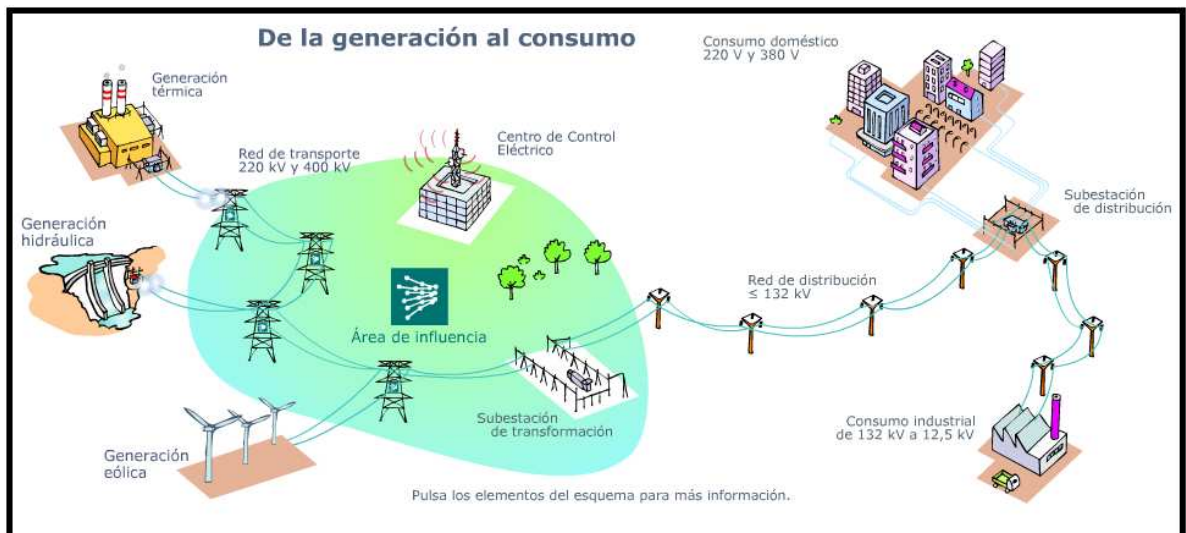


Fig.2.1 Carga conectada desde el origen al usuario final

2.4 FACTOR DE CARGA (0.9)

Es la relación entre la demanda promedio en un intervalo dado y la demanda máxima que se observa en el mismo intervalo; basándose en lo anterior se puede expresar el concepto en forma matemática:

$F_c = D_m = D_m \times D_d = \text{energía absorbida en el intervalo } D_d$

$D_m \times D_d = D_m \times D_d$

El pico de carga puede ser el máximo instantáneo o el máximo promedio en un intervalo (demanda máxima), en esta definición el pico de carga por lo regular se entiende como la mayor de todas las cargas promedio en un intervalo específico.

El promedio y las cargas máximas instantáneas se deben expresar en las mismas unidades para que el factor de carga sea adimensional, la definición del factor de carga debe ser específica en el establecimiento del intervalo de la demanda así como el período en que la demanda máxima y la carga promedio se apliquen.

Para una carga dada, excepto una en que el ciclo de carga este compuesto de ciclos idénticos, un período mayor dará un factor de carga más pequeño, dado que el consumo de energía se distribuye en un tiempo mayor, el factor de carga anual influido por las estaciones del año será considerablemente menor que el de un factor de carga diario o semanal, asimismo, el factor de carga semanal será menor que un factor de carga diario.

Por lo tanto, es importante observar que cuando se quieran comparar diversos factores de carga característicos esto se debe o puede hacer siempre y

cuando los intervalos sean idénticos. Una carga constante durante un período tendrá un factor de carga de 1.0 debido a que la carga promedio y el pico de carga son iguales, por lo general el factor de carga es mucho menor.

El factor de carga indica básicamente el grado en que el pico de carga se sostiene durante un período. Ciclos de carga de varias formas y diferentes picos de carga pueden tener factores de carga iguales, siendo el único requisito cuando la relación de los respectivos promedios a los picos de carga sean iguales.

En cuanto a los problemas concernientes de los sistemas de distribución, el factor de carga por sí solo no es usualmente tan importante como la curva de carga de la cual se deriva, la curva muestra las fluctuaciones de la carga de hora a hora o de día a día a través del período que se considere.

El factor de carga es un índice de la eficiencia del sistema o parte del sistema de distribución, siendo el 100% de factor de carga o el pico de carga constante de las 24 horas por día el máximo posible.

CNEL S.A. - REGIONAL EL ORO			
CARACTERISTICAS Y PARAMETROS			
SUBESTACION	: Total	FECHA CURVA	: 23-10-2011 17:43
CÓDIGO	: TOTAL S/E	FECHA COINCIDENCIA	: 2010-abr-14 19:40:00
DEMANDA MAXIMA	: 108.863 [Kw]	FACTOR DE CARGA	: 0,80 [PU]
DEMANDA MINIMA	: 66.638 [Kw]	FACTOR PERDIDAS	: 0,67 [PU]
DEM.MAX.COINCID Total S/E	: 108.669 [Kw]	FACTOR DEMANDA	: 0,37 [PU]
ENERGIA DIARIA	: 2.080.479 [KWH]	FACTOR COINCIDENCIA	: 1,00 [PU]
CARGA INSTALADA	: 293.497,0 [KVA]		

Fig. 2.2. Características y parámetros de la demanda

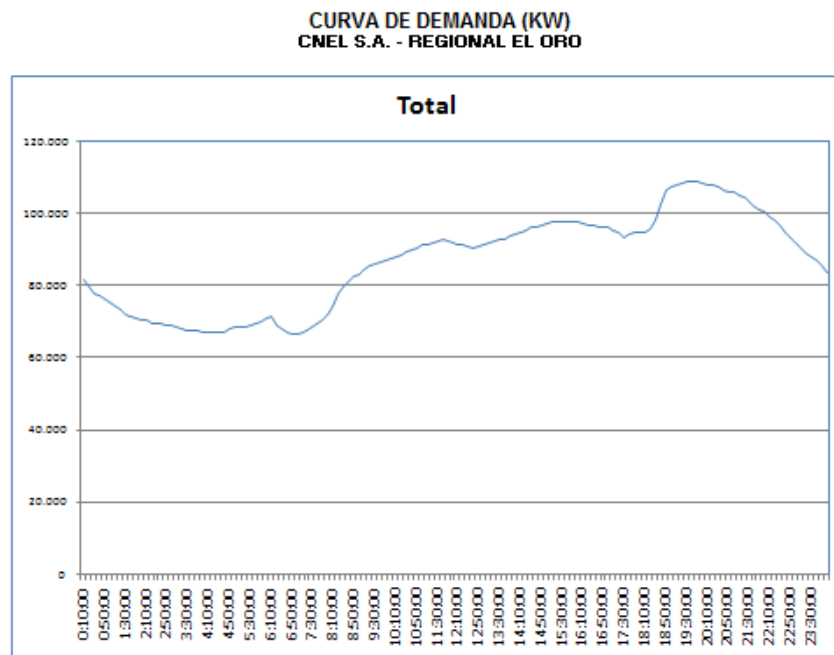


Fig. 2.3 Curva de carga definida por sus parámetros

2.5 FACTOR DE DEMANDA

El factor de demanda en un intervalo (d) de un sistema de distribución o de una carga, es la relación entre su demanda máxima en el intervalo considerado y la carga total instalada. Obviamente el factor de demanda es un número adimensional; por tanto la demanda máxima y la carga instalada se deberán considerar en las mismas unidades, el factor de demanda generalmente es menor que 1 y será unitario cuando durante el intervalo (d) de todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales.

Por lo tanto, el factor de demanda se expresa:

$$F_d = \frac{D_{ms}}{P_{ins}}$$

Donde:

F_d = Factor de demanda del sistema de distribución.

D_{ms} = Demanda máxima del sistema de distribución
en un intervalo (d).

P_{ins} = Carga total instalada en el sistema de distribución.

A continuación se enlistan los factores de demanda reales de servicios industriales, comerciales y residenciales más comunes que se deben utilizar para el diseño de sistemas de distribución.

Tabla 2.1 Cargas de servicios habitacionales

CARGAS DE SERVICIOS HABITACIONALES:	
TIPOS DE SERVICIOS FACTOR DE DEMANDA.	PORCENTAJE
* Asilos y casas de salud.	45%
* Asociaciones civiles.	40%
* Casas de huéspedes.	45%
* Servicio de edificio residencial.	40%
* Estacionamiento o pensiones.	40%
* Hospicios y casas de cuna.	40%
* Iglesias y templos.	45%
* Servicio residencial sin aire acondicionado	40%
* Servicio residencial con aire acondicionado	55%

Tabla 2.2 Cargas de servicios habitacionales

TIPOS DE SERVICIOS FACTOR DE DEMANDA.	
* Panaderías.	40%
* Peluquerías, salas de belleza.	40%
* Restaurantes.	60%
* Teatros y cines.	50%
* Zapaterías.	60%

Tabla 2.3 Equipos de fuerza

EQUIPOS DE FUERZA:	
TIPOS DE SERVICIOS FACTOR DE DEMANDA.	
* Hornos de acero de inducción.	100%
* Soldadoras de arco y resistencia.	60%
* Motores para: bombas, compresores ,elevadores , máquinas, herramientas, ventiladores.	60%
* Motores para: operaciones semi continuas en fábricas y plantas de proceso.	70%
* Motores para: operaciones continuas tales como fábricas textiles.	80%

Tabla 2.4 Cargas comerciales

CARGAS COMERCIALES:	
TIPOS DE SERVICIOS FACTOR DE DEMANDA.	PORCENTAJE
* Tiendas y abarrotes.	65%
* Agencias de publicidad.	40%
* Alfombras y tapetes.	65%
* Almacenes de ropa y bonetería	65%
* Artículos fotográficos.	55%
* Bancos.	50%
* Baños públicos.	50%
* Boticas, farmacias y droguerías.	50%
* Cafeterías.	55%
* Camiserías.	65%
* Centros comerciales, tiendas de descuento.	65%
* Colegios.	40%
* Dependencias de gobierno.	50%
* Embajadas, consulados.	40%
* Gasolineras.	45%
* Imprentas.	50%
* Jugueterías.	55%
* Papelerías.	50%
* Mercados y bodegas.	50%
* Molinos de nixtamal.	70%

2.6 FACTOR DE COINCIDENCIA

El factor de coincidencia nunca es mayor que la unidad. El factor de coincidencia puede considerarse como el porcentaje promedio de la demanda máxima individual de un grupo que es coincidente en el momento de la demanda máxima del grupo.

El factor de coincidencia se afecta por el número de cargas individuales, el factor de carga, las costumbres de vida de la zona, etc. El factor de coincidencia decrece rápidamente en un principio y con más lentitud a medida que el número de consumidores se incrementa.

La diversidad entre las cargas individuales o grupos separados tiende a incrementarse si las características de la carga difieren, de tal manera que si un grupo de cargas individuales tienen normalmente su demanda máxima por la tarde (como las cargas residenciales) y se combina con un grupo formado por cargas individuales que normalmente tienen sus demandas máximas en la mañana (como en pequeñas o medianas industrias), el factor de diversidad será mayor que si todas las cargas tuvieran su máxima demanda en la tarde o todos sus máximos en las mañanas.

2.7 LA CARGA PICO

Un aspecto importante de la carga eléctrica es que los consumidores no demandan de manera simultánea su máxima necesidad de energía; en un instante sólo una fracción del total de los artefactos y equipos conectados a la red, están demandando energía.

Por esta razón, la carga pico del sistema ocurre cuando la combinación de las demandas individuales llega a su máximo. En ese instante puede suceder que algunos usuarios sólo estén consumiendo parte de su pico de demanda.

La relación de la carga pico del sistema y la suma de cargas pico individuales es conocida como factor de coincidencia (C_s) Para la mayoría de los sistemas de suministro $C_s=[0.3 - 0.7]$.

La carga pico de cualquier infraestructura del sistema (sub-estaciones, alimentadores, etc.), ocurre cuando la suma de las demandas de todos los consumidores que sirve, está al máximo. Este pico puede no ocurrir al mismo instante que en el sistema, o que los picos de cualquier otra infraestructura. Por esta razón la suma de las cargas pico de todos los alimentadores excede en mucho la carga total del sistema.

2.8 LA PREDICCIÓN DE LA DEMANDA.

La predicción de la demanda es una actividad esencial de los que suministran electricidad. Sin una adecuada representación de las necesidades futuras de suministro de energía eléctrica, los problemas de exceso de capacidad, o por el contrario de capacidad insuficiente, pueden tener costos relativamente altos. La correcta predicción de la demanda también desempeña un importante

papel en las decisiones de una empresa distribuidora respecto a qué cantidad, y en qué época, será conveniente comprar o vender energía eléctrica a otras empresas del sector.

2.9 FACTORES INFLUYENTES EN LA PREDICCIÓN DE LA DEMANDA.

La demanda de energía eléctrica está sujeta a alteraciones debido a un gran número de factores. El consumo de electricidad varía de acuerdo con la estación del año y la hora del día. Con la estación del año entendemos que en la costa se consume más electricidad durante el invierno, el cual la temperatura es muy elevada no así que en el verano es frío, Los factores climáticos en las zonas al nivel del mar obligan al empleo del aire acondicionado en los hogares generalmente.

El consumo de energía eléctrica también varía según el día de la semana considerado, ya que la demanda suele ser mayor durante los días laborables que durante los fines de semana o los días festivos. Otros factores importantes en la demanda de energía eléctrica también pueden depender del sector considerado. Así, en el sector residencial se pueden considerar factores relevantes el número de consumidores, el precio de los electrodomésticos, el comercio en el mercado del aire acondicionado, el número de personas por vivienda y los grados diarios de refrigeración.

Por otro lado puede variar la demanda doméstica o residencial de electricidad según la hora del día, ya que se suele consumir más electricidad durante las primeras horas del día antes de iniciar la jornada laboral, declinando posteriormente el consumo eléctrico doméstico durante el desarrollo de la misma y volviendo a aumentar dicho consumo cuando tiene lugar el regreso al hogar al finalizar la jornada laboral.

2.10 MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA

Un sistema de predicción de la demanda de energía eléctrica debe ser eficiente, fuerte y computable. Al realizar un modelo para la demanda también denominada carga de electricidad deben considerarse las cuestiones a las que tales modelos han de responder. En este caso, el periodo de la predicción está relacionado con los problemas a los que se enfrenta una distribuidora eléctrica.

Básicamente se pueden considerar tres periodos de tiempo para la predicción de la demanda de energía eléctrica:

2.10.1 A CORTO PLAZO.-

Este período de tiempo se suele subdividir en a muy corto plazo y el corto plazo. Se suele considerar que el primero de tales períodos abarca los

próximos 30 minutos en tiempo real a partir del momento en que se efectúa la predicción de la demanda.

El principal objetivo a cubrir en este periodo de tiempo es la distribución, de la forma más económica posible. Realmente se trata de realizar el seguimiento de la carga y de la predicción inmediata de ésta basándose en los datos de la demanda durante las pasadas 24 horas.

El corto plazo se extiende desde una hora hasta una semana en el futuro, prevalece el periodo del mantenimiento previamente establecido y de la operación diaria de su distribución. Los datos en los que se basa la predicción en este período son la carga diaria y la información de la temperatura en la misma época de los años recientes del pasado.

La predicción de la hora pico diaria suele tener lugar también para la próxima semana. En este panorama de corto plazo es importante, tanto una predicción lo más exacta posible de la demanda para determinar qué subestación debemos re-potenciar.

2.10.2 A MEDIANO PLAZO.-

La predicción se extiende desde un mes hasta un año a partir del momento en que se efectúa el pronóstico. Esta predicción se utiliza, generalmente, para

establecer el periodo de mantenimiento de las subestaciones y del sistema de alimentación primaria.

Los datos necesarios para realizar esta predicción son los mensuales de horas pico a lo largo de varios años, así como la energía demandada y la temperatura registrada en ellos. Se tienen en cuenta los indicadores socioeconómicos y los picos de carga.

La energía demandada mensualmente se predice en el periodo de un año. En este período se determinan los problemas para cubrir una estructura de la demanda cualitativa y cuantitativa potencialmente cambiante que han de satisfacer con una capacidad generadora que es esencialmente fija o determinada.

2.10.3 A LARGO PLAZO.-

Este período de predicción abarca desde uno a diez años en el futuro. Puesto que el tiempo necesario para planificar, construir, probar y poner en funcionamiento nueva capacidad distribuidora puede oscilar entre tres y diez años, un modelo econométrico puede resultar muy adecuado en este horizonte temporal de largo plazo y, cuanto más exactas sean sus predicciones, mayor es la probabilidad de satisfacer los picos de carga y mejorar el factor de carga.

Este tipo de predicción de largo plazo se necesita, generalmente, para la planificación del sistema de re-potenciación de las subestaciones y del sistema de sub-transmisión ya que una modelización y predicción adecuadas a largo plazo de la demanda puede anticipar la capacidad de generación óptima y la combinación o mezcla de potencia generadora más conveniente con que debe contar posiblemente mediante nuevas adquisiciones el parque potencial de las subestaciones.

Los datos para la elaboración de la demanda a largo plazo suelen ser, además de los mencionados anteriormente anuales, el precio de la electricidad, el de los productos sustitutivos y la evolución demográfica, así como la de los indicadores económicos más relevantes.

2.11 DEMANDA DE ELETRICIDAD POR MICRO-ÁREAS

La demanda eléctrica por micro-áreas, mantiene una tendencia ascendente, con un desarrollo inicial lento, que adquiere mayor rapidez cuando la promoción del sector está en plenitud y finalmente entra en una etapa de saturación hacia el final de su evolución.

No puede ser desconocido, el desarrollo vertical, que representa un incremento de densidad de carga, de zonas aledañas a los centros de actividad económica de las urbes, en los que, un sector que se saturó como

residencial puede iniciar una nueva etapa como la descrita anteriormente, sustituyendo casas unifamiliares por edificios de múltiples propósitos y varios pisos.

Para cada micro-área se establecerá su tendencia de desarrollo en función de la utilidad del suelo prevista, con los datos históricos y actuales se determinará la etapa de desarrollo en que se encuentra hoy día, para que así quede definida la demanda que se esperaría para los próximos años.

Cuando el análisis de carga se hace en forma espacial, se divide el área de servicio del sistema en un número determinado de micro-áreas.

En algunos casos, las micro-áreas que se utilizan para el análisis geográfico son irregulares en delimitación y tamaño, en correspondencia con las áreas de servicio que se asignan a componentes particulares del sistema de suministro eléctrico, tales como: subestaciones o alimentadores.

Es aplicable también el factor de coincidencia de la forma descrita anteriormente; su aplicación está dada en los siguientes términos: Es ignorado; el valor de demanda de una micro-área y es el mejor dato disponible sobre el pico de carga anual en esa área. Ignorar el factor de coincidencia no es riesgoso, siempre que el tamaño de micro-área, sean lo suficientemente

grande para que típicamente contenga varios cientos de consumidores, entonces la demanda pico de dicha micro-área será parte del pico del sistema.

Una resolución espacial de alta calidad hace más significativos los efectos de la coincidencia, Por ejemplo, celdas de 4 hectáreas generalmente contienen de 10 a 20 consumidores. Sin embargo, la estimación de la demanda pico en una micro-área no es tan importante como su dimensión espacial para el sistema.

Cuando agregamos cargas sobre la base de una micro-área, puede ser agregado un factor de coincidencia cualquiera para estimar la demanda de un área arbitraria.

Si el único propósito de la planificación es prever la necesidad de grandes equipos (para más de 500 consumidores), este procedimiento queda justificado por la forma plana que para tales magnitudes tiene la curva de coincidencia.

2.12 DEFINICION DE TÉCNICAS

La mayoría de las técnicas modernas utilizan una rejilla o red de micro-áreas llamadas celdas, y señaladas por la ubicación donde frecuentemente la

dimensión de la celda queda definida por la resolución espacial del mapa base disponible en la distribuidora eléctrica.

Se deberá mantener en cuenta que la previsión de demanda de todas maneras, sigue siendo una suerte de adivinanza, que por más estudiada y educada que ésta sea, mantiene una incertidumbre que, tranquilamente, la mantendrá en un margen de + 10% de la realidad.

Con esto se quiere aclarar que a lo largo de una planificación debe mantenerse presente la posibilidad de la necesidad futura de adelantar o retrasar obras previstas para cierta época específica, lo cual será determinado con suficiente anticipación, siempre y cuando, se mantenga un seguimiento continuo de la evolución real de la demanda.

2.13 CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA MICRO-ÁREA

El crecimiento de la demanda en un sistema de distribución se debe a dos procesos simultáneos;

1. El Incremento en el número de consumidores dentro del área de servicio de la Distribuidora de electricidad.
2. El Incremento en el consumo de energía promedio por consumidor

El primero se debe a la migración dentro de un área (crecimiento poblacional), o la electrificación de zonas que inicialmente no lo estaban, y es la fuerza determinante del crecimiento en la carga de la mayoría de los sistemas de distribución. Este crecimiento difunde cargas eléctricas en áreas que inicialmente no tenían demanda celdas “vacantes” desde el punto de vista eléctrico.

Los cambios en los hábitos de consumo ocurren simultáneamente, pero en forma independiente de la variación en el número de consumidores.

A continuación presenta un camino para examinar el crecimiento espacial de la carga. Cuando el patrón de análisis es el sistema, el crecimiento exhibe una tendencia uniforme o continua. Leves variaciones son causadas por el clima y otros factores menores que cambian de un año al siguiente. La mayor parte del crecimiento de la demanda en la micro-área ocurre en sólo pocos años, durante los cuales la carga crece desde cerca de cero hasta el valor final de carga pico, en saturación (estos niveles de saturación varían considerablemente entre una micro-área y otra).

La tendencia uniforme y constante del sistema completo, se debe a que éste es la suma de micro-áreas cuyas explosiones de crecimiento ocurren en tiempos diferentes.

2.14 USO DE SUELOS

La zonificación de un territorio es el resultado de la aplicación de una metodología para delimitar un espacio con ciertos atributos particulares, conformando unidades homogéneas, a partir de la aplicación de criterios como, por ejemplo, la funcionalidad o aptitud. En las ciudades grandes de Ecuador se ha realizado la zonificación urbana con la finalidad de organizar la vigilancia y poder desarrollar obras públicas adecuadas a las necesidades de cada sector urbano.

El análisis del uso de suelos sobre una base espacial se ha desarrollado dentro de un campo establecido por estudios socioeconómicos. Tres son las nociones básicas:

- 1) El concepto y balance de las causas básicas de crecimiento.
- 2) El modelo de gravedad de influencia.
- 3) Disponibilidad del crecimiento en la micro-área.

El primer concepto debe ser interpretado estimando algunas reglas básicas que “equilibran” el crecimiento antes mencionado para cualquier ciudad, pueblo o región:

- a) La región debe disponer de suficiente espacio y servicio para albergar y sostener a una población en crecimiento.

- b) Un área comercial o de mercado para distribuir alimentos y otros artículos

- c) El área de terreno, la actividad y carga eléctrica de industrias que proveen a la economía de empleos de la misma área.

- d) Las necesidades deben ser compensadas proporcionalmente. El espacio residencial de la ciudad necesita un sector comercial suficientemente grande para abastecimiento de: alimentos, vestido, entretenimiento y sostén. Por tanto cualquier ciudad, pueblo o región, desplegará razonables y de algún modo predecibles porciones de uso de suelos que crecerán con una muy buena planificación.

Una predicción espacial de carga puede utilizar estos tres conceptos de balance, influencia de gravedad y disponibilidad para perfeccionar estimaciones de probabilidad de desarrollo de la clase de uso de suelo en el futuro sobre la base de una micro-área.

En algunos casos, los modelos de crecimiento espacial de la carga han aplicado estos tres conceptos, con modelos urbanos diseñados para el

transporte y la planificación de la ciudad, la mayoría de los cuales predicen el crecimiento del uso de suelos sobre la base de un área censada.

Relacionar la información del área de censo de tales modelos con las celdas de una red uniforme o, a las irregulares áreas de influencia de una infraestructura, viene a ser extremadamente complicado en sí mismo.

2.15 LOS SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

2.15.1 DEFINICION

Un SIG es una herramienta que permite controlar y administrar el sistema de distribución en todo su conjunto en espacio y tiempo en forma real, con información actualizada y precisa.

Se compone de un conjunto de elementos de hardware, software y de procedimientos diseñados para adquirir, administrar, manipular, modelar y visualizar datos referenciados en el espacio para resolver problemas de planificación y gestión. Desde otro punto de vista, se trata de una extensión del concepto de base de datos: un SIG es una base de datos computarizada que contiene información espacial.

En un SIG se almacena información cartográfica y alfanumérica; con la

información cartográfica es posible conocer la localización exacta de cada elemento en el espacio y con respecto a otros elementos. Con la alfanumérica, se obtienen datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico.

2.15.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SIG

En un SIG se pueden notar las los pro y contras de su servicio en cualquier campo de utilización:

Tabla 2.5 Ventajas y desventajas de un SIG

DESVENTAJAS	VENTAJAS
Los datos geo-espaciales están deficientemente mantenidos	Los datos geo-espaciales están mejor mantenidos, y en un formato estándar
Los mapas y las estadísticas están desactualizados	La revisión y la actualización son más fáciles de realizar
Los datos y la información son inexactos	Los datos geo-espaciales y la información son más sencillos de buscar, analizar y representan productos con mayor valor agregado
No hay estándar	Los datos geo-espaciales pueden ser compartidos e intercambiados libremente
Los datos geo-espaciales son inconsistentes	La productividad del personal mejora y éste es más eficiente
No hay servicio de recuperación de datos	Se ahorra tiempo y dinero
No se comparten los datos	Pueden tomarse mejores decisiones

2.15.3 FUENTES DE DATOS

Dado que la adquisición o la entrada de datos geo-espaciales en formato digital son lo más caro (aproximadamente 80% del costo total del proyecto SIG) y los procedimientos en SIG consumen tiempo de máquina, las fuentes para la adquisición de datos deben ser seleccionadas cuidadosamente para propósitos específicos. Las siguientes fuentes de datos son extensamente utilizadas.

2.15.3.1 MAPAS ANALÓGICOS.

Los mapas topográficos con líneas de contorno y otras características de terreno y los mapas temáticos referidos a clases de objetos definidas son digitalizados manualmente por digitalizadores o semi-automáticamente por escáneres. Los problemas de los mapas analógicos son la falta de disponibilidad, antigüedad, inconsistencia en el tiempo de producción del mapa, inexactitud, etc.

2.15.3.2 FOTOGRAFÍAS AÉREAS.

La fotogrametría analítica o digital es bastante cara pero es el mejor método para la actualización.

2.15.3.3 IMÁGENES SATELITALES.

Las imágenes o datos satelitales están disponibles para clasificación de uso del suelo, Modelo de Elevación Digital (MED), actualización de la red de autopistas, etc. Pero la escala de mapa de la imagen debe estar alrededor de 1:50.000 a 1:100.000.

Las imágenes satelitales de alta resolución con resoluciones terrestres de 1-3 metros producirán topo mapas en el futuro cercano (1:25.000 y mejores).

2.15.3.4 RELEVAMIENTO TERRESTRE CON GPS.

Las estaciones completas junto con GPS ("Global Positioning System" o Sistema de Posicionamiento Global) modernizarán el relevamiento terrestre.

Es muy exacto pero bastante caro para cubrir áreas extensas.

2.15.3.5 INFORMES Y PUBLICACIONES.

Los datos socio-económicos son normalmente listados en los informes de estadística y censo referidos a unidades de administración.

2.16 LOS SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA– CNEL S.A.

EL ORO

A medida que pasa el tiempo, la complejidad del ordenamiento social es cada vez mayor, la cual se nota con mayor agudeza en los centros urbanos, esto obliga a que nuestros sistemas se vuelvan muy dinámicos por lo que están constantemente presentando cambios, lo que conlleva a una mayor previsión para el suministro del servicio de electricidad.

La tecnología avanza en forma vertiginosa proporcionándonos medios adecuados para hacer frente a la creciente complejidad de la organización

social y responder con eficiencia a la problemática que se plantea día a día.

Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas de edición y análisis espacial, que permiten la actualización multiusuario de sus datos y la visualización y análisis de la información geo-referenciados.

2.16.1 TECNOLOGÍAS (SIG) – ARCGIS 9.3.1

Se aplica este software SIG por las referencias de otras distribuidoras, con el éxito en el procesamiento geográfico de sus datos. Ahora incorpora notables mejoras y novedades en tareas relacionadas con funciones de geo-

procesamiento, análisis y visualización 3D, así como novedades importantes para desarrolladores. Se ha realizado un gran esfuerzo en cuestiones de fiabilidad, aprovechamiento de recursos e interoperabilidad, resultando en mejoras de aspectos claves como rendimiento, funcionalidad, facilidad de manejo y versatilidad.

Con todo esto el sistema ArcGIS se consolida, una vez más, como una solución completa, robusta y de sencillo manejo, que da respuesta a cualquier usuario que requiera funcionalidad SIG y lógica de negocio allí donde sea necesario: desktop, servidor, cliente Web o dispositivo móvil.

La arquitectura de ArcGIS 9, junto con el modelo de datos de la base de datos geográfica, proporciona las piezas necesarias para la puesta en marcha de un Sistema de Información Geográfica completo y funcional a cualquier escala.

2.16.2 ARCEDITOR

Está diseñado para el mantenimiento avanzado de la información geográfica, incorpora toda la funcionalidad de ArcView, una serie de herramientas para la edición en modo multiusuario, trabajo con versiones, edición gráfica avanzada así como creación y mantenimiento de elementos calibrados.

ArcEditor, igual que el resto de los productos de ArcGIS Desktop, está

formado por tres aplicaciones base que permiten acceder a toda su funcionalidad.

- ✓ **ArcMap:** Permite la visualización, consulta, edición y análisis de la información.

- ✓ **ArcCatalog:** Constituye un avanzado explorador de datos geográficos y alfanuméricos, pensado para la visualización, administración y documentación de la información.

- ✓ **ArcToolbox:** Es la herramienta que permite la realización de conversiones entre formatos, cambios de proyección y ajuste espacial, además de la generación de redes geométricas y la creación y calibración de rutas

2.16.3 UN SIG INTEGRADO.-

Al integrar un SIG con los demás Sistemas Informáticos de la Empresa, ayuda en gran manera a la toma de decisiones y mejora la calidad de servicio en la mayoría de actividades. Algunos de los campos en los que un SIG se involucra en una Distribuidora son:

1. En campos de Planificación e Ingeniería: planificación y estabilidad operacional de las redes, compensación de reactivos, etc.
2. En los campos de Distribución: nuevos proyectos de redes, cambios en la red, despachos de grupos de Reclamos, coordinación de protecciones, sistemas SCADA, etc.
3. En los campos Comercial y de Servicio al cliente: control de pérdidas, atención al cliente, sistemas de Call-Center, incorporación de nuevas acometidas, generación de rutas de lectura, etc.
4. Otros campos como sistemas de comunicaciones, control ambiental, inventario de activos en operación, etc.
5. Al ser necesario controlar todas las maniobras y operaciones de la red y conocer el tiempo de interrupción hasta el cliente, se implementa la tecnología ArcFM para la administración de sus redes de distribución y un desarrollo específico para el control de las interrupciones de servicio eléctrico, ligado a través de una interfase con el sistema comercial, del cual se obtiene toda la información del cliente.

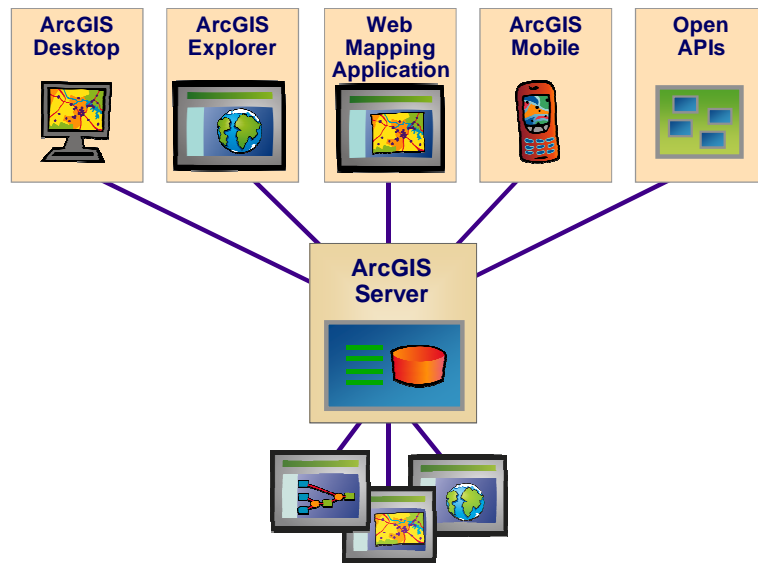


Fig. 2.4 Un SIG integrado con los demás Sistemas Informáticos.

2.16.4 LA TECNOLOGIA ARCFM.

Su utilización es netamente necesaria, controla todas las maniobras y operaciones de la red y ayuda a conocer el tiempo de interrupción hasta el cliente, para la administración de las redes de distribución y desarrollo específico para el control de las interrupciones de servicio eléctrico, se liga a través de una interface con el sistema comercial, del cual se obtiene toda la información del cliente.

Dispone de una serie de argumentos para su ejecución como:

- Provee una base completa para el manejo de los servicios públicos.
 - Modelo estándar de Datos.
 - Motor de Regla-Base (RBE).
 - Herramientas de edición & mantenimiento.
 - Arquitectura Abierta.
 - Construida sobre productos comerciales y completamente soportados.
- ArcFM hace que las Reglas de Diseño sean parte del software, y que no sean solamente de conocimiento del operador. Por Ejemplo: “No se puede conectar una línea fase “**A**” con un transformador fase “**B**”.
- Provee un modelo de datos para Sistemas Eléctricos, Agua potable, Alcantarillado, Telecomunicaciones, etc.
- Toda la interacción entre el usuario y los datos va a través de un Motor de Regla-Base (RBE), por lo que existe integridad en los mismos.

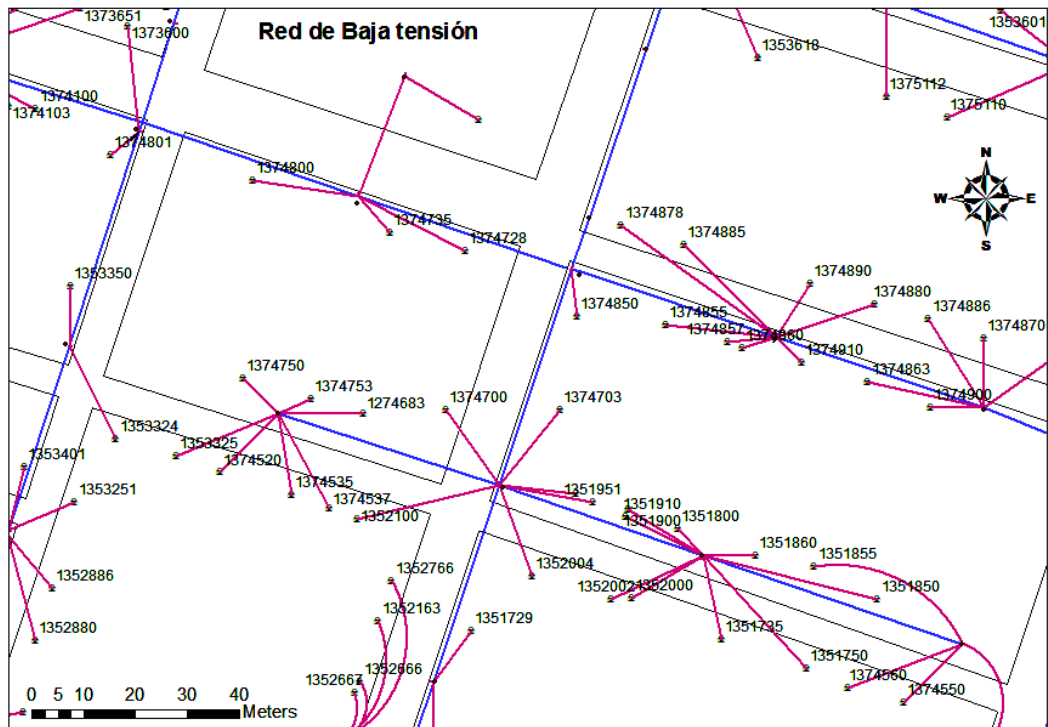


Fig. 2.5 Red de baja tensión hasta el usuario final, utilizando la herramienta “ArcFm 9.3” para ArcGis.

2.16.5 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Toda la información de la Red de Distribución Eléctrica, se organiza en una base de datos, la misma que a su vez está distribuida en varios niveles y con sus respectivas características graficas que permiten diferenciar claramente la información temática de acuerdo a los siguientes niveles:

Tabla 2.6 Contenido de información en la Geodatabase CNEL

Entidad	Nivel	Ancho	Estilo	Color
Subestación	2	0	0	0
Alimentador	4	0	0	0
Transformador	6	0	0	0
Etiqueta Transformador	7	0	0	0
Poste	8	0	0	3
Etiqueta Poste	9	0	0	0
Acometida	10	0	0	7
Etiqueta Acometida	11	0	0	0
Medidor	12	0	0	0
Etiqueta Medidor	13	0	0	0
Línea AT aérea	14	0	0	0
Calibre AT aérea	15	0	0	0
Línea AT subterránea	16	0	0	0
Sección AT subterránea	17	0	0	0
Línea MT aérea	18	0	0	0
Calibre MT aérea	19	0	0	0
Línea MT subterránea	20	0	0	0
Sección MT subterránea	21	0	0	0
Línea BT aérea	22	0	3	4
Calibre BT aérea	23	0	0	0
Línea BT subterránea	24	0	6	4
Sección BT subterránea	25	0	0	0
Luminaria	26	0	0	0
Etiqueta Luminaria	27	0	0	0
Poso de revisión	28	0	0	0
Control de Luminaria	36	0	0	0
Estructura AT	38	0	0	0
Estructura MT	40	0	0	0
Estructura BT	42	0	0	0
Seccionamiento	44	0	0	0
Etiqueta Seccionamiento	46	0	0	0

2.16.6 SIMBOLOGÍA UTILIZADA

Actualmente se dispone una simbología básica que se utiliza en cada una de las etapas del Sistema Eléctrico, la misma que está en conocimiento tanto del personal de la empresa como de los profesionales en el libre ejercicio, ya que su utilización es muy importante en cuanto a la incorporación de nuevas redes o mejoras que se realicen, así como para su mantenimiento y operación.

TRAFOS DE DISTRIBUCION AEREOS			SUBTERRANEOS (CAMARAS)		
SIMBL.	BLOQUE	DESCRIPCION			
	TDMA	MONOFASICO		TDMS	MONOFASICO
	TDBA	BIFASICO		TDBS	BIFASICO
	TDTA	TRIFASICO		TDTS	TRIFASICO
LUMINARIAS			A NIVEL (CABINAS)		
	LUMC	LUMINARIA CERRADA		TDMC	MONOFASICA
	LUMA	LUMINARIA ABIERTA		TDBC	BIFASICA
				TDTC	TRIFASICA
PUESTO SECCIONADOR			TENSOR		
	SCU	SECCIONADOR CUCHILLA		TTBT	TENSOR TIERRA BAJA TENSION
	SCA	SECCIONADOR CUCHILLA CON CAMARA APAGA CHISPA		TTMT	TENSOR TIERRA MEDIATENSION
	SCT	SECCIONADOR CUCHILLA TRIPOLAR ACCIONADO PALANCA		TTD	TENSOR DOBLE MEDIA Y BAJA TENSION
PUESTO SECCIONADOR FUSIBLE				TFBT	TENSOR FAROL BAJA TENSION
	SF	SECCIONADOR FUSIBLE		TFMT	TENSOR FAROL MEDIA TENSION
	SFA	SECCIONADOR FUSIBLE CAMARA APAGA CHISPA		TFD	TENSOR FAROL DOBLE MEDIA Y BAJA TENSION
	SFUT	SECCIONADOR FUSIBLE UNIDAD DE TRANSFORMACION		TPBT	TENSOR POSTE A POSTE BT
	PPBT	PUESTO DE PROTECCION BAJA TENSION		TPMT	TENSOR POSTE A POSTE MT
				TEBT	TENSOR EMPUJE BAJA TENSION
				TEMT	TENSOR EMPUJE MEDIA TENSION

Fig. 2.6 Simbología utilizada en ArcGis

2.16.7 BASE DE DATOS GEOGRAFICA.

Una base de datos geográfica es una colección de datos organizados de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones SIG. Esta base de datos comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales.

Un modelo para el almacenamiento de objetos geográficos, sus atributos, sus relaciones (espaciales o no), y comportamiento de cada uno de sus elementos. Las características principales de una base de datos geográfica son:

- La base de datos geográfica permite almacenar numerosos tipos de datos:
 - Vectorial (2D y 3D).
 - Raster.
 - CAD.
 - Tablas alfanuméricas.
 - Topología.
 - Información calibrada.
 - Redes geométricas.
 - Relaciones entre elementos (geográficos o no).

- Metadatos.
 - Acotaciones.
 - Datos procedentes de estudios topográficos.
 - Direcciones y localizadores empleados en la geocodificación.
 - Anotaciones (vinculadas o no a los elementos).
-
- La base de datos geográfica reside en un Sistema Gestor de Base de Datos estándar (Oracle, Informix, SQL Server, IBM DB2), aunque también existe una versión de Geodatabase para Microsoft Access.

 - Esto permite que se aprovechen todas las ventajas de los grandes sistemas gestores de base de datos (acceso multiusuario, replicación, extensiones espaciales, etc)., lo cual se traduce en una mayor sencillez a la hora de administrar la base de datos corporativa, ya que la información geográfica no tiene un tratamiento diferente al del resto de la información.

La posibilidad de almacenar la información geográfica en SGBD ofrece, además de ventajas obvias derivadas de las posibilidades de los propios sistemas de almacenamiento, la posibilidad de integrar datos geográficos con datos procedentes de diferentes áreas de negocio (CRMs, ERPs, EAs) con lo que es posible incluir la componente geográfica en el proceso de toma de decisiones.

- La responsabilidad del almacenamiento de la información geográfica recae en el SGBD empleado. No obstante, la base de datos geográfica complementa las herramientas estándar presentes, implementando sobre la base de datos, una serie de funciones que satisfacen aquellas necesidades más avanzadas, que el tratamiento de la información espacial requiere.

- Además de almacenamiento y consulta de información geográfica, la base de datos geográfica, por si sola o en conjunción con los propios mecanismos de la base de datos para el almacenamiento de la información espacial, soporta una importante serie de funcionalidades añadidas:
 - Gestión de transacciones largas para la edición de cartografía.

 - Gestión mediante versiones de flujos de trabajo.

 - Gestión de históricos.

 - Gestión de metadatos.

 - Posibilidad de explotar las ventajas del diseño orientado a objetos de cara al diseño de nuestro modelo de datos

(polimorfismo, herencia y encapsulación).

- El modelo de datos de la base de datos geográfica permite almacenar además de elementos geográficos y sus atributos, comportamientos determinados para cada objeto, lo que permite generar una visión más exacta de la realidad.

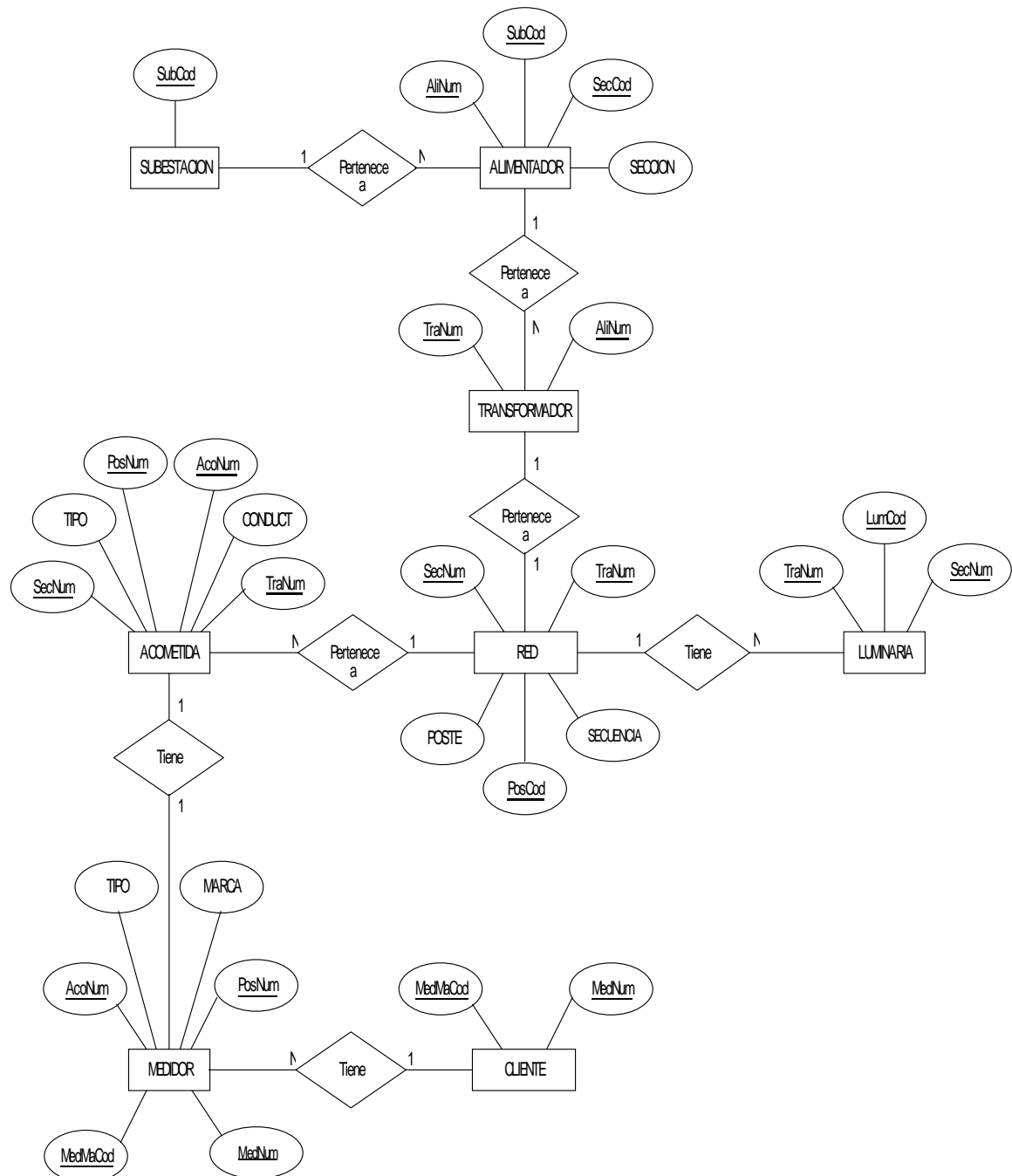
2.16.8 ESQUEMA DE LA BASE DE DATOS

El esquema se diseñó en base a las necesidades de la distribuidora eléctrica. ¿Donde, de qué manera y como se almacenarán los datos, fueron las preguntas para su desarrollo.

Las relaciones interdependientes consideradas para dar velocidad a las consultas y análisis para una rápida toma de decisiones.

Los elementos de una base de datos espacial que describe la geografía (forma y posición) de las entidades y una base de datos no espacial que describe las características o cualidades de estas entidades.

Fig.2.7 Estructura del modelo Entidad-Relación de redes Eléctricas:



2.16.9 COMPOSICION DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA DE CNEL EL ORO

Esta es una Base de Datos Geográfica que integrada por varios set de datos, entre los principales tenemos: Cartografía y Eléctrico.

Fig. 2.8 Elementos de Cartografía

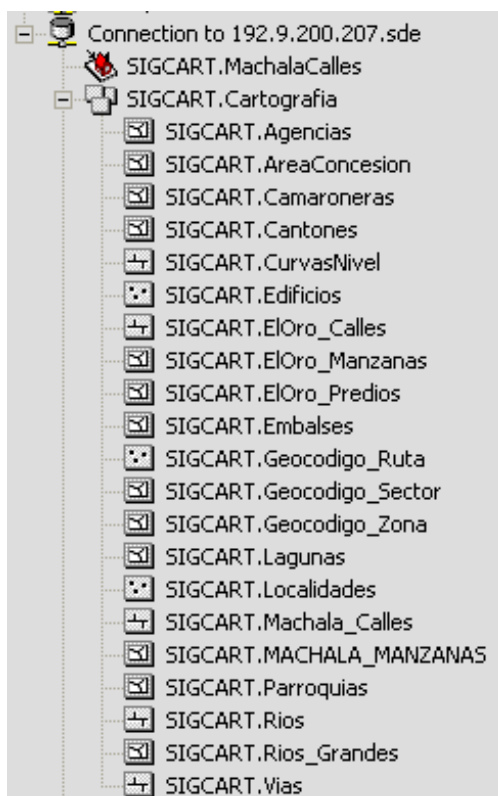
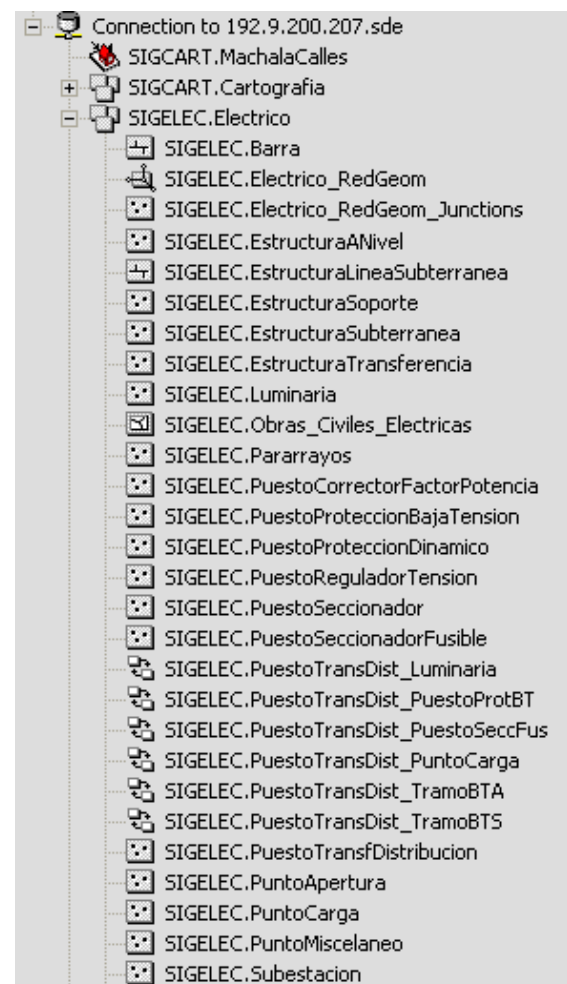


Fig. 2.9 Elementos Eléctricos



2.17 CARTOGRAFIA EN EL SIG

La información de referencia espacial para la implantación de las redes de distribución eléctrica. Luego de determinar las necesidades de cartografía básica a nivel corporativo se establecieron escalas de acuerdo al nivel de detalle de esta información, cumple también con los niveles de precisión planimétrica requeridos. Cartografía Topográfica a cualquier escala



Fig. 2.10 Cartografía disponible en CNEL El Oro (ArcGis)

2.17.1 ASPECTOS TÉCNICOS

Las especificaciones técnicas contenidas en esta información geográfica, se describe en los aspectos métricos de precisión.

2.17.2 SISTEMA DE COORDENADAS

En general las instituciones públicas a nivel de país, utilizan el Sistema de Coordenadas en

UTM, Datum WGS84.

La información manejará dos dimensiones (X,Y)

2.17.3 ESCALAS

Las escalas mínimas usadas son:

1:10.000 Urbana recomendadas 1:1000 ó 1:5000

1:25.000 Rural recomendada 1:10.000

1:50.000 Referencial

2.17.4 RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO.

La recolección de datos es uno de los pasos más importante en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfico.

Las distribuidoras eléctricas utilizan varios métodos para realizar esta tarea, uno de ellos es recopilar la información por medio de formularios, en los cuales se detallan de manera sigilosa, todos los elementos estructurales contenidos en los postes del tendido eléctrico.

Una información de excelente calidad, es lo que se puede denominar un gran trabajo, Para obtener grandes resultados es necesario contar con personal idóneo y capaz que registre la información de una manera ordenada, verificando con sigilo los materiales contenidos de una forma correcta.

Por otro lado, se utiliza también la tecnología basada en dispositivos de posicionamiento global (GPS), los cuales contienen una minicomputadora portátil donde se registra la información de campo además de su ubicación geográfica.

Técnicamente, toda la información disponible de campo es útil: Las redes eléctricas, la ubicación del amanzanado, los usuarios o clientes, la condición de vida en los sectores del área de influencia de los alimentadores, etc



Fig. 2.11 Dispositivo móvil (GPS) para colección de datos



CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A.
REGIONAL EL ORO

ALIMENTADOR: _____

REALIZADO POR: _____

FECHA: _____

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE REDES

POSTE				ESTRUCTURA		CONDUCTOR			TRANSFORMADOR				DISP				
Object ID	Mat.	Long.	Prop.	MT	BT	BT	ACOMETIDA		Cod.	Pot.	# Fases	Tipo	NH	Seccionador		Cuchillas	
						Config./Cal.	PtoCarga	Calibre/Tipo						Num.	Posic.	Num.	Posic.

Fig. 2.12 Formulario de levantamiento de redes eléctricas

CAPITULO 3

METODOLOGIA.

3.1 INTRODUCCIÓN

Este método maneja datos de la demanda eléctrica histórica, datos históricos del censo de población, datos históricos del censo comercial, y datos de infraestructura y ordenación urbana. El área urbana se la maneja en base de sectores geoméricamente regulares, obtenidos por la superposición de una cuadrícula, sobre la zona, y subdividiendo la cuadrícula base en los sectores de mayor densidad de carga.

El área rural, de menor densidad de carga relativa, puede ser manejada más bien en áreas que consideren recorridos de primarios y división política, en función de los datos existentes y del manejo que se dé a la información estadística. A la colección de datos eléctricos habría que añadir la información estadística Correspondiente, y los índices económicos de cada sector considerado.

Como información particular adicional se incorporarán las proyecciones de desarrollo de las instituciones públicas y privadas que se hayan podido

concretar en requerimientos futuros de energía y potencia, que serán cargas puntuales geográficamente definidas y que deberán ser consideradas en la proyección.

Las interrelaciones existentes entre los diferentes factores deben ser determinados para las condiciones actuales e históricas y proyectadas hacia el futuro con el fin de obtener las demandas esperadas.

3.2 OBJETIVOS GENERALES.

La idea principal de este estudio es fomentar e impulsar la utilización de los Sistemas de Información Geográfico aplicado al análisis de la demanda de energía eléctrica en la CNEL El Oro, provisto de la información ya disponible, investigar otras áreas como: catastros, crecimientos socioeconómico y utilización de suelos los cuales son los factores determinantes para obtener resultados más cercanos a la realidad.

3.3 AREA DE ESTUDIO

Este estudio en forma general, se enmarca alrededor de la Sub estación “Machala” la cual está ubicada en un importante sector al Este de la Ciudad de Machala y su área de influencia para el servicio eléctrico es de 1214 Has. El recorrido de los alimentadores primarios están dirigidos a zonas residenciales, industriales, educativas, deportivas, comerciales y agroindustria en constante

crecimiento social y económico, su orientación de origina a partir de la Subestación hacia el Norte , Sur y Oeste.

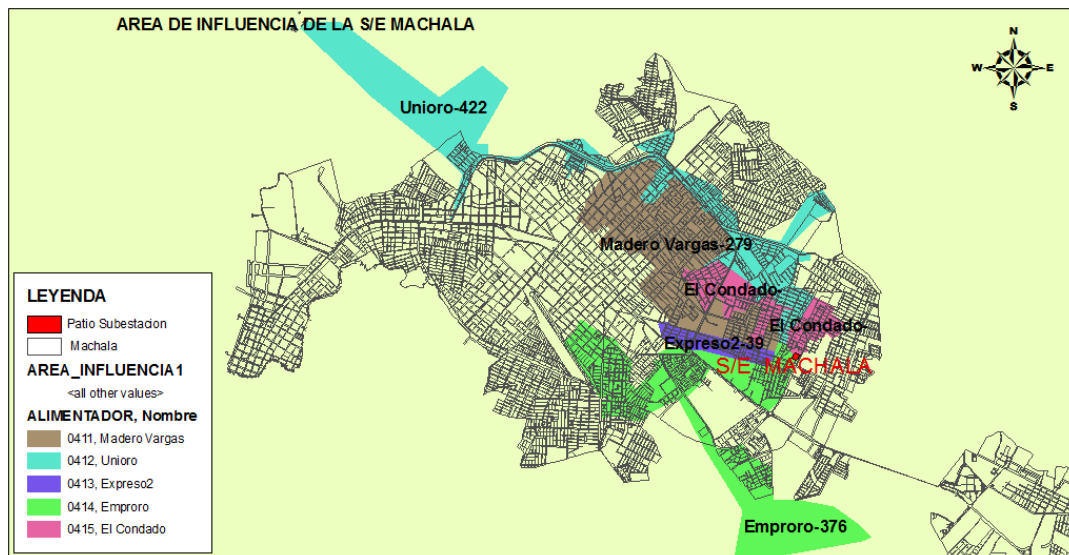


Fig. 3.1 Área de Influencia del servicio eléctrico de la Subestación Machala

El Alimentador Primario de mayor cobertura es el Unioro, con un área de influencia de aproximadamente 422 Has. El Emproro con una cobertura de 376 Has. Madero Vargas con 279 Has.

El Condado con 98 Has. Expreso 2 con 39 Has. siendo el de menor cobertura de esta Subestación, el cual atraviesa un sector residencial hasta la Subestación Machala Centro.

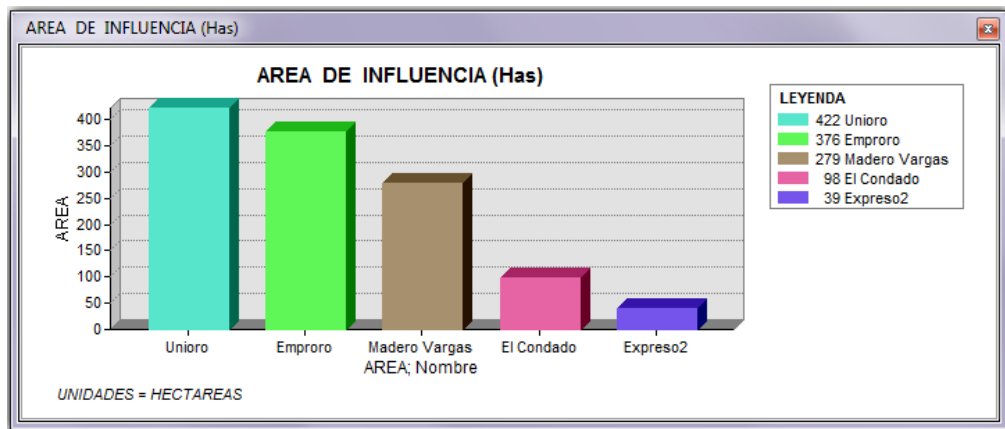


Fig. 3.2 Superficie de servicio eléctrico de la Subestación Machala

La Subestación Machala se alimenta con un nivel de tensión a 69 Kv. Además se considera de tránsito a este nivel, abasteciendo a otras subestaciones como:

Los Pinos y Machala Centro con estructuras aéreas en postes de hormigón armado de 16m, 18m y 20m. Conductores (226800ACSR).

Inicialmente utiliza una terna de conductores (336400ACSR) a través de torres tipo Acacia, N, desde la Subestación El Cambio ubicada en la Parroquia del mismo nombre a 5 Kilómetros al Oeste.

Adicionalmente distribuye a nivel de 69KV al Centro Comercial El Paseo Shopping

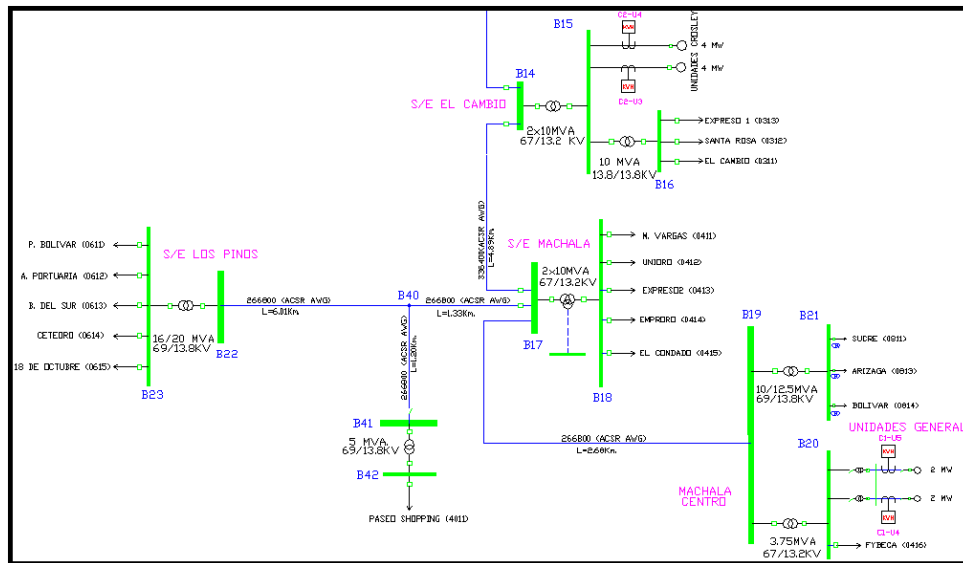


Fig. 3.3 Diagrama unifilar de la Subestación Machala y Subestaciones anexas

Esta Subestación está potenciada con 2 transformadores de 10 MVA. y su nivel de tensión de distribución es a 13.8Kv. Por otro lado, sus redes distribuyen el servicio eléctrico en un 80% por tendidos aéreos a través de estructuras trifásicas, bifásicas y monofásicas con transformadores de distribución en igual porcentaje aéreos llegando al usuario final para un consumo a nivel de 110v y 220v.

3.4 CAPACIDAD INSTALADA Y DEMANDA DE CARGA

Actualmente el nivel de demanda de la Subestación Machala es 15.7MVA, lo cual está dentro del rango de la capacidad instalada de 20MVA. Existe una

inquietud en cuanto a la capacidad restante, el cual hace formular interrogantes como por ejemplo; ¿Cuánto tiempo transcurrirá hasta que se sature la capacidad de la Subestación y en qué condiciones ocurrirá.

Por otro lado podemos notar la diferencia en cuanto a demanda. En el alimentador Unioro cuya área de cobertura es mayor que las demás, tiene una demanda inferior que el alimentador de menor cobertura. Esto se debe al nivel socioeconómico de los sectores por los cuales atraviesa.

Este tipo de características son las que se van a analizar en este proyecto, la cual se puede notar en la tabla de datos de la Subestación Machala.

NOMBRE SUBESTACIÓN	NOMBRE ALIMENTADOR	CÓDIGO ALIMENTADOR	CAPACIDAD INSTALADA (MVA)	DEMANDA (MVA)	CARGA (%)
MACHALA (04)	MADERO VARGAS	0411		5,6912	36.45
MACHALA (04)	UNIORO	0412		1,9585	12.53
MACHALA (04)	EXPRESO 2	0413		1,8461	11.81
MACHALA (04)	EMPRORO	0414		3,7848	24.21
MACHALA (04)	EL CONDADO	0415		2,3523	15.05
		Total	20	15.6329	100

Tabla. 3.1 Capacidad y demanda de la Subestación Machala (Datos 2010)

3.5 ALIMENTADOR PRIMARIO “EL CONDADO”

El Condado es el alimentador primario Tipo que se asignó para este estudio, distribuye el servicio eléctrico a diferentes sectores socioeconómicos en esta ciudad, aun cuando su cobertura es de poca extensión, su demanda máxima es de 2.35 MVA lo cual representa un 15.05% del total de la Subestación.

Este Alimentador da su servicio de energía eléctrica a 958 usuarios aproximadamente, dispone de redes aéreas en un 85%, su sistema de alumbrado público presenta un panorama de bajo consumo al incluir luminarias en su totalidad de sodio de 100W.

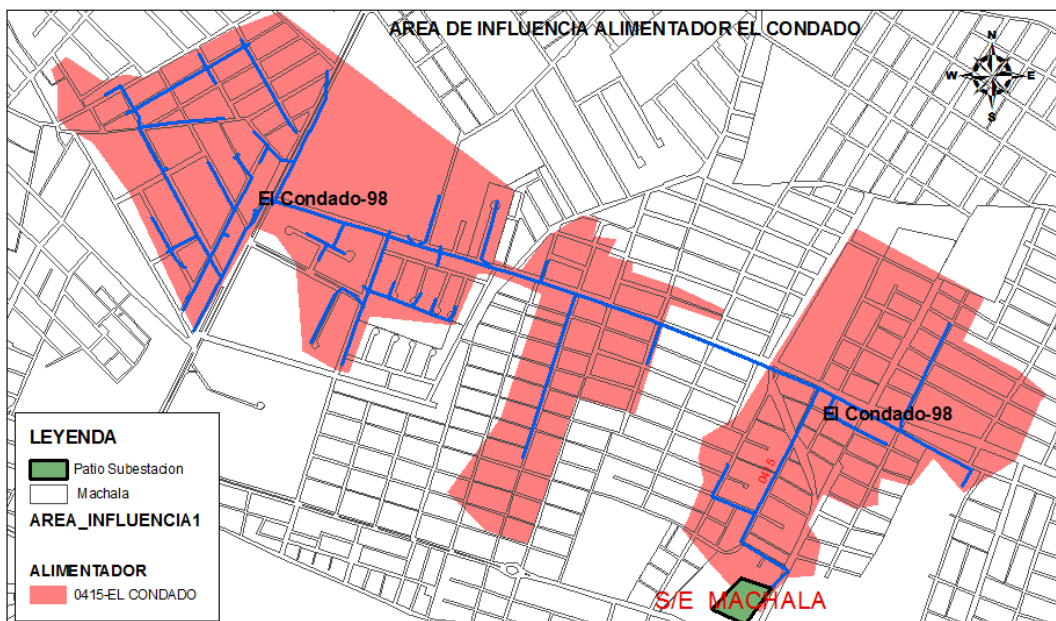


Fig.3.4 Cobertura del Alimentador El Condado

3.6 ÁMBITO SOCIAL Y ECONÓMICO DEL SECTOR

En este campo de estudio, se determinó mediante una investigación en los diferentes sectores del área de influencia del alimentador, niveles socioeconómicos variados que determinan también el crecimiento y decrecimiento de la demanda de energía.

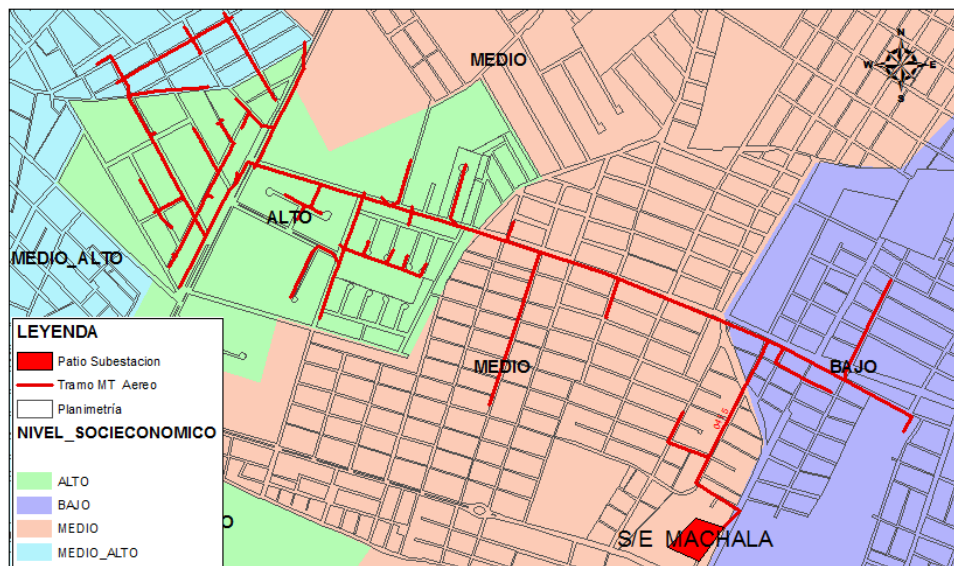


Fig. 3.5 Niveles socioeconómicos del sector

En las inmediaciones de la subestación existe una economía baja, con asentamientos conocidos como “lotizaciones” que aún no cuentan con los suficientes servicios básicos, lo cual entendemos que es un área en desarrollo prometedor para el crecimiento en la capacidad del alimentador.

Se denominó nivel medio al área que cuenta con el 80% de los servicios básicos, es decir; si bien es cierto que tienen todos los servicios principales como: agua, electricidad y sanitario aún no cuentan con el 30% del asfaltado en la totalidad de las calles o carecen de Televisión por cable o internet. También es una urbe en crecimiento.

En el nivel medio alto hemos asignado a sectores que si bien tienen todos los servicios básicos completos y las características de las viviendas son muy buenas, la prestancia económica no es tan alta que digamos. Existen mezclas socioeconómicas de gente pudiente monetariamente, así como comerciantes medianos y empleados de buena prestancia económica.

NIVEL SOCIAL Y ECONOMICO	CANTIDAD DE USUARIOS	DEMANDA (KVA)	DEMANDA (%)
ALTO	205	1.623	69
MEDIO ALTO	254	0.259	11
MEDIO	430	0.423	18
BAJO	67	0.047	2
TOTAL	958	2.352	100

Tabla 3.2 Demanda de energía por Nivel Socioeconómico

Por otro lado, existe un sector donde vive una parte de la aristocracia de la ciudad pero que aun es un área en desarrollo en cuanto al crecimiento poblacional.

Cuenta con un consumo del 69% del total de la demanda de energía eléctrica del alimentador en estudio, el cual es una gran diferencia con respecto a los antes descritos niveles sociales.

3.7 USO DE SUELOS

En la ciudad, existen zonas urbanas consolidadas, en proceso de consolidación, vacantes, urbanizables y no urbanizables.

Por su funcionalidad, el suelo urbano puede ser de uso residencial, comercial, industrial, recreacional, educativo, militar, religioso y mixto, entre otros.

Sobre la base de esta clasificación se puede establecer si una edificación o tipo de actividad está permitida, condicionada, prohibida o es compatible con una zona de la ciudad.

Todas estas actividades son manejadas por las instituciones municipales por medio de sus estatutos de ordenanzas.

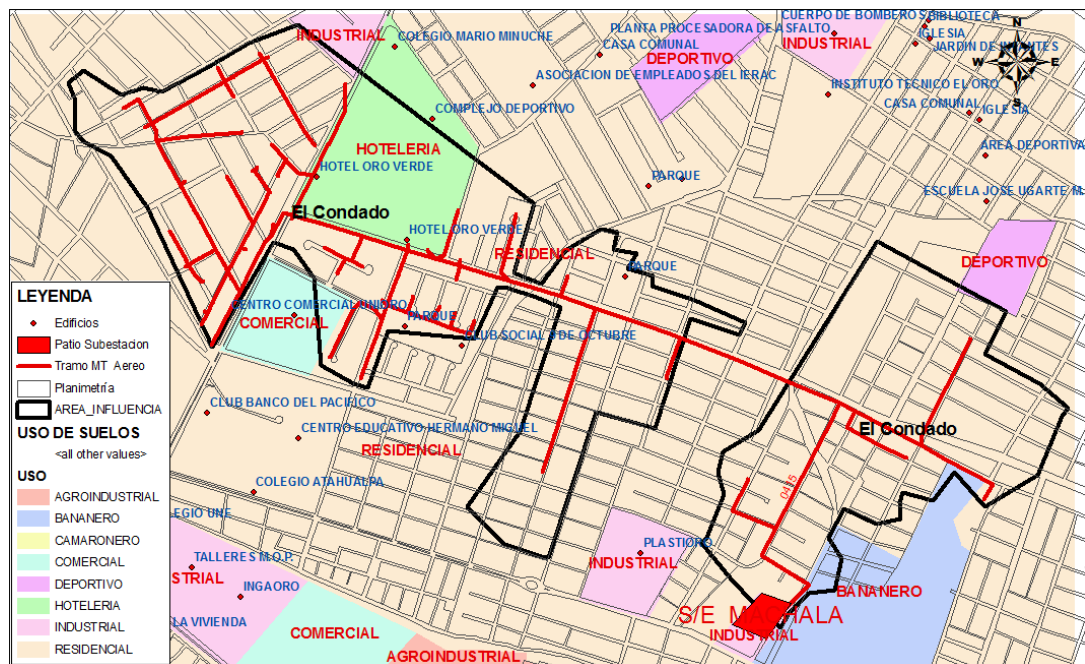


Fig. 3.6 Usos de suelos en el área de influencia del alimentador “El Condado”

Por otro lado, la energía eléctrica siempre es de uso exclusivo en cualquier área de usos de suelos. El Alimentador “El Condado” se caracteriza por asentarse en suelo netamente residencial en un 70%, cubre un área deportiva, comercial.

Entre otros factores que determinan la utilidad del área urbana en ese sector, se encuentran también: Hospitales, Torres Médicas, Colegios, Parques, Clubes y Hoteles los cuales se apostan en la zona económicamente Alta y Media Alta.

3.8 BASE DE DATOS A UTILIZAR

Anteriormente se había mencionado a breves rasgos, la estructura de la base de datos geográfica de ArcGis, la cual maneja CNEL El Oro en el área de SIG.

En el Dataset de Cartografía, se diseñó los Features: del Área de influencia, Nivel socioeconómico, Uso de suelos y lógicamente el de las Micro-áreas. Así mismo en el dataset Eléctrico se modificó el Features de los Puntos de carga.



Fig. 3.7 Copia de la Base de Datos Geográfico de CNEL El Oro

3.9 ELABORACIÓN DE LAS MICRO-AREAS

Como ya se había indicado en la parte teórica sobre el método de micro-áreas, la construcción de las retículas se las realiza sobre el área de influencia del Alimentador Primario en estudio “El Condado”. Abarca toda la estructura de baja tensión hasta el usuario final o consumidor.

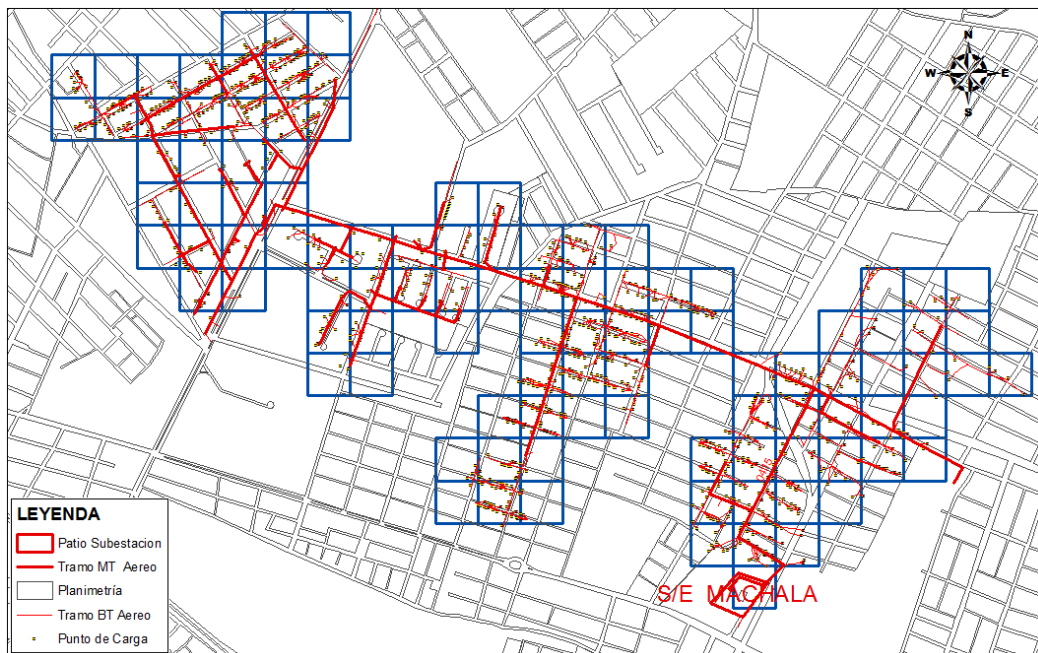


Fig. 3.8 Micro-áreas sobre el área de influencia del Alimentador “El Condado”

El área de influencia antes indicada del alimentador es de 98Has. Las retículas se grafican de tal manera que se reducen las áreas, para determinar aún de manera minuciosa la estimación de la demanda de energía se realizó a escala

de una Hectárea por cada Micro-área, teniendo en cuenta que existen 107 celdas.

3.10 TABLAS DE ATRIBUTOS DE FEATURES

Aunque la estructura de las tablas de atributos de los Features descritos anteriormente tienen sus campos correspondientes a su figura geométrica, es decir; los datos que se agregan en sus campos se los realizan a través de investigaciones en el área de estudio, por lo general son temas de relevantes de interés para los análisis que tienen afectación en el crecimiento social, económico, urbanístico y por supuesto sirve para inspirar una proyección en el consumo de energía eléctrica en el futuro.

The image shows three overlapping windows displaying attribute tables for different features. The top window, titled 'Attributes of AREA_INFLUENCIA', shows a table with columns: OBJECTID*, NOMBRE, ALIMENTADO, and AREA. The middle window, titled 'Attributes of MICRO_AREA', shows a table with columns: OBJECTID*, KWH, and AREA. The bottom window, titled 'Attributes of USO...', shows a table with columns: OBJECTID* and USO. A fourth window titled 'Attributes ...' is partially visible on the right, showing columns: OBJECTID* and NIVEL ECON.

OBJECTID*	NOMBRE	ALIMENTADO	AREA
4	Unioro	0412	422
5	Madero Vargas	0411	279

OBJECTID*	KWH	AREA
394	794	10000
395	1975	10000
396	176	

OBJECTID*	USO
1	INDUSTRIAL
2	RESIDENCIAL
3	HOTELERIA
4	COMERCIAL

OBJECTID*	NIVEL ECON
1	MEDIO_ALTO
2	MEDIO
3	ALTO
4	MEDIO
5	BAJO

Fig. 3.9 tablas de atributos, campos y datos ingresados

La tabla de atributos del área de influencia del alimentador primario, se determina calculando valores en el campo “Área” utilizando la calculadora y aplicando la expresión:

$$\text{AREA} = [\text{Shape_área}] / 10000 = \text{Has.}$$

Lógicamente el Shape_área es un valor por defecto en metros cuadrados, lo que hicimos es convertir los metros cuadrados en Hectáreas.

3.11 MODIFICACIÓN DEL FEATURE PUNTO DE CARGA

Los puntos de carga son la representación gráfica de los usuarios (Abonados) es decir, identifican a los medidores de cada vivienda. En la tabla de atributos de estos Puntos de carga, agregamos un campo de datos al que llamaremos Micro-área de tipo “Long integer” o numérico.

Object Id *	Alimentador	Fase Cone	Subtipo	Puesto Transformad	Micro área
10176	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10177	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10178	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10179	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10180	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10181	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10182	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10183	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10184	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10185	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418
10186	0415	A	Medidor Electromecanic	1558	418

Fig. 3.10 Atributos de Punto de Carga (Campo: Micro-área)

3.12 INGRESO DE DATOS (OBJETID) MICRO-ÁREA

En la tabla de atributos de Puntos de Carga, en una sesión de edición de datos en el campo micro-áreas, ingresamos el (ObjetID) de la micro-área utilizando la selección manual en el gráfico, seleccionamos todos los puntos de carga contenidos dentro de la retícula de la micro-área y con la respectiva calculadora de datos realizamos el proceso. Esto es importante para tener definido un campo que enlazará las micro-áreas con el resto de las tablas para obtener la información necesaria para calcular la demanda de energía.

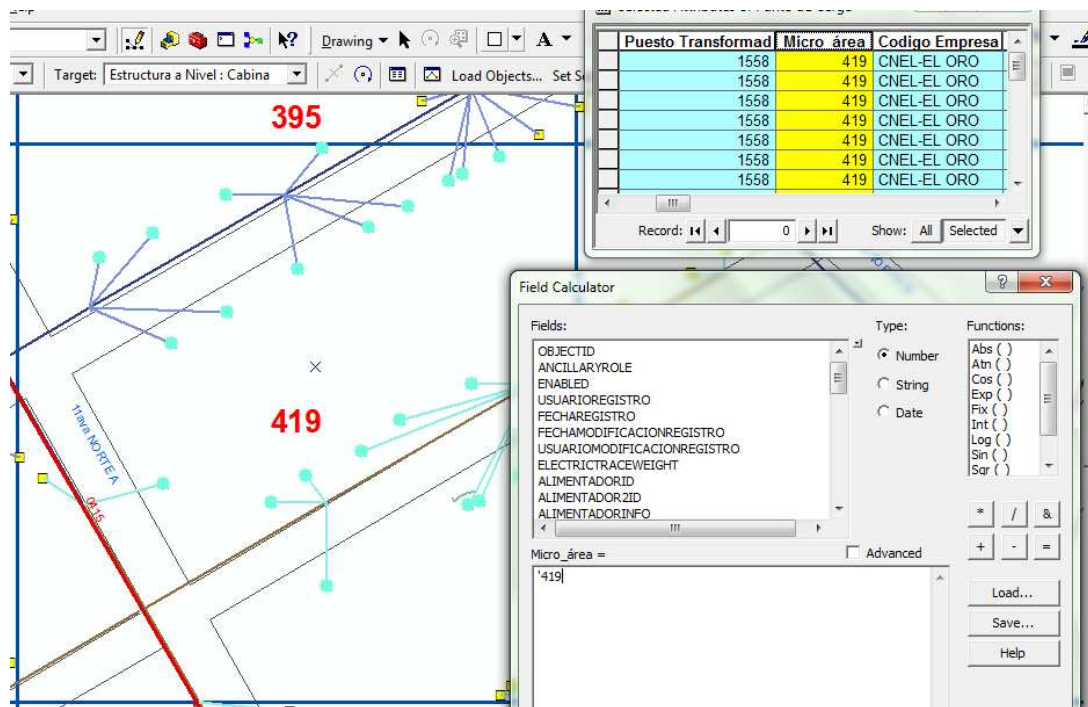


Fig. 3.11 Proceso de datos usando la calculadora.

3.13 TABLA DE ATRIBUTOS CONSUMIDOR

La base de datos de CNEC provee la información necesaria para nuestro análisis ya sea de forma numérica o alfanumérica. La carga en (KWH) del consumo del último mes de cada usuario es un dato muy importante para nuestro propósito, puesto que la demanda se puede expresar y se puede convertir en KW, KVA o KWH.

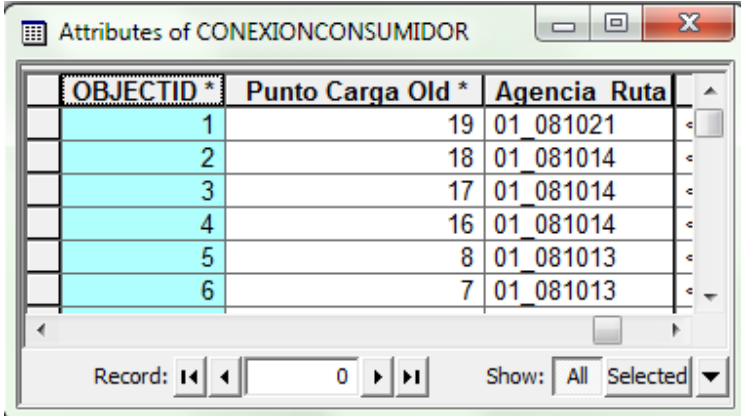
La tabla atributos consumidor posee la capacidad de almacenar toda la información personal de los consumidores de electricidad. Al contratar el servicio eléctrico la corporación almacena datos personales en el sistema comercial, luego de un proceso automatizado, esta información está disponible en las bases de datos geográfica para su reutilización. El objetivo principal es obtener esta información y reimplantarla en las miro-áreas

Object ID *	Ultimo Consumo Mes (K)	Nombre Cliente	Consumo Diario Promedio (K)	Codigo Cliente *
1	193	REYES HERAS JOSE GERM	6,03	3031260
2	36	REYES ERAS JOSE GERMA	1,13	3031275
3	167	SICHA VARGAS JOSE	5,22	3031280
4	112	SICHA VARGAS JOSE ROSE	3,5	5031117
5	229	SICHA VARGAS JOSE ROSE	7,16	3031288
6	274	SARAGURO MONTERO LUZ	8,56	3029201
7	30	MONTERO DURAN TERESA	0,94	3041661
8	316	AGURTO VERA LUIS	9,88	3031300
9	59	ALVARADO CABRERA CLAR	1,84	3031450
10	82	RODRIGUEZ ALVAREZ JULIO	2,56	3031360
11	189	RODRIGUEZ ALVAREZ JULIO	5,91	3031362
12	444	PILLALIO TENESACA DORA H	2,47	3031260

Fig. 3.12 Atributos Consumidor

3.14 TABLA DE CONEXIÓN CONSUMIDOR

Es una de las tablas más importantes en la base de datos, sirve de eje. Provee una interfaz de tránsito entre la información de los atributos gráficos y los atributos de las tablas. Se relaciona entre tablas de muchos a muchos y es muy eficaz en cuestión de búsquedas



OBJECTID *	Punto Carga Old *	Agencia Ruta
1	19	01_081021
2	18	01_081014
3	17	01_081014
4	16	01_081014
5	8	01_081013
6	7	01_081013

Fig. 3.13 Atributos conexión consumidor

3.15 JOIN ENTRE TABLAS - PUNTOS DE CARGA Y MICRO-AREAS

Teniendo en cuenta los campos en común de ambas tablas para realizar este tipo de relaciones. Como es conocido que se agregó un campo “Micro-área “ donde se registrará el ObjetID de la tabla Micro-área, en la tabla de atributos de Puntos de Carga. El ObjetID de la tabla Micro-área que servirá de llave

para enlazar estas dos tablas que contendrán así los datos de ambas tablas en una sola y cuya relación es de muchos a 1, es decir tenemos muchos puntos de carga contra una micro-área de tal manera que la información que se obtenga pueda manipularse a la necesidad del analista SIG.

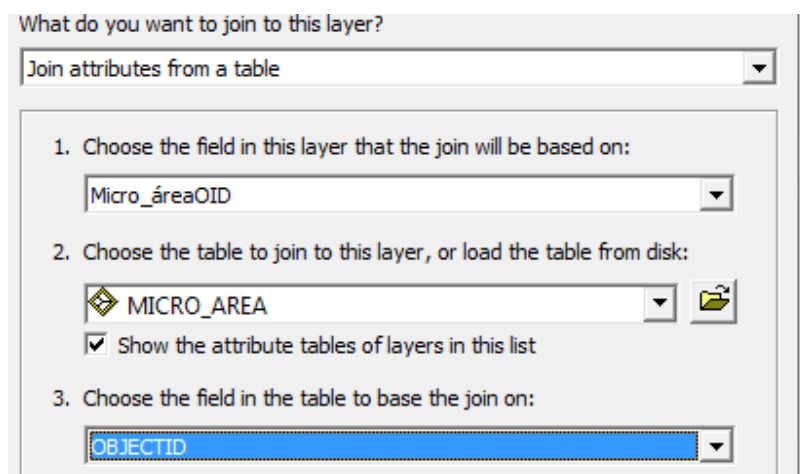


Fig. 3.14 Join entre tablas, Punto de Carga y Micro-área (Muchos a uno)

3.16 JOIN ENTRE TABLAS CONEXIÓN CONSUMIDOR Y JOIN (PUNTO DE CARGA Y MICRO-ÁREA)

Procedemos a unir las tablas Conexión consumidor con el Join anterior (Punto de carga y micro-área), quienes tienen un campo en común denominado Punto de carga OID y ObjectID en Punto de carga. La finalidad es tratar de llegar a la información de los datos que necesitamos.

Este tipo de relación se considera de muchos a uno, de otro modo diremos que existen varios usuarios en un solo punto de carga

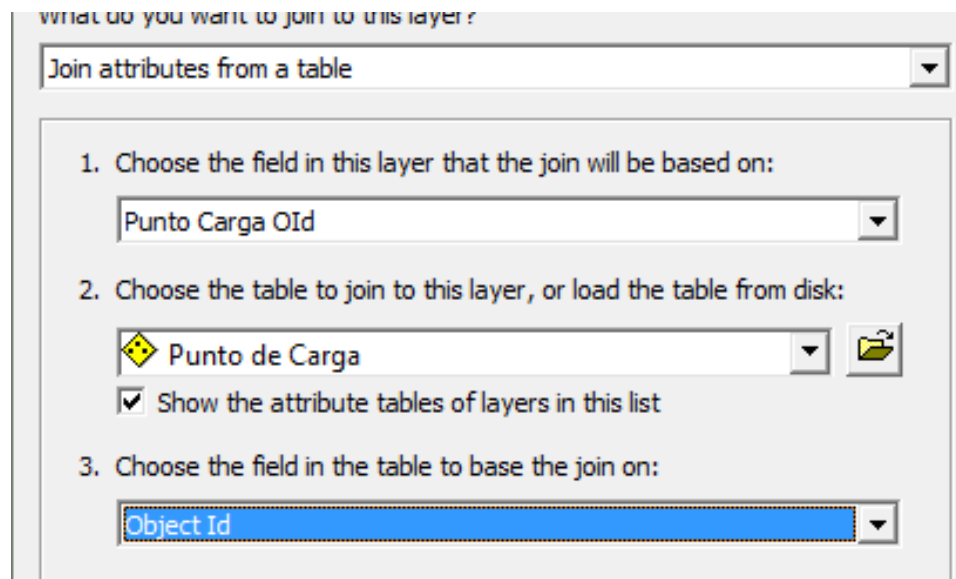


Fig.3.15 join entre tablas, conexión consumidor y Punto de carga

3.17 JOIN ENTRE TABLAS CONEXIÓN CONSUMIDOR Y ATRIBUTOS CONSUMIDOR

Este tipo de relación se considera de muchos a muchos, pues es una relación entre dos tablas netas que no contienen características gráficas. Los campos

comprometidos en este apartado son: Por Conexión consumidor (Código) y por Atributos consumidor (Código cliente).

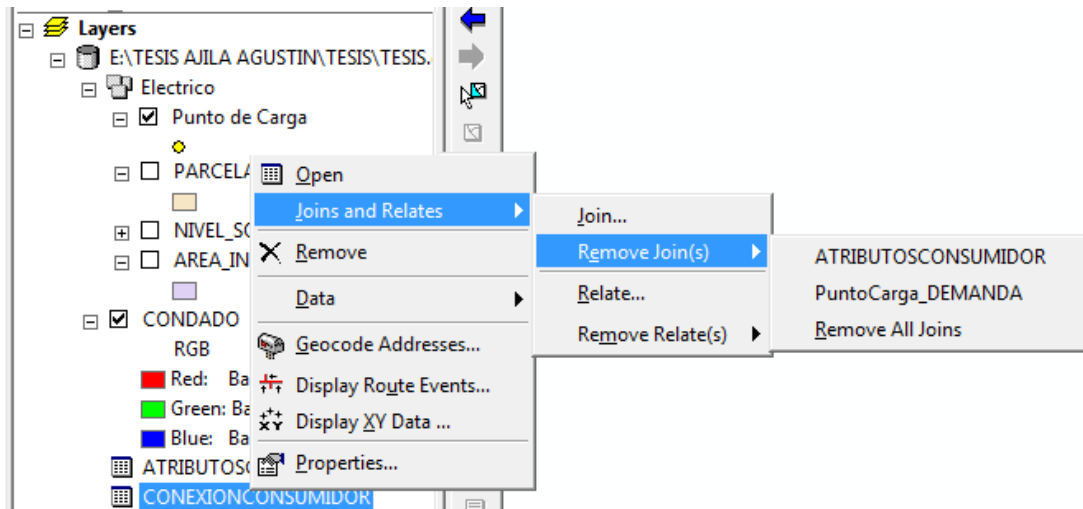


Fig. 3.16 Ilustración de los Join espacial

La unión de estas dos tablas nos permite manipular la información a nuestro antojo, es decir se podrán copiar los datos de consumo de energía en la tabla de micro-área.

Ha sido necesaria la realización de una relación de varias de tablas para procurar obtener los resultados requeridos.

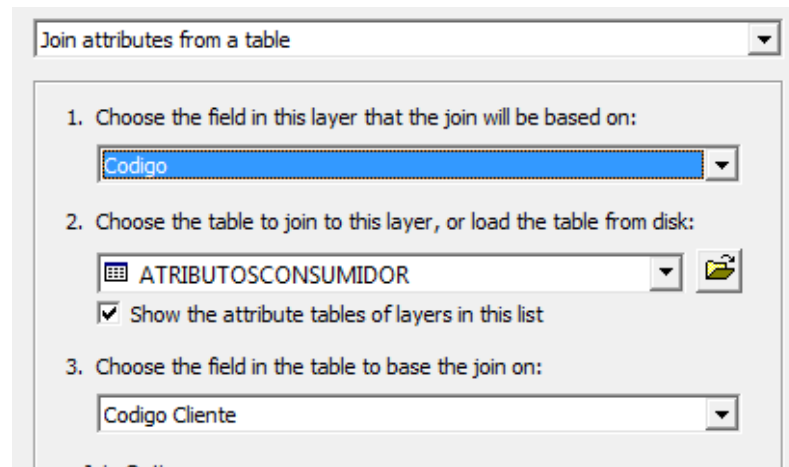


Fig.3.17 Join entre tablas, conexión consumidor y atributos consumidor

De esta manera tomamos los valores de demanda mensual de la tabla de Atributos consumidor para utilizarla en las micro-áreas correspondientes.

Alimentador	Micro áreaOID	Último Consumo Mes. (Kwh)	Nombre Cliente
0415	395	93	VALLE CAMPOVERDE CESAR
0415	395	33	POGO ROMERO ALBERTINA
0415	395	152	CAMACHO MARTINEZ FRANCISCO DAN
0415	395	31	CAMACHO MARTINEZ FRANCISCO DAN
0415	395	186	CARDENAS MOLINA MANUEL
0415	395	42	ORDONEZ M CARMEN M.
0415	395	62	SALINAS ORDONEZ JANETH

Fig. 3.18 Tabla relacionada entre la micro-área y Último consumo del mes.

CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS

La Proyección de la demanda es el paso que determina el objetivo de este proyecto. Como es de suponer; que los estudios realizados anteriormente son la recopilación de los datos necesarios que se aplicarán en este capítulo. Incluyen factores determinantes que modifican los análisis en cuanto a Micro-áreas y características del comportamiento de las muestras, en el campo social, económico, urbano y energético

4.2 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGIA EN UNA MICRO-AREA

Mediante las aplicaciones de Join entre tablas, se logra determinar valores de carga (KWH) de consumo del último mes correspondiente a cada usuario. La cantidad de usuarios que se encuentran dentro de los límites de una celda de micro-área, es la cantidad de carga correspondiente de esa misma celda.

Es decir, en la celda 442, la cual realizamos una selección manual de los puntos de carga que se encuentran en su interior. En esta selección obtenemos 25 puntos de carga, pero debemos entender que en un punto de

carga pueden existir más de un medidor o usuarios que tienen varios servicios eléctricos o en otras palabras también en un lote de terreno existirán varias viviendas unifamiliares.

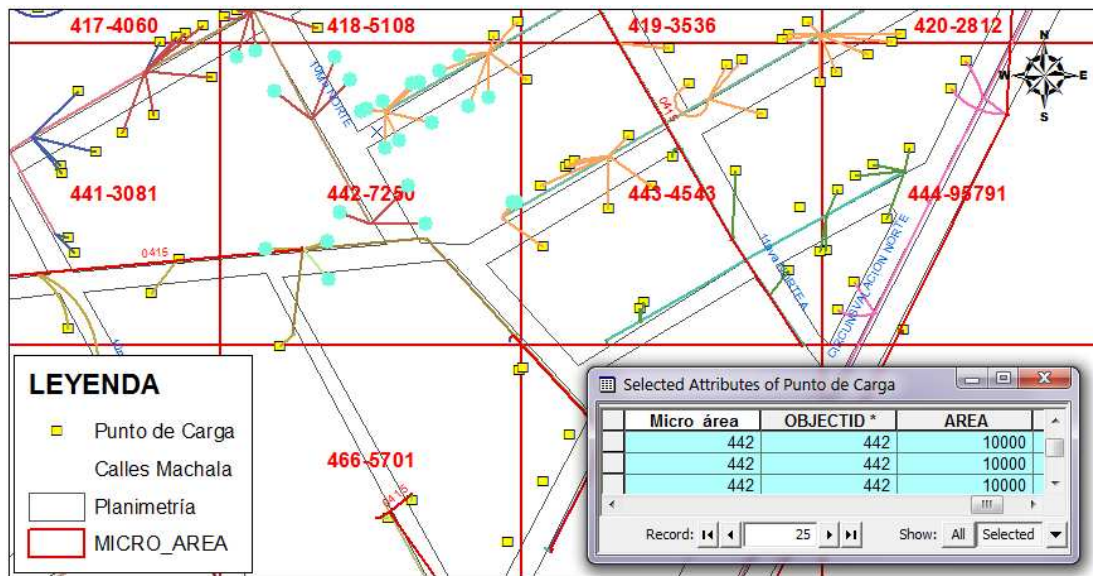


Fig. 4.1 Selección de puntos de carga en la celda 442

Cuando realizamos el Join, entre los valores de celda de la micro-área verificamos que la cantidad de usuarios correspondientes se ha duplicado en una cantidad de 53.

Con estos valores procedemos a calcular la carga (KWH) existente para dicha celda, es decir; si realizamos la ejecución de una de las herramientas de

Estadística disponible en los campos de la tabla de atributos, nos dará los resultados que necesitamos.

Para la celda 442 determinamos un consumo (KWH) mensual mínimo de 0 y un valor máximo de 390KWH, la sumatoria total de carga de consumo mensual para la celda tiene un valor de 7250KWH y el promedio entre todos los usuarios existentes en dicha celda no excede los 137KWH al mes.

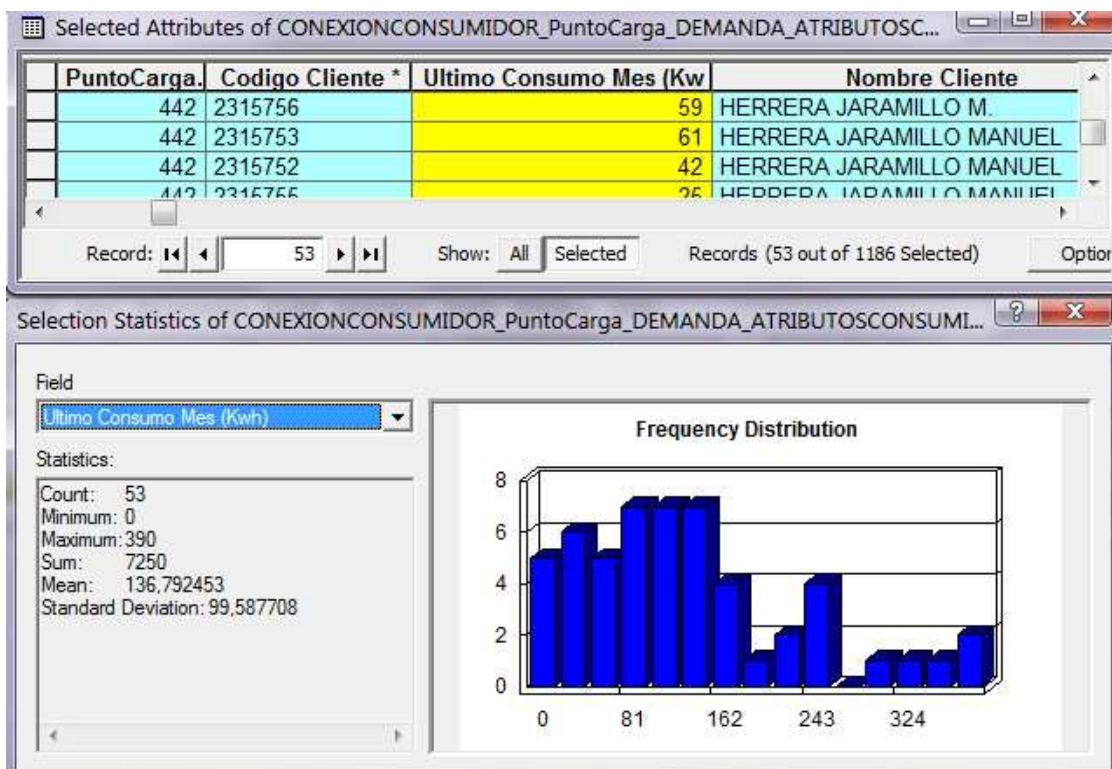


Fig. 4.2 Resultado estadístico de la celda 442

4.3 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN EL ALIMENTADOR EL CONDADO

Los valores estimados de carga a nivel de usuarios en el Alimentador El Condado, se estipulan de acuerdo a los parámetros ya estipulados de Micro-áreas.

Por lo general estos datos obtenidos para todas las celdas son: los 958 usuarios del Alimentador los cuales demandan 310323KWH de consumo de energía eléctrica, la cual se subdivide para cada valor correspondiente de puntos de carga de cada celda.

Tenemos también un valor máximo de un solo usuario con una demanda de energía de 93359KWH y el promedio de consumo en general está en los 323KWH.

Si bien es cierto, estos valores no representan el global del alimentador porque en el análisis hemos estimados solamente los consumos de los usuarios.

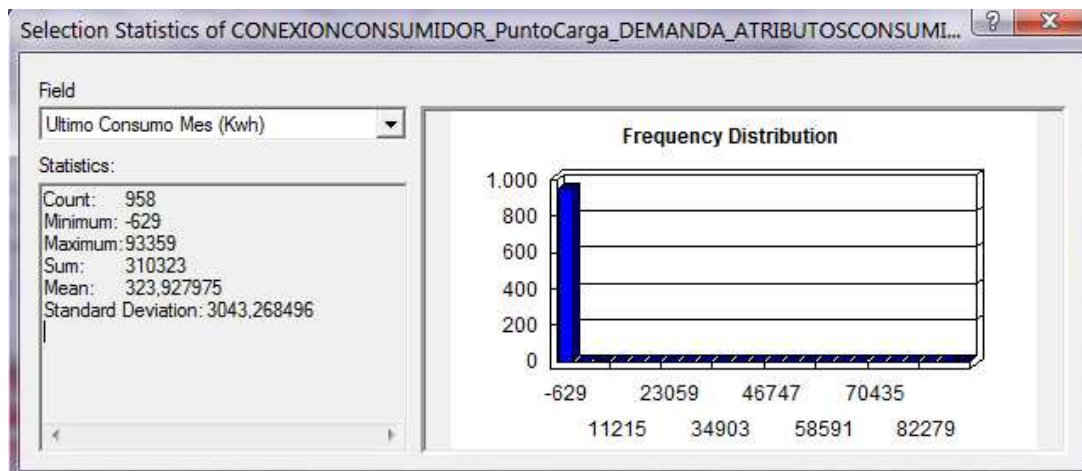


Fig. 4.3 Estadística de la demanda total (KWH) de usuarios del Alimentador El Condado

4.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA FUTURA

En este apartado analizaremos la muestra escogida: La celda de Micro-área 442, dentro de la celda existe un espacio que cubre una zona urbana donde existe un factor muy importante que nos indica que áreas tendrán un crecimiento urbano.

Revisando en la figura, notamos que en la celda 442 aún existen 11 lotes baldíos, si estos se ocuparan a razón de 3 lotes por año, entonces tendríamos que hacer una predicción para 4 años.

La demanda se incrementaría a razón de 137KWH que es el consumo o demanda promedio de la celda, el cual tendría un efecto por cada lote vacante en el sector determinando que sería de esa manera el consumo de energía futuro.

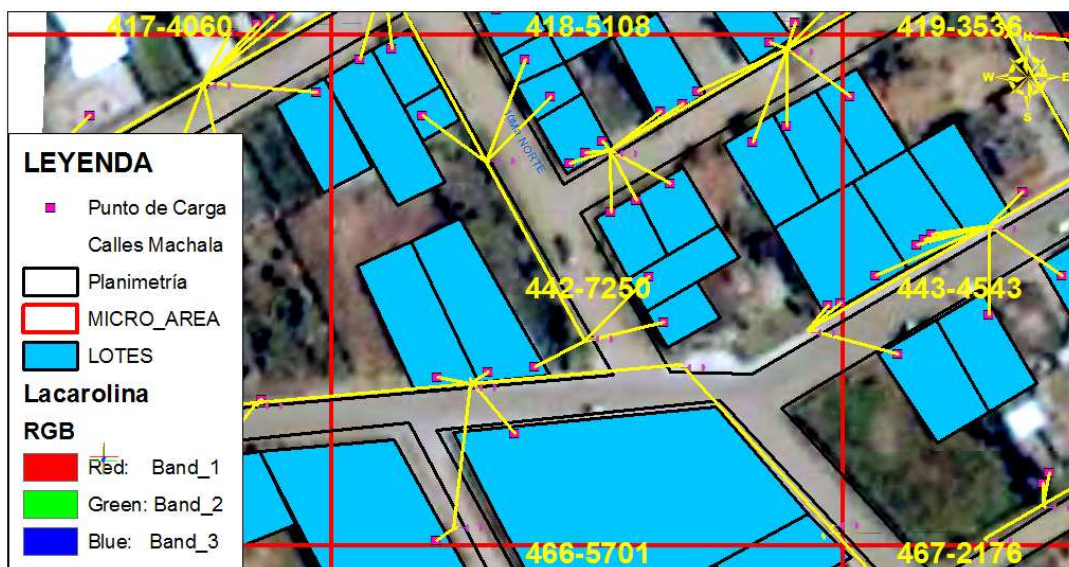


Fig. 4.4 Posible crecimiento demográfico de la celda 442

En mediano plazo, demográficamente si este incremento promedio afecta a cada usuario nuevo, tendríamos 11 usuarios para el futuro es decir que en 4 años la carga residencial se incrementaría en 1507KWH de consumo mensual.

TIEMPO (AÑOS)	NUEVOS USUARIOS	DEMANDA PROMEDIO (KWH)	DEMANDA (KWH)
1	3	137	411
2	6	137	822
3	8	137	1096
4	11	137	1507

Tabla.4.1 Incremento en la demanda a 4 años por crecimiento demográfico.

Por otro lado si cuantificamos un valor promedio de crecimiento a todas las celdas del área de influencia, dato que tenemos determinado en 107 celdas en toda la cobertura del Alimentador El Condado, ocasionaríamos un efecto predictivo con respecto a la demanda en el consumo de energía eléctrica para (X) años.

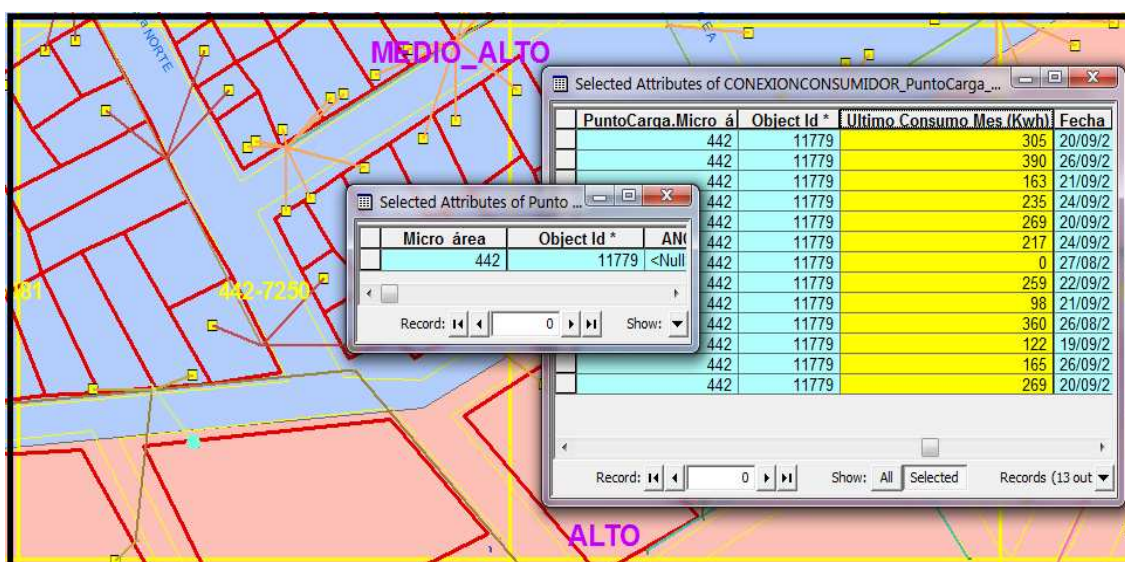
4.5 ANALISIS EN EL COMPORTAMIENTO SOCIO ECONÓMICO

Cuando hablamos de crecimiento socioeconómico, nos imaginamos el desarrollo que posiblemente sucederá en la celda 442 en estudio, la cual está ubicada en un 70% en el Nivel social y económico Medio Alto y un 30% en el nivel social Alto.

La posible razón para que esto suceda es el pensamiento evolucionista de los habitantes del sector Medio Alto su aspiración al desear superar esa barrera

social y económica. Si ocurre que una familia incrementa su nivel de vida, es lógico que la carga del servicio eléctrico aumenta.

En nuestro análisis gráfico, vemos que en la clase social alta se encuentra un edificio al cual le corresponde un punto de carga con 13 medidores, es decir un panel para 13 usuarios. Si esta carga, mediante censo histórico del sector produce un ascenso en la capacidad de la demanda funcionaría la determinación de un factor coincidente.



4.5 Comportamiento en el crecimiento socioeconómico

La carga de energía que se demanda en ese punto es de 2852KWH, el mayor usuario tiene un consumo de 390KWH.

La diferencia en la economía de los sectores, influye en gran manera en la demanda del consumo de energía eléctrica.

Analizando las tablas de demanda, la clase Media Alta tiene un promedio total de 299KWH de los promedios individuales por cada celda.

La clase Alta se caracteriza por su alto consumo de energía, de los promedios individuales por cada celda, obtuvimos un promedio total general de 1242KWH.

MEDIA ALTA			MEDIA		
CELDA (Nro.)	PROMEDIO (Kwh)	USUARIOS	CELDA (Nro.)	PROMEDIO (Kwh)	USUARIOS
394	125	15	444	6005	16
395	125	16	464	1876	8
414	116	12	466	759	9
415	214	3	467	420	7
416	82	12	489	528	8
417	162	25	490	639	4
418	146	40	491	840	2
419	125	32	513	429	8
420	252	17	514	1345	6
438	205	14	515	268	5
439	115	39	541	554	11
440	151	38	TOTAL	13663	84
441	235	27	Promedio	1242	
442	137	53			
443	238	26			
522	113	12			
TOTAL	2541	381			
Promedio	299				

Tabla. 4.2 Promedio general de los promedios individuales de cada celda por clases

Si revisamos el historial en el comportamiento del consumo, en las diferentes clases sociales y promediamos esos valores para un solo año. Obtendríamos un valor coincidente de crecimiento en el consumo de energía para cada celda y se utilizaría para predecir a corto plazo una demanda futura en la misma micro-área.

4.6 DISCUSIÓN

4.6.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La importancia de obtener resultados más prácticos, surge de la idea de manipular los mismos en el campo visual, donde cada analista compruebe la eficacia y la veracidad de los valores con los que cuenta. Durante la investigación y recopilación de la información, debemos pensar que estas actividades son la base principal para realizar un trabajo que satisface las expectativas generadas por los analistas.

Al utilizar los recursos SIG, estamos proyectando no solamente la búsqueda de resultados, en este caso predecir para el futuro las cargas necesarias para satisfacer las necesidades de una población, si no que impulsamos la búsqueda de nuevos métodos con nuevas tecnologías, integrando nuevas

formas de calcular valores a la vez con mayor facilidad y con similares o mejores resultados.

Los análisis de proyección de la demanda de energía por el método de las micro-áreas no es un campo nuevo. Pero hemos tomado este tema como una referencia para realizar nuestro estudio. Utilizamos las celdas dentro del área de influencia del Alimentador Primario El Condado, seleccionando las cargas existentes y luego las incrustamos como valores que forman parte de las retículas.



Fig. 4.6 Micro-áreas en la cobertura del alimentador “El Condado”

Este método lo realizamos con capas en formato vectorial de la Base de Datos Geográfico de CNEL El Oro, por qué contamos con los datos suficientes de carga y otros más para hacerlo así.

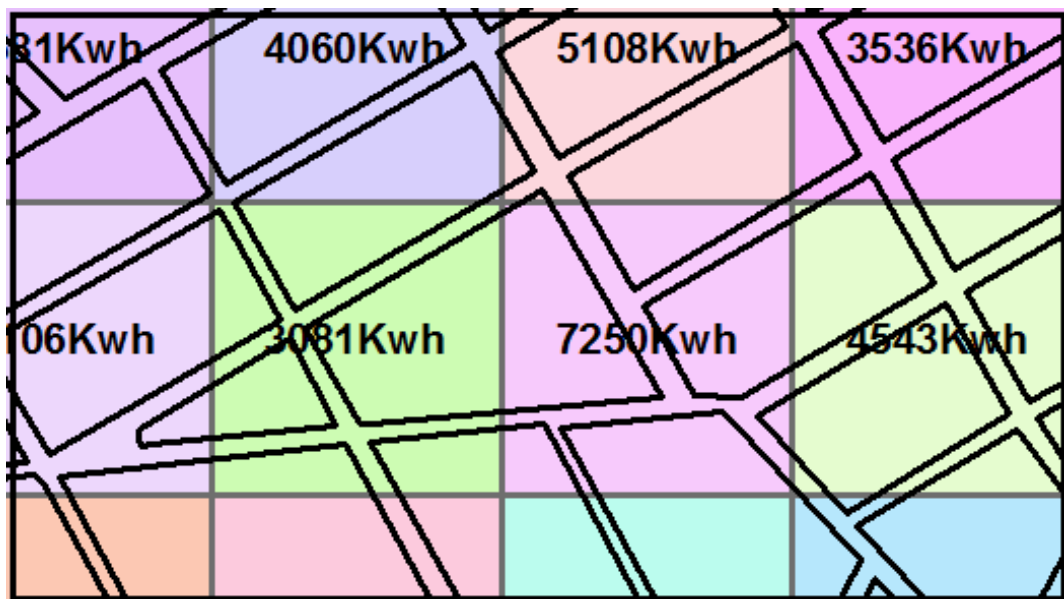


Fig. 4.7 Celdas que incluyen valores de demanda de energía eléctrica

Tomamos como referencia catastral una fotografía satelital del año 2008 descargada de los archivos digitales de Google con geo-referencia en ArcGis.

A partir de esta fotografía, realizamos un catastrado de la celda para verificar el contenido urbano en las mismas y de esa manera estimar el posible crecimiento demográfico y niveles socioeconómicos del sector.



Fig. 4.8 Imagen satelital de una parte del área de estudio

Tomamos muestras para realizar cálculos de la demanda en KWH de los usuarios del sector y también proyectamos las muestras para tantos años a mediano plazo de una manera sencilla, en el campo socioeconómico, realizamos los análisis de predicción de igual manera.

Todos estos resultados en conjunto podrían reunirse e incluir los factores correspondientes de ser necesario para agilizar aún más la precisión de una proyección.

CAPITULO 5

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Este trabajo es el resultado de una investigación, de cuanto confiables son los análisis en la estimación de la demanda de energía eléctrica por parte de los proyectistas. Al referirnos a los métodos tradicionales de predicción nos enredamos en una infinidad de fórmulas matemáticas que se aplican para los diferentes casos de estudios.

- ✓ La predicción de la demanda de electricidad no es nada más que un juego matemático y de incontrolable imaginación, donde los desarrolladores incluyen parámetros de posibles sucesos para el futuro. Entonces nos preguntamos ¿Cuál de los métodos usaremos? Y ¿Qué tipos de datos tenemos?.

- ✓ Hemos aplicado los Sistemas de Información Geográficos basándonos en el pasado histórico de los sucesos los cuales nos han servido de base para determinar el comportamiento de los eventos en el futuro y eso, lo hemos tomado como una regla global que hemos aplicado en nuestro trabajo.

- ✓ Los resultados que obtuvimos son los más simples y los más aplicables, con este método aún que es similar a otros, demostramos que es efectivo a la hora de predecir una demanda en el consumo de electricidad.

- ✓ Aplicando datos disponibles en una base de datos geográfica de ArcGis, se utilizó herramientas disponibles del mismo software, construyendo nuevos features, campos de datos y nuevas relaciones entre tablas, demostramos que es posible generar nuevas metodologías aún cada vez más simples de realizar.

5.2 EVALUACIÓN.

Para la evaluación de este trabajo, se formularon varias hipótesis con respecto al desarrollo del mismo, manteniendo la misma línea de investigación.

Se ejecutan criterios analíticos y se definen preguntas para efectuar la calificación de cada una de ellas, anotando valores mínimos de 1 y máximos de 4 para cada ítems. Con un total de 12 puntos por literal y una calificación global de 60 puntos para una definición de excelente.

Tabla 5.1 Evaluación del desarrollo de la Tesis

EVALUACION DE LA TESIS							
A: Fuentes de información.							
Nro.	Criterios	Preguntas	1	2	3	4	Valoración
1	Claridad	Tiene una buena fundamentación teórica?				X	12/60
2	Originalidad	Son adecuadas las fuentes de información?				X	
3	Relevancia	Constituye un problema importante a resolver?				X	
B: Procesamiento de la información.							
Nro.	Criterios	Preguntas	1	2	3	4	Valoración
1	Características	Reúne las características adecuadas para el proceso?				X	12/60
2	Necesidades	Responde a las necesidades propuestas?				X	
3	Justificación	Se espera que aporte conocimientos útiles?				X	
C: Metodología							
Nro.	Criterios	Preguntas	1	2	3	4	Valoración
1	Coherencia	Existe coherencia entre el marco teórico y el metodológico?				X	12/60
2	Adecuación	Se especifican todos los pasos de forma correcta?				X	
3	Aplicación	Se ha aplicado la metodología en forma parcimoniosa?				X	
D: Análisis de la información							
Nro.	Criterios	Preguntas	1	2	3	4	Valoración
1	Fiabilidad	Los instrumentos presentan índices razonables de fiabilidad y validez?				X	12/60
2	Novedad	Utiliza métodos de análisis novedosos?				X	
3	Limitaciones	Cuáles son las limitaciones del estudio?				X	
E: Presentación de resultados.							
Nro.	Criterios	Preguntas	1	2	3	4	Valoración
1	Comprensibilidad	Qué resultados y conclusiones aporta la tesis, son comprensibles?				X	12/60
2	Significación	Contribuyen a la resolución de problemas específicos?				X	
3	Utilidad	Se efectúan propuestas y recomendaciones de aplicación inmediata?				X	
CALIFICACION TOTAL							60/60

5.3 RECOMENDACIONES

- ✓ Con este trabajo, lo que se pretende es demostrar que la utilización de los SIG en las Distribuidoras eléctricas, puede ser una gran ayuda y se debe implementar este tipo de análisis para la predicción de la demanda de energía eléctrica.
- ✓ Diseñar nuevas herramientas SIG para facilitar el manejo de datos y emplearlos para el estudio de proyección espacial de la demanda.
- ✓ Incluir nuevas políticas en las distribuidoras con respecto a los SIG. Para definir aplicaciones adicionales que sirvan de soporte investigativo.
- ✓ Predestinar una interoperabilidad institucional entre software departamentales que se apliquen al SIG.
- ✓ Diseñar nuevas utilidades para soportes SIG aplicables en ArcGis.
- ✓ Implementar una conciliación de cooperación entre instituciones del estado, Municipio – CNEL – Gobierno Provincial – CNT, etc. Con aportes SIG.

BIBLIOGRAFIA.

Estudio para la Proyección de la demanda, CNEL El Oro, 1997

Plan de inversiones, Planificación, CNEL El Oro – 2002 – 2011

Plan de expansión, Planificación, CNEL El Oro – 2003 - 2012

M. V. Engel, editor, ***Tutorial on Distribution Planning***, IEEE Course Text EHO 3616-

PWR, **Institute of Electrical and Electronics Engineers**, Hoes Lane, NJ, 1992.

L. Philipson and H. L. Willis, ***Understanding Electric Utilities and DeRegulation***, Marcel Dekker, New York, 1999.

H. N. Tram et al., "**Load Forecasting Data and Database Development for Distribution**

Planning," *IEEE Trans, on Power Apparatus and Systems*, November 1983, p.3660.

H. L. Willis, ***Power Distribution Planning Reference Book***, Marcel Dekker, New York, 1998.

H. L. Willis and J. E. D. Northcote-Green, "**Spatial Load Forecasting - A Tutorial Review**," *Proceedings of the IEEE*, February 1983, p. 232.

H. L. Willis, G. V. Welch, and R. R. Schrieber, ***Aging Power Delivery Infrastructures***, Marcel Dekker, New York, 2001.

Libro **final Pronósticos de la demanda** Mora 2008

Vinuesa J., Zamora F., Génova R., Serrano P., Recaño J., "**Demografía. Análisis de proyecciones**", Editorial Síntesis, D.L., pp. 358, 1994.

Metodología para la elaboración de estudios de planificación a mediano plazo de la red de distribución, C.Rodrigues M. Marcano La Electricidad de Caracas, 2009

Rodrigues Goncalves, Carla Leonor. "**Estudio de planificación a mediano plazo de la S/E Esmeralda de 12.47kV** de La Electricidad de Caracas". Informe de Pasantía, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Enero 2.008.

Holton Wilson y Keating Barry. "Previsiones en los negocios". Editorial IRWIN, España, 1996. http://www.fondosdigitales.us.es/public_thesis/388/9086.
Pittari, Enzo. "Notas sobre: **Análisis de decisiones**". Instituto Cuarto Nivel. 1987.

Proyección de la demanda distribuida en el área de estudio para el corto plazo
Caracas – 2010

Moreno Jiménez Antonio (Co), (2008). **Sistemas y Análisis de la Información Geográfica**. Manual de auto aprendizaje con ArcGis. 2da. Edición. Dep. de Geografía U.A.M, Madrid, España.

Manso, Miguel Ángel, (2010). **Bases de Datos Espaciales**, Tema 2: Modelo de datos y modelos de bases de datos.

Gutiérrez Mariela, (2006). **El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos, GSDI-9**, Conference Proceedings, Santiago, Chile.

Comas David, **Creación de las bases de datos geográficas**.

Gutiérrez Daniel, Ramírez Olimpia., **ArcGis 9, ArcMap**.

SIG, ESRI. (2002), **¿Que es ArcGis?**

Mancebo S, Ortega E, Fernández L, Valentín A. Libro SIG, **aprendiendo a Manejar los SIG en la Gestión Ambiental: ejercicios**. 1er. Edición. Madrid, España.

Olaya Víctor, (2011). **Sistemas de Información Geográfica**. Libro SIG.

Fernández S. del Río Juan Pablo. **Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento territorial**. Versión preliminar.

Bosque Sendra J., "**Sistemas de información geográfica**", Ediciones Rialp, S.A., pp. 293, Septiembre 1997.

http://ec.kalipedia.com/geografia-ecuador/tema/zonificacion-territorial-uso-suelo.html?x=20080801klpgeogec_21.Kes&ap=2