



**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**ESTUDIO DE SATURACIÓN DE LA DEMANDA EN LA REGIÓN DE GUARENAS Y
GUATIRE**

Por:
Verónica Valentina Jiménez Olivares

INFORME DE PASANTÍA
Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar
como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Electricista

Sartenejas, Marzo de 2010



**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**ESTUDIO DE SATURACIÓN DE LA DEMANDA EN LA REGIÓN DE GUARENAS Y
GUATIRE**

Por:
Verónica Valentina Jiménez Olivares

Realizado con la asesoría de:
Tutor Académico: Paulo de Oliveira
Tutor Industrial: Valter Profeta

INFORME DE PASANTÍA
Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar
como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Electricista

Sartenejas, Marzo de 2010



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
D E x Decanato de Extensión

Coordinación de Cooperación Técnica y Desarrollo Social

Fecha: 05/FEB/10

ACTA DE EVALUACIÓN DEL PERÍODO JUL-DIC/2009

TIPO DE PASANTÍA: LARGA INTERMEDIA

Título: ESTUDIO DE SATURACIÓN DE LA DEMANDA EN LA REGIÓN DE GUARENAS y GUATIRE

Apellidos y Nombre del Estudiante: VEJUNU JIMÉNEZ

Carnet N°: 02-35065 Carrera: ING. ELÉCTRICA

CALIFICACIÓN	APROBADO <input checked="" type="checkbox"/>	REPROBADO <input type="checkbox"/>
TUTOR ACADÉMICO	Firma: Nombre: <u>PAULO DE OLIVEIRA</u> C.I.: <u>11034666</u>	
TUTOR INDUSTRIAL	Firma: _____ Nombre: <u>Ausente</u> C.I.: _____	
JURADO	Firma: Nombre: <u>JULIO MONTENEGRO</u> C.I.: <u>V-7214530</u>	
<p>Artículo 15. Parágrafo Único. Reglamento de los Cursos en Cooperación: Cuando el jurado examinador considere por unanimidad que el Trabajo realizado por el pasante es EXCEPCIONALMENTE BUENO, lo hará constar en forma razonada en el Acta _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		<p>Validación Res. CCTDS (Firma y Sello)</p>

Nota: En caso de inasistencia del Tutor Industrial, el jurado examinador quedará conformado por el Tutor Académico y Jurado, y se solicitará al estudiante la evaluación del Tutor Industrial como referencia, en este caso favor colocar No-Presente en el Acta

Puerta de Comunidad a Comunidad

**ESTUDIO DE SATURACIÓN DE LA DEMANDA EN LA REGIÓN DE
GUARENAS Y GUATIRE
POR
VERÓNICA VALENTINA JIMÉNEZ OLIVARES**

RESUMEN

Existen territorios que pueden encontrarse en expansión debido al desarrollo urbano. En el caso del sector eléctrico, un aumento de la población implica un aumento de la demanda eléctrica, por lo tanto es necesario desarrollar planes que determinen la expansión ordenada del sistema, de tal forma que se pueda prever y suplir la magnitud de la demanda a futuro. En este trabajo se calcula la demanda de saturación de la región de Guarenas y Guatire, que actualmente presenta un desarrollo residencial y comercial importante, aunado a los proyectos de construcción de Ciudad Belén y el Metro, con el fin de determinar la cantidad, capacidad y ubicación de las futuras subestaciones que suplirán esta demanda. En este estudio, se utiliza el modelo del Uso de la Tierra. Para obtener los valores de la demanda de saturación se debe aplicar el valor de un índice de demanda asociado al tipo de carga residencial, comercial, institucional e industrial. Como existe incertidumbre al establecer las tendencias que tendrá el desarrollo de una región, se plantean cuatro escenarios distintos que cubran diferentes posibilidades de crecimiento. Con la magnitud de la demanda de cada uno de los escenarios y la comparación con el estado actual de las subestaciones de la zona, se calcula la cantidad, capacidad y ubicación de las subestaciones futuras verificando las áreas de servicio y utilizando una metodología de cálculo de centros de carga. En el futuro, se necesitarán por lo menos 4 subestaciones adicionales para suplir la demanda de saturación.

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos, sobrinos y cuñados.

A Pepe Grilla.

AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

De las múltiples horas de trabajo y estudio forzoso que permitieron la realización de este libro, cuasi sagrado, debo hacer una lista algo numerosa de las cosas que debo agradecer:

Empiezo por mi familia que me engendró y crió y que gracias a ello elegí esta carrera y formaron mi carácter para realizar las cosas con constancia y esfuerzo. ¡Gracias infinitamente Mamá (Magaly), Papá (Federico), Federico y Vanessa!

Luego están todo el conjunto de personas que están fuera del apellido, que de alguna forma, intencional o no, también me formaron en todos los recovecos que tiene la vida:

A todos los locos, sin ellos no hubiese aprendido muchas cosas interesantes que me son de utilidad actualmente.

A Ismaelin Benítez, ¡Pepe Grilla!, que luego de haber vivido toda una adolescencia en compañía nos reencontramos siete años después y es como si el tiempo no hubiera pasado. Sin ella la realización de este libro no sería posible, así como también las horas de risa y alegría brindadas a esta humilde servidora. Te agradezco infinitamente todo, absolutamente todo. También, gracias por prestarme tu laptop.

A Roney Sifontes, ¡Landro!, que primero me enseñó a que las apariencias engañan y a desprender todos los prejuicios universitarios. Segundo me ayudó a sobrellevar todos los tragos amargos durante la realización de este libro brindando su apoyo moral y satírico. Y tercero fue una inspiración el intervenir en su libro de pasantía para continuar con el mío. ¡Gracias Meno!

Al Sapo Gozón y al T.D.S.O.S.R que gracias a ustedes y su apoyo el proceso de pasantía fue como un campamento de verano. Ayudaron a vislumbrar muchísimas cosas, talentos ocultos y a hacerme sentir segura de mi trabajo. ¡Gracias!

Y para finalizar, como creo que Dios es ingeniero, Él es el gestor principal de todas las líneas de arriba, de este libro y de todo el Universo. ¡Gracias!

INDICE GENERAL

RESUMEN	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xiii
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA LA ELECTRICIDAD DE CARACAS	3
1.1 La Empresa	3
1.2 Misión.....	3
1.3 Visión	3
1.4 Estructura de planificación	4
1.5.1. Objetivos de la Vicepresidencia de distribución.....	4
1.5.2. Actividades y objetivos del departamento de planificación	5
1.5.3. Organigrama de la Vicepresidencia de distribución.	5
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Planificación del Sistema de Distribución Eléctrica	7
2.2 Planificación a Largo Plazo	8
2.3 Estudio de Saturación de la Demanda.....	9
2.3.1 Métodos de Estimación de la Demanda	9
2.3.2 Modelo del uso de la tierra	11
2.3.3. Metodología para la realización del estudio de saturación.....	13
2.3.4. Metodología Utilizada para la Ubicación de las Subestaciones [5,8]	15
2.4 La Planificación Urbana en Venezuela	18
2.4.1 Plan Nacional de Ordenación Territorial.....	18
2.4.2 Planes de Ordenación Urbanística (P.O.U.).....	18
2.4.3 Planes de Desarrollo Urbano Local (P.D.U.L.)	19
2.4.4 Planes Especiales	20
2.4.5 Ordenanzas de Zonificación	20
CAPÍTULO 3 CASO DE ESTUDIO GUARENAS -GUATIRE.....	21
3.1 Información Geográfica y Urbana de Guarenas y Guatire.....	21
3.2 Información del estado actual del sistema eléctrico de Guarenas y Guatire	24

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE SATURACIÓN DE LA DEMANDA	26
4.1 Zonificación de Guarenas, Guatire y Araira.....	26
4.1.1 Zonificación Residencial	26
4.1.2 Zonificación Comercial	27
4.1.3 Zonificación Institucional.....	27
4.1.4 Zonificación Industrial	28
4.2 Índices de Demanda	29
4.2.1 Base de Datos de ELEGGUA.....	29
4.2.2 Programa conversor de kWh a kVA	29
4.2.3 SIGRED y MicroStation®.....	30
4.2.4 Índice de Demanda Residencial.....	30
4.2.5 Cálculo de Índices de Demanda Comercial.....	32
4.2.6 Índice de Demanda Institucional	33
4.2.7 Índice de Demanda Industrial	34
4.2.8 Usuarios de Alta Demanda	36
4.3 Planteamiento de Escenarios	36
4.3.1 Escenario Base de Guarenas y Guatire.....	36
4.3.2. Comparación con los datos de la estimación a mediano plazo en la subestaciones de ELEGGUA.	37
4.3.3 Representación porcentual de los sectores en Guarenas, Guatire y Araira	37
4.3.4 Variables utilizadas en el planteamiento de escenarios.....	38
4.3.5 Herramientas a utilizar en el planteamiento de escenarios.....	39
4.3.6 Características de los Escenarios	42
4.4 Demanda de Saturación.....	44
4.5 Comparación con los estudios anteriores de saturación de Guarenas y Guatire	47
CAPÍTULO 5 UBICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES.....	50
5.1 Áreas de Servicio Actuales de las Subestaciones de ELEGGUA	50
5.2 Resultados de ubicación de subestaciones en cada escenario	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXO A.....	61
ANEXO B.....	62
ANEXO C.....	64

ANEXO D.....	66
ANEXO E.....	69
ANEXO F.....	70
ANEXO G.....	72
ANEXO H.....	113
APÉNDICE A.....	118

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Etapas de la planificación del sistema de distribución.....	7
Tabla 3.1 Población de Guarenas y Guatire para el año 2007.....	21
Tabla 3.2. Información Urbana disponible de Guarenas y Guatire.....	23
Tabla 3.3. Situación Actual de las Subestaciones de ELEGGUA.....	24
Tabla 4.1 Industrias y Fábricas de Guarenas y Guatire.....	28
Tabla 4.2. Índices de Demanda Residencial.....	32
Tabla 4.3 Índices de Demanda de sectores C-1, C-2 y C-3.....	32
Tabla 4.4. Índices de Demanda Comercial.....	33
Tabla 4.5. Índices de Demanda para sectores Institucional 1.....	34
Tabla 4.6. Índices de Demanda Institucional.....	34
Tabla 4.7. Índice de Demanda Industrial por tipo de industria.....	34
Tabla 4.8. Índices de demanda industriales y porcentajes de ocupación correspondientes a los tipos de industria.....	35
Tabla 4.9. Usuarios de Alta Demanda de Guarenas y Guatire.....	36
Tabla 4.10. Demanda y porcentaje de demanda por sector del Escenario Base.....	37
Tabla 4.10. Demandas obtenidas en el Escenario 1.....	44
Tabla 4.11. Demandas obtenidas en el Escenario 2.....	44
Tabla 4.12. Demandas obtenidas en el Escenario 3.....	45
Tabla 4.13. Demandas obtenidas en el Escenario 4.....	45
Tabla 4.15. Demanda de Saturación de cada Escenario.....	47
Tabla 4.16. Comparación entre el Estudio de Saturación Actual y los realizados en el año 1990 y 1994.....	49
Tabla 5.1. Ubicación de subestaciones escenario 1.....	51
Tabla 5.2. Ubicación de subestaciones escenario 2.....	52
Tabla 5.3. Ubicación de subestaciones escenario 3.....	52
Tabla 5.4. Ubicación de subestaciones escenario 4.....	53
Tabla C.1. Sectores de Guarenas, Guatire y Araira.....	64
Tabla D.1. Índices de demanda residencial de los sectores de Guarenas, Guatire y Araira	66
Tabla D.2. Índices de Demanda de Zonas de Desarrollo No Controlado.....	67
Tabla E.1 Circuitos de las Subestaciones de ELEGGUA.....	69

Tabla F.1 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 1.....	70
Tabla F.2 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 2.....	70
Tabla F.3 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 3.....	71
Tabla F.4 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 4.....	71
Tabla G.1 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 1.....	72
Tabla G.2 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 2.....	73
Tabla G.3 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 3.....	74
Tabla G.4 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 4.....	75
Tabla G.5 Demanda por área de servicio de Trapichito Escenario 1.....	76
Tabla G.6 Demanda por área de servicio de Trapichito Escenario 2.....	77
Tabla G.7 Demanda por área de servicio de Trapichito Escenario 3.....	78
Tabla G.8 Demanda por área de servicio de Trapichito Escenario 4.....	79
Tabla G.9 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 1.....	80
Tabla G.10 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 2.....	81
Tabla G.11 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 3.....	82
Tabla G.12 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 4.....	83
Tabla G.13 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 1.....	84
Tabla G.14 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 2.....	85
Tabla G.15 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 3.....	86
Tabla G.16 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 4.....	87
Tabla G.17 Demanda por área de servicio de Eleggua Escenario 1.....	88
Tabla G.18 Demanda por área de servicio de Eleggua Escenario 2.....	89
Tabla G.19 Demanda por área de servicio de Eleggua Escenario 3.....	90
Tabla G.20 Demanda por área de servicio de Eleggua Escenario 4.....	91
Tabla G.21 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 1.....	92
Tabla G.22 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 2.....	93
Tabla G.23 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 3.....	94
Tabla G.24 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 4.....	95
Tabla G.25 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 1.....	96
Tabla G.26 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 1.....	97
Tabla G.27 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 1.....	98
Tabla G.28 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 2.....	99

Tabla G.29 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 2.....	100
Tabla G.30 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 2.....	101
Tabla G.31 Demanda por área de servicio de Vega Abajo Escenario 2.....	102
Tabla G.32 Demanda por área de servicio de Mampote Escenario 3.....	103
Tabla G.33 Demanda por área de servicio de Vega Abajo Escenario 3.....	104
Tabla G.34 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 3.....	105
Tabla G.35 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 3.....	106
Tabla G.36 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 3.....	107
Tabla G.37 Demanda por área de servicio de Mampote Escenario 4.....	108
Tabla G.38 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 4.....	109
Tabla G.39 Demanda por área de servicio de Vega Abajo Escenario 4.....	110
Tabla G.40 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 4.....	111
Tabla G.41 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 4.....	112
Tabla H.1 Centro de carga Ruiz Pineda.....	113
Tabla H.2 Centro de carga Valle Arriba.....	114
Tabla H.3 Centro de carga Las Rosas.....	114
Tabla H.4 Centro de carga Vega Abajo.....	116
Tabla H.5 Centro de carga Mampote.....	117

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Organigrama de la Vicepresidencia de distribución.....	6
Figura 2.1 Modelo del Proceso de Planificación de Distribución a Largo Plazo.....	9
Figura 2.2. Esquema sobre planificación y modelos de estimación de la demanda.....	10
Figura 2.3. Características del Modelo Basado en el Uso de la Tierra.....	13
Figura 2.4. Estudio de Saturación de la Demanda.....	15
Figura 2.5 Procedimiento general para la ubicación de subestaciones.....	17
Figura 3.1. Mapa de los Municipios del Estado Miranda. Se destaca en color rojo a Guarenas y en verde a Guatire.....	22
Figura 3.2 Imagen satelital del estado actual de las infraestructuras de Guarenas y Guatire.	23
Figura 3.3. Imagen satelital para la observación del relieve de Guarenas y Guatire.....	24
Figura 3.4 Diagrama de Alimentación de la Red Eléctrica de Guarenas y Guatire.....	25
Figura 4.1. Relación entre el índice de demanda residencial y la cantidad de habitantes por hectárea de Guarenas y Guatire.....	31
Figura 4.2. Zonificación de los sectores residenciales e industriales de Guarenas y Guatire.....	42
Figura 4.3 Zonificación del Escenario 1.....	45
Figura 4.4 Zonificación del Escenario 2.....	46
Figura 4.5 Zonificación del Escenario 3.....	46
Figura 4.6 Zonificación del Escenario 4.....	46
Figura 4.7. Comparación Gráfica de las demandas de Saturación del estudio actual respecto a los estudios realizados en el año 1990 y 1994.....	49
Figura 5.1. Áreas de servicio actuales de las subestaciones de ELEGGUA.....	50
Figura 5.2. Ubicación de Subestaciones Escenario 1.....	54
Figura 5.3. Ubicación de Subestaciones Escenario 2.....	54
Figura 5.4. Ubicación de Subestaciones Escenario 3.....	54
Figura 5.5. Ubicación de Subestaciones Escenario 4.....	55
Figura A.1 Ejemplo del sistema de cuadrículas utilizado en La Electricidad de Caracas...	61

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

EDC	Electricidad de Caracas
ELEGGUA	Electricidad de Guarenas y Guatire
Ha	Hectárea
P.D.U.L	Plan de Ordenación Urbanística Local
P.O.U.	Plan de Ordenamiento Urbano
S/E	Subestación

INTRODUCCIÓN

La región de Guarenas y Guatire se desarrolla en los años 70 como una alternativa para los pobladores y trabajadores del Área Metropolitana de Caracas con el fin de redistribuir a la población y aliviar el crecimiento acelerado de la capital del país. Esta región se concibe de tal manera de que sea un nuevo núcleo urbano independiente. Sin embargo, se convierte en “ciudad dormitorio” con un alto desarrollo industrial vinculada aun a Caracas.

Por la proximidad de esta región a la capital, con el paso de los años la población ha ido en aumento con el desarrollo de grandes urbanizaciones, centros comerciales y vialidad lo cual ha permitido que esta región sea atractiva a la creación de nuevos proyectos. Uno de ellos, Ciudad Socialista Belén es un desarrollo a gran escala residencial, institucional y comercial con 18000 viviendas proyectadas. La otra construcción importante para la región es el Metro de Guarenas y Guatire.

El desarrollo de Guarenas y Guatire implica un aumento de la demanda eléctrica, por lo cual La Electricidad de Caracas se ve actualmente en la necesidad de planificar su sistema eléctrico a largo plazo con la finalidad de alimentar las cargas futuras y garantizar un servicio óptimo y de calidad a todos sus usuarios. Hace 20 y 16 años, se realizaron estudios de este tipo para la región ya que se proyectaba un desarrollo urbanístico importante dentro de los planes gubernamentales que no se cumplieron a cabalidad. Actualmente se plantea realizar un estudio de saturación de la demanda en la región de Guarenas y Guatire como parte fundamental del estudio de planificación a largo plazo.

El estudio de saturación de la demanda tiene como objetivo fundamental en predecir la magnitud de la demanda eléctrica dentro de la región en expansión de Guarenas y Guatire, previendo su desarrollo infraestructural al máximo permisible según sus características geográficas y urbanas, con el fin de determinar la capacidad y ubicación de subestaciones en el futuro. Para la realización del mismo, es necesario: recopilar información geográfica, urbana y eléctrica de la región, identificar y ubicar a los usuarios que presenten una gran demanda, definir

las áreas en donde se desarrolla la región de Guarenas y Guatire, calcular los índices de demanda, plantear los escenarios de crecimiento, calcular la demanda de saturación y ubicar las subestaciones futuras.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

LA ELECTRICIDAD DE CARACAS

1.1 La Empresa

La Electricidad de Caracas (La EDC), con más de 110 años de experiencia, provee de servicio eléctrico a más de un millón de clientes y cuatro millones y medio de usuarios, cubriendo una extensión de 5200 Km², distribuidos entre la Gran Caracas (Vargas, Guatire, Guarenas, Los Teques) y San Felipe en el Estado Yaracuy. Presta servicios en las áreas de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización, con una capacidad instalada de 2.316 Megavatios, para satisfacer la demanda de energía eléctrica de las áreas servidas. El 100% de la energía distribuida es generada en cinco plantas termoeléctricas, que utilizan como combustible gas y fuel oil. Desde junio de 2007, se convierte en una empresa del Estado venezolano. [1]

1.2 Misión

La Electricidad de Caracas es una empresa del Estado venezolano dedicada a proveer el mejor servicio eléctrico y comprometido a responder las expectativas de sus clientes, trabajadores y accionistas, contribuyendo así a elevar la calidad de vida de la sociedad venezolana. [1]

1.3 Visión

Ser una empresa reconocida nacional e internacionalmente como líder innovador, proveedora de un servicio eléctrico de alta calidad, con personal y tecnologías excelentes, financieramente sólida y factor fundamental del sector eléctrico venezolano. [1]

1.4 Estructura de planificación

La Electricidad de Caracas, en departamento de planificación de distribución, se organiza por regiones, estas son: Región Este, región Oeste, región Centro, región Sureste, región Noroeste, región Vargas, región Los Teques, región Guarenas, Guatire y región San Felipe. Cada región debido a lo extensa que puede ser se divide en zonas, esto se realiza para tener un mayor control de la planificación y prestar un mejor servicio dentro de la región. Cada zona cuenta con un responsable de planificación. Cada una de las regiones tiene la responsabilidad de realizar las labores siguientes:

- Operación y mantenimiento de la red de distribución eléctrica.
- Mantenimiento del alumbrado público de las vías.
- Diseño y construcción de proyectos eléctricos para los clientes.
- Ejecución de los proyectos de adecuación.
- Expansión y mejora en la red y en el servicio prestado.
- Solución de averías y reclamos de servicio.
- Servicio completo del área comercial. [2,3]

1.5.1. Objetivos de la Vicepresidencia de distribución.

- Auditar los procesos
- Lograr un alto grado de satisfacción en el cliente.
- Reducir las pérdidas técnicas y no técnicas.
- Optimizar los activos y recursos financieros.
- Mejorar el desempeño mediante el uso de las mejores prácticas, la medición de resultados y la promoción de logros.
- Incrementar los ingresos.
- Garantizar una operación rentable bajo la nueva regulación y normativa interna.
- Reducir los accidentes del personal, contratistas y terceros. [2]

1.5.2. Actividades y objetivos del departamento de planificación

- Coordinar y consolidar los estudios de planificación a corto, mediano y largo plazo, realizados por cada una de las regiones y velar por su realización periódica.
- Apoyar técnicamente a cada una de las regiones de operación y mantenimiento en la realización de los estudios de planificación a corto y mediano plazo.
- Coordinar la actuación y unificación de la plataforma informática requerida en todas las regiones para realizar los estudios de planificación.
- Mantener actualizados y unificados los procedimientos, métodos y criterios técnicos usados por cada región para realizar los estudios de planificación de distribución.
- Velar por un diseño que maximice la utilización del equipamiento y establezca una expansión ordenada y oportuna.
- Asignar prioridades en los proyectos especiales que involucran a todas las regiones y velar por su ejecución.
- Elaborar planes de trabajo periódicos, especificando: alcance, recursos y costos, en conjunto con todas las regiones.
- Preparar anualmente el plan de ejecución y expansión consolidado del sistema de distribución.
- Preparar anualmente el plan de inversiones consolidado del sistema de distribución.
- Detectar requerimientos de normalización de nuevas tecnologías, criterios y procedimientos compartidos por las regiones de distribución.
- Solicitar al comité de normalización la elaboración de normas, criterios y procedimientos que satisfagan las necesidades de la planificación de distribución.
- Detectar y solucionar necesidades de entrenamiento en el área de planificación. [2]

1.5.3. Organigrama de la Vicepresidencia de distribución

A continuación se muestra en la Figura 1.1 el organigrama general de la vicepresidencia de planificación de distribución.

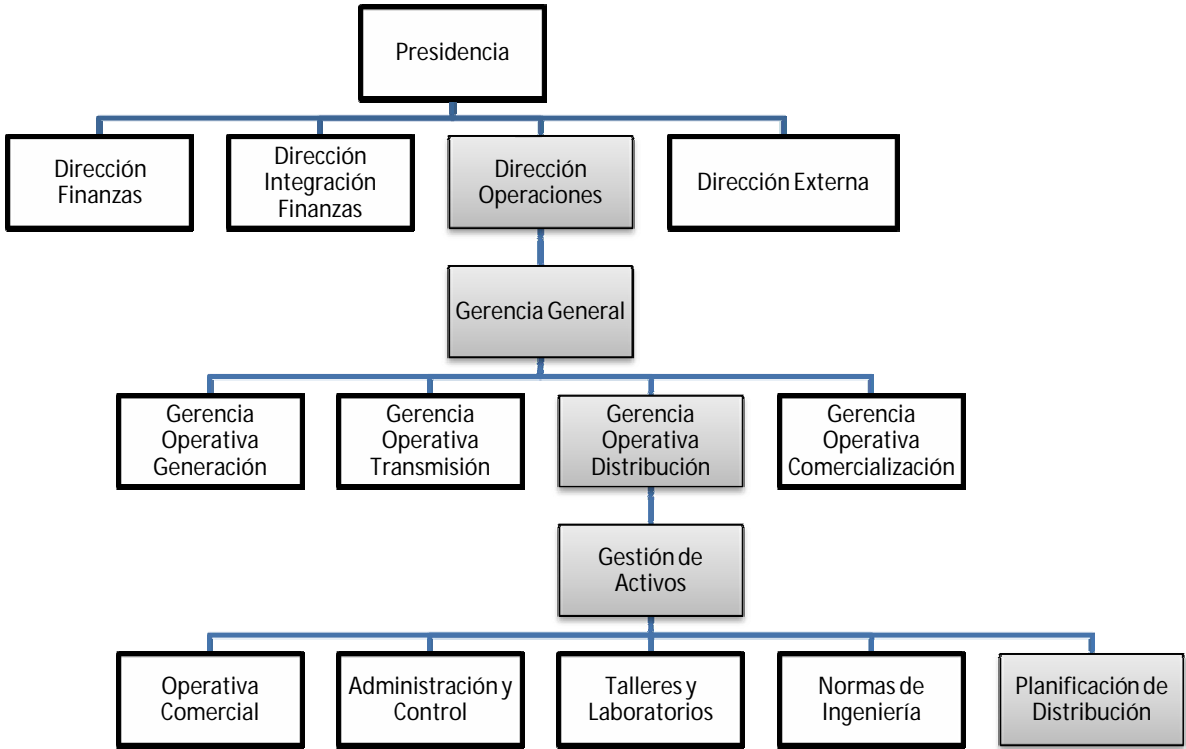


Figura 1.1: Organigrama de la Vicepresidencia de distribución. [2]

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Planificación del Sistema de Distribución Eléctrica

Para que un sistema de distribución eléctrico opere de forma eficiente, este debe diseñarse de tal manera que se debe anticipar a las necesidades de la demanda. Para poder obtener información de cómo será esta demanda en el futuro, se debe realizar una estimación espacial que incluya la predicción de la demanda considerando la localización, magnitud de la carga en el presente y las características temporales del comportamiento de la carga en general [4].

La planificación del sistema de distribución se divide en tres etapas según las necesidades operativas del sistema cuyas características se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Etapas de la planificación del sistema de distribución [5]

Planificación del sistema de distribución		
Planificación a corto plazo	Planificación a mediano plazo	Planificación a largo plazo
Mejoras y expansiones de la red durante el período de un año.	Establece estrategias de expansión de las subestaciones existentes y el desarrollo de subestaciones futuras, más los pequeños desarrollos que necesite la red, estimando la demanda para un período de 5 años.	Establece los requerimientos de futuras subestaciones, define rutas troncales de alimentadores y áreas de servicio en el futuro. Cubre períodos de 8 a 20 años. Define el terreno para la infraestructura eléctrica en general.

2.2 Planificación a Largo Plazo

El objetivo principal de la planificación a largo plazo es determinar la cantidad, el tipo y la ubicación de la carga futura para definir las capacidades, ubicaciones y el momento en el cual los equipos para suplir la demanda son requeridos [6]. Existe incertidumbre sobre el desarrollo de una región, ya que influyen factores socioeconómicos, políticos, naturales, demográficos, entre otros. Por lo tanto el estudio de planificación a largo plazo se basa en métodos de estimación y predicción de la demanda. Para lograr mayor precisión en el estudio, se divide la localización en pequeñas áreas (microáreas), logrando aumentar la resolución para aplicar un modelo de estimación de la demanda que sea adecuado según los requerimientos del sector.

Las etapas de la planificación a largo plazo contemplan [5]:

1. Estimación de la distribución espacial de la demanda a futuro
2. Determinación de la capacidad y número de subestaciones requeridas
3. Ubicación de las subestaciones de distribución
4. Configuración de la red de alimentadores primarios (red troncal)
5. Estimar el período de construcción de las subestaciones y configuraciones de la red (para un año horizonte) con el fin de establecer las inversiones en el sistema eléctrico.

La estimación de la demanda a largo plazo define las expansiones que el sistema de distribución requiere y a la vez sirve para acotar las estimaciones de la demanda a mediano plazo, informar de cómo y cuándo se van a ir incorporando las cargas futuras a la red de transmisión, prevé los requerimientos de terreno, recursos e infraestructura, optimiza las inversiones a realizar en el mediano y corto plazo y considera los eventos críticos que pueden ocurrir en el futuro [7]. En la Figura 2.1 se muestra el esquema general de la planificación a largo plazo.

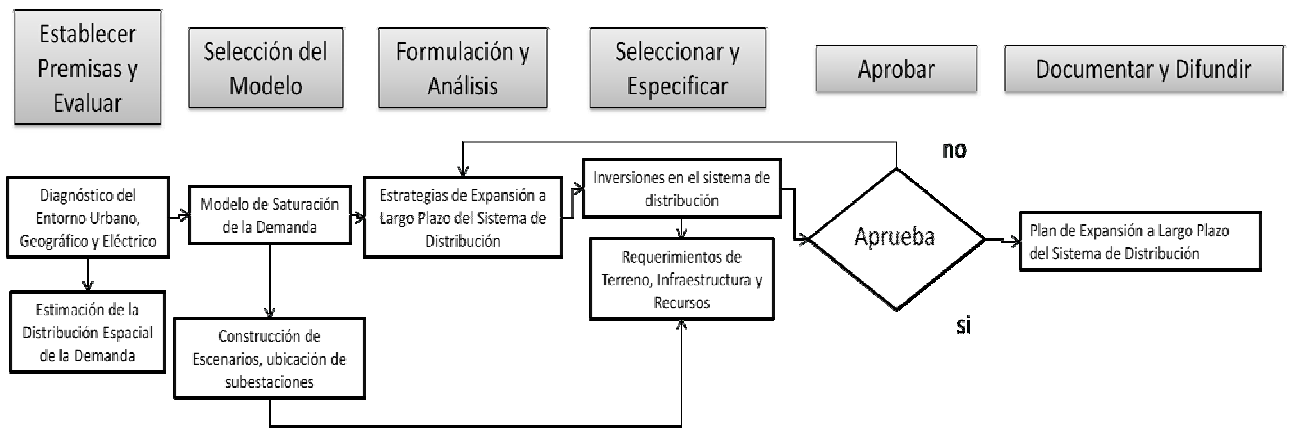


Figura 2.1 Modelo del Proceso de Planificación de Distribución a Largo Plazo [5,7]

2.3 Estudio de Saturación de la Demanda

Para la estimación de la demanda se utiliza el método de saturación, que consiste en obtener la demanda de una región suponiendo el máximo desarrollo permitido en la misma para un año horizonte [5]. El año horizonte es el año en el cual la región se ha desarrollado a su máxima capacidad espacial. Existen diferentes modelos predictivos para obtener el valor de la demanda de saturación.

2.3.1 Métodos de Estimación de la Demanda

Existen métodos para estimar la demanda dependiendo del tipo de estudio que se desee realizar, los más utilizados son:

Métodos Tendenciales: Se basan en series de tiempo y proyectan la relación existente entre la variable que se desea predecir y el tiempo. El desarrollo histórico de la variable de estudio determinará su comportamiento futuro.

Métodos Causales: Se basan en estudiar la relación existente entre las variables de un sistema, con la finalidad de predecir los valores que alcanzarán las mismas debido a cambios que las afecten.

Los métodos causales se dividen en cualitativos y analíticos [5]. Los métodos cualitativos utilizan herramientas computacionales que almacenan información del comportamiento de la carga y la proyectan generando un proceso de estimación intuitivo. Los métodos analíticos identifican tendencias de datos históricos del comportamiento de la demanda que luego son utilizados para proyectar su crecimiento.

Los métodos analíticos se dividen en modelos multivariados y modelos del uso de la tierra [5]. Los modelos multivariados extrapolan simultáneamente más de una variable por cada área pequeña del sector de estudio. Los modelos del uso de la tierra, simulan el comportamiento de variables urbanas para estimar la demanda eléctrica futura. Para este estudio se utilizará el modelo del uso de la tierra. En la Figura 2.2 se observa un esquema de los tópicos expuestos.

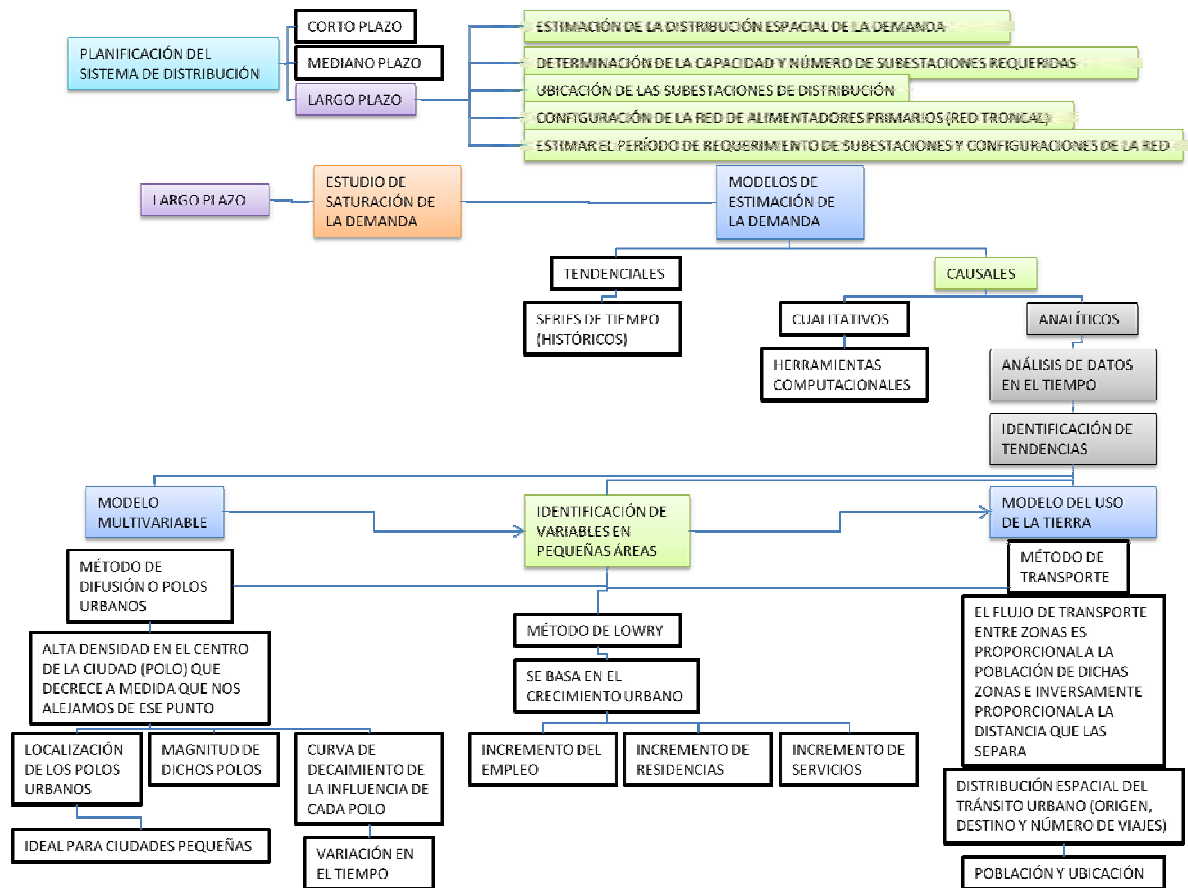


Figura 2.2. Esquema sobre planificación y modelos de estimación de la demanda

2.3.2 Modelo del uso de la tierra

El modelo del uso de la tierra posee 3 submodelos:

Submodelos de Demanda

Se utilizan para encontrar la demanda de tierra por parte de los usuarios; son de baja resolución espacial [5]. Se pueden distinguir tres tipos:

- Los que no poseen ningún modelo de demanda como tal, sino un control de los totales por clase. Estas clases son: residencial, comercial, institucional e industrial; que a su vez pueden estar divididos en subclases. El control en este caso es la densidad de población expresada en habitantes por hectárea, de acuerdo a las disposiciones que dictan las ordenanzas municipales [5].
- Los que utilizan un modelo espacial de polos urbanos. Este modelo se basa en la idea intuitiva de que la demanda se difunde desde áreas de alta hacia áreas de baja demanda [5].
- Los que se basan en un modelo urbano del transporte. Este sistema se fundamenta en el concepto de que cada individuo se ubicará en la ciudad tratando de optimizar su tiempo (costo de transporte) [5].

Submodelos de Oferta

Se utilizan para determinar la cantidad de tierra disponible por clase de cliente; son modelos de alta resolución espacial. También existen tres tipos:

- Valores de adecuación de la tierra para cada uso específico asignados manualmente, sobre la base de la intuición del planificador.

- Combinación de valores de adecuación con la zonificación existente. Se debe adecuar el uso de la tierra por intuición, tomando en cuenta la reglamentación preestablecida de zonificación [5].
- Valores de adecuación obtenidos de factores espaciales, tales como proximidad y entorno. Este método considera que ciertas zonas de la ciudad son idóneas solamente para cierto tipo de uso de la tierra [5].

Submodelo de Carga

Es la forma de conversión de los submodelos anteriores llevados a carga eléctrica. Es decir, cómo se traduce la concentración de personas, la zonificación existente, etc. en términos de carga eléctrica. Se clasifican en:

- Un valor único para cada clase (índices de demanda). El índice de demanda es un indicador de la demanda eléctrica según la cantidad y concentración de infraestructuras dentro de un área urbana determinada. Está dado en kVA/Ha (demanda sobre hectárea).
- Una curva de demanda diaria típica de cada clase. Tiene la ventaja de indicar explícitamente el comportamiento de la carga eléctrica y ubicar los distintos picos diarios que ocurren [5].
- Una curva de demanda diaria típica por subclase de cada clase (análisis de usuario). En este tipo se disgrega la carga eléctrica de cada clase en subclases; las cuales se constituyen por las distintas curvas de consumo de cada uno de los equipos eléctricos utilizados [5].

En la Figura 2.3 se muestra es esquema general de los modelos basados en el uso de la tierra.

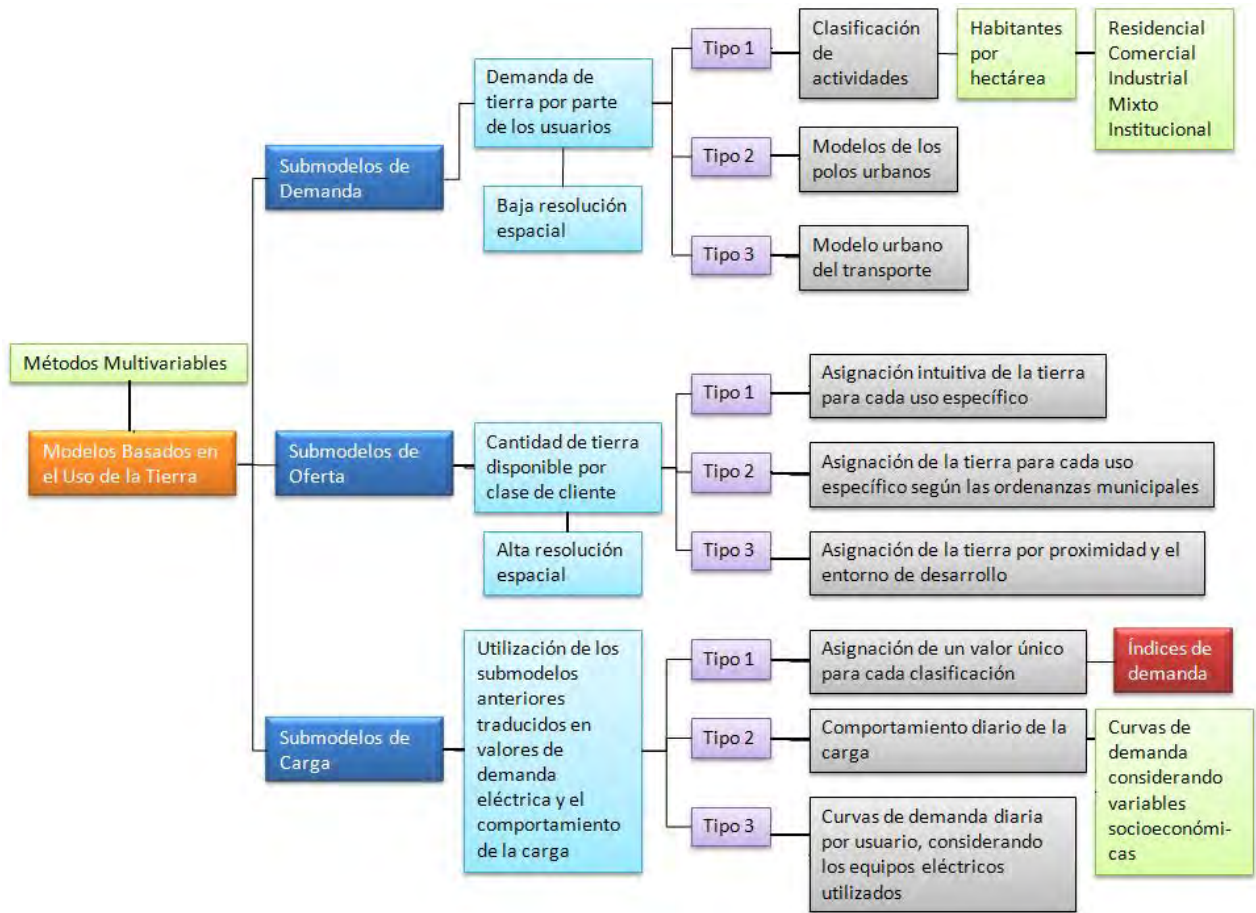


Figura 2.3. Características del Modelo Basado en el Uso de la Tierra

2.3.3. Metodología para la realización del estudio de saturación

El área de la zona de estudio se divide en cuadrículas, donde cada una mide 500m x 500m (25 hectáreas), esta es la manera en que el departamento de Información Geográfica de la Electricidad de Caracas secciona a las regiones donde se encuentran sus usuarios (Ver Anexo A). Cada sector de la zona de estudio tiene asignado un uso específico, que está reglamentado en los documentos de planificación urbana. Está condicionado por el terreno, vialidad, disponibilidad, etc. Para la estimación de la demanda se estudia cada una de las cuadrículas suponiendo el máximo desarrollo de la zona (saturación) con la información sobre uso de la tierra que se le dará a cada sector.

Utilizando el modelo del uso de la tierra y tomando en cuenta la incertidumbre de desarrollo de una región, se desarrolla una metodología para la realización del estudio de saturación. El estudio de saturación de la demanda consta de:

1. Recopilación de la Información

Consiste en obtener toda la información urbana, geográfica y eléctrica de la zona utilizando los documentos de planificación urbana e información través de la empresa de suministro eléctrico para establecer los usos de la tierra, las condiciones del sistema y estado de las subestaciones actuales.

2. Identificación y Ubicación de los Usuarios de Gran Demanda

Se ubican aquellos usuarios cuya demanda sea igual o superior a 2 MVA para sumarlos a los valores de la demanda de saturación.

3. Definición de las Áreas

Utilizando la información geográfica disponible, se sectoriza la región según el uso de la tierra para cargas residenciales, comerciales, industriales, mixtas e institucionales.

4. Cálculo de los Índices de Demanda

Se establecen los índices de demanda para cada tipo de carga residencial, comercial, industrial, mixta e institucional utilizando una metodología que permita conocer el valor de la demanda según la característica de la carga. Cada índice esta dado en kVA/Ha.

5. Planteamiento de Escenarios

Debido a la existencia de incertidumbre sobre el desarrollo de la región, se plantean cuatro escenarios que cubran todas las necesidades de expansión a futuro, considerando variables que afecten al estudio.

6. Cálculo de la Demanda de Saturación

Con los índices de demanda se calcula la demanda máxima en toda la región para cada uno de los escenarios planteados.

7. Ubicación de las Nuevas Subestaciones

Con la demanda máxima de cada escenario, se plantea la cantidad y ubicación de las subestaciones a través de metodologías de localización de centros de carga que se explicará en el siguiente apartado.

El esquema de la Figura 2.4 resume la metodología aplicada para la estimación de la demanda de saturación:

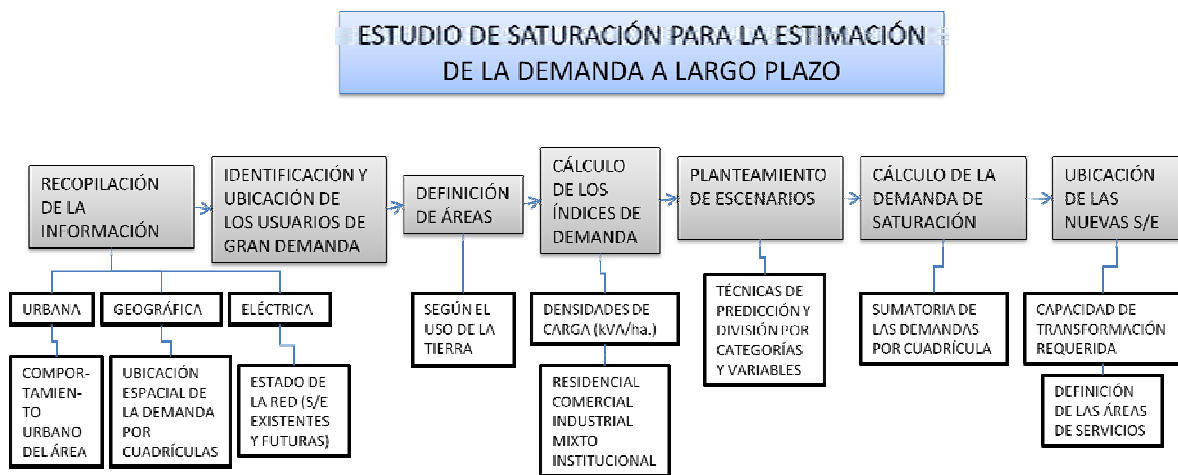


Figura 2.4. Estudio de Saturación de la Demanda

2.3.4. Metodología Utilizada para la Ubicación de las Subestaciones [5,8]

Al obtener demanda de saturación en cada uno de los escenarios de crecimiento, se puede establecer la ubicación posible de las nuevas subestaciones que se requerirán en el futuro. La ubicación de subestaciones consta de dos procedimientos principales:

1. Establecer las nuevas áreas de servicio
2. Calcular los centros de carga de las nuevas áreas de servicio

Para establecer las nuevas áreas de servicio se debe realizar lo siguiente:

- Revisar la capacidad firme y las áreas de servicio actuales de las subestaciones de la Región. La capacidad firme se define como 1,2 veces la sumatoria de las capacidades de los transformadores a ventilación forzada, menos la capacidad de la unidad de mayor potencia. En otras palabras, es la capacidad que tiene una subestación de satisfacer toda su demanda, en caso de perder la unidad de mayor capacidad que esté instalada. Al ocurrir esto las unidades restantes podrán trabajar al 120% de su capacidad nominal especificada en sus datos de placa y la subestación supliría a la carga en condiciones de emergencia. [3]

- Establecer las áreas de servicio total a máxima capacidad de cada una de las subestaciones actuales, es decir que no excedan los 100 MVA o la capacidad máxima que pueda tener la subestación estudiada. Las áreas se obtienen sumando las demandas de las cuadrículas que puede servir una subestación determinada hasta llegar a su máxima capacidad de servicio. Se marca el área de cada una de esas cuadrículas.

- Definidas las áreas de servicio actuales, las áreas restantes se utilizan para establecer las nuevas áreas de servicio utilizando el mismo procedimiento explicado en el paso anterior.

Ya definidas las nuevas áreas de servicio, solo resta calcular los centros de carga donde se ubicarán las nuevas subestaciones. El procedimiento es el siguiente:

En las nuevas áreas de servicio, se aplican las siguientes ecuaciones:

$$X_{CC} = \frac{\sum X_i * D_i}{D_t} \quad (2.1)$$

$$Y_{CC} = \frac{\sum Y_i * D_i}{D_t} \quad (2.2)$$

Donde X_{cc} y Y_{cc} son las coordenadas del centro de carga del área de servicio de la subestación. X_i y Y_i son las coordenadas de los centros de carga de cada una de las cuadrículas (ubicadas en el centro de la misma), D_i es la demanda de la cuadrícula y D_t es la suma de las demandas de todas las cuadrículas en el área de servicio.

El procedimiento general para la ubicación de subestaciones se muestra en la figura 2.5

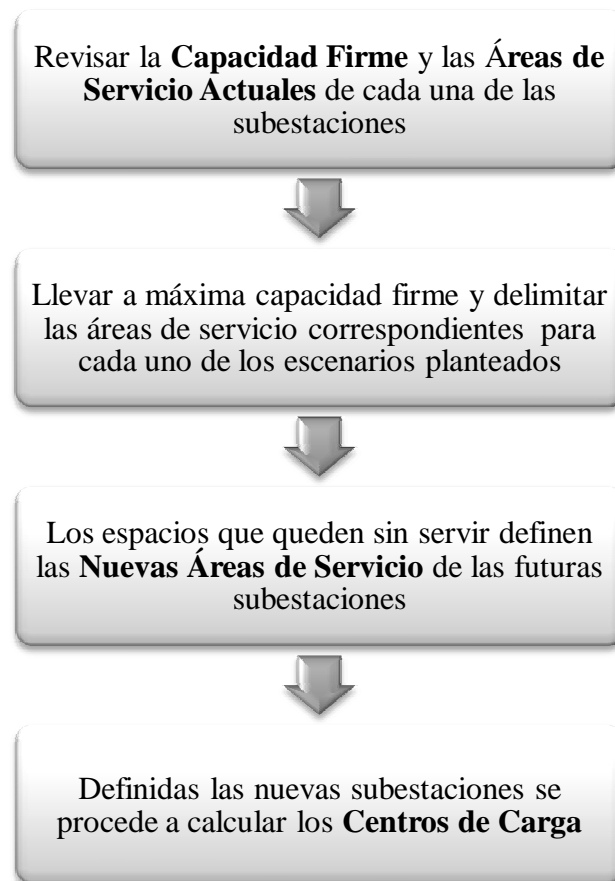


Figura 2.5 Procedimiento general para la ubicación de subestaciones

2.4 La Planificación Urbana en Venezuela

Las reglamentaciones urbanísticas regulan el tipo y la intensidad de las actividades, así como las características de las construcciones y del acondicionamiento del medio físico natural y son de carácter jurídico. También forman parte de los instrumentos utilizados para la aplicación de planes locales de desarrollo y contribuyen a la administración del recurso tierra, reguladas por las autoridades competentes [5].

Los Planes de Desarrollo Urbanístico en Venezuela están conformados por:

- Plan Nacional de Ordenación Territorial
- Planes Regionales de Ordenación de Territorio
- Planes de Ordenación Urbanística (P.O.U.)
- Planes de Desarrollo Urbano Local (P.D.U.L.)
- Planes Especiales
- Ordenanzas de Zonificación

2.4.1 Plan Nacional de Ordenación Territorial

Tiene como objetivo orientar la localización de la población, de las actividades económicas y la infraestructura física, armonizando criterios de crecimiento económico, desarrollo social, seguridad y defensa y conservación del ambiente, basado en el conocimiento de las potencialidades y restricciones específicas de cada ámbito geográfico. Estos planes en conjunto con los planes Regionales de Ordenación del Territorio, sientan las bases para establecer el crecimiento y desarrollo de una zona en específico [5].

2.4.2 Planes de Ordenación Urbanística (P.O.U.)

Comprende el conjunto de acciones y regulaciones tendentes a la planificación, desarrollo, conservación y renovación de los centros poblados. Las actuaciones de las autoridades

urbanísticas se compatibilizarán con las políticas de ordenación territorial y de desarrollo regional que defina el Ejecutivo Nacional. Estas actuaciones son actos administrativos, cuya legalidad se controlará conforme a la legislación de la materia [5]. Los planes de ordenación urbanística entrarán en vigencia mediante Resolución del Ministerio del Desarrollo Urbano, publicada en la Gaceta Oficial y comprenden:

- Definición de la estrategia de desarrollo urbano, en cuanto a la población, base económica y áreas de expansión urbana.
- Demarcación de las áreas de eventual crecimiento de las ciudades.
- Definición de los usos de la tierra e intensidades de ocupación.
- Determinación de los espacios libres de protección y conservación ambiental y de las zonas verdes.
- Descripción del sistema de vialidad urbana, arterial y colectora
- Delimitación de áreas de ubicación de servicios públicos y de áreas de alta peligrosidad, definiendo su franja de seguridad.
- Descripción de los equipamientos básicos de dotación de servicios comunales: educativos, deportivos, recreacionales, religiosos, culturales y otros.

2.4.3 Planes de Desarrollo Urbano Local (P.D.U.L.)

Es un instrumento técnico jurídico que les permite controlar, regularizar en cuanto a los usos de suelo, volumetría y además la proyección de inversiones públicas y privadas para el futuro desarrollo y crecimiento de ciudad. El P.D.U.L. contiene:

- Definición de la estrategia de desarrollo urbano, en cuanto a población, base económica y áreas de expansión urbana.
- Definición de los usos de la tierra para determinar la necesidad o no de elaborar planes especiales.
- Determinación de áreas verdes designadas a parques y jardines públicos.
- Ubicación para edificaciones y servicios públicos.
- Diseño del sistema de vialidad urbana, arterial y colectora.

- Delimitación de áreas de ubicación de servicios públicos y de áreas de alta peligrosidad, definiendo su franja de seguridad.
- Señalamiento de las áreas de desarrollo urbano no controlado, indicando las características que deban ser corregidas de forma de incorporarlas a la estructura urbana.
- La regulación detallada de los usos del suelo y delimitación de las zonas en que se divide el área del plan en razón de aquéllos y, si fuere el caso, la organización de la misma en perímetro o unidades de actuación [5].

2.4.4 Planes Especiales

Son planes adicionales a los establecidos por el P.D.U.L. y el P.O.U. que plantean la ordenación, creación, defensa y mejoramiento de algún sector particular de la ciudad, la cual amerite un tratamiento especial [5].

2.4.5 Ordenanzas de Zonificación

Son normas jurídicas que regulan las características de las actividades localizadas y de las instalaciones que ellas requieren para su funcionamiento. Se divide el suelo en zonas donde cada una de ellas está reglamentada según el tipo y la intensidad de las actividades y características de los inmuebles. Están compuestas de un texto que contiene las disposiciones y de mapas que permiten especializarlas por zonas [5]. Es posible diferenciar tres aspectos regulados por las ordenanzas de zonificación:

- Tipo de uso del suelo
- Intensidad de uso del suelo
- Características de los inmuebles

CAPÍTULO 3

CASO DE ESTUDIO GUARENAS -GUATIRE

3.1 Información Geográfica y Urbana de Guarenas y Guatire

Guarenas y Guatire está ubicada en la parte norte-central del estado Miranda a 30 Km. del este de la ciudad de Caracas, en el tramo central de la Cordillera de la Costa. Posee dos municipios, Plaza al oeste con la parroquia Guarenas, Zamora al este donde están las parroquias Guatire y Bolívar (Araira). El área ocupada por la región de Guarenas y Guatire es de 9698,08 Ha. [9,10]. El río más importante del Valle es el río Guarenas cuya dirección es oeste-sureste y permite el acondicionamiento y delimitación de algunos de los sectores de la región [11]. En la tabla 3.1 se muestra la cantidad de habitantes de las parroquias de Guarenas y Guatire

Tabla 3.1 Población de Guarenas y Guatire para el año 2007 [12]

Municipio Plaza (parroquia Guarenas)	Municipio Zamora (parroquia Guatire)	Municipio Zamora (parroquia Bolívar) - Araira
237379 habitantes	148049 habitantes	41882 habitantes

El mapa político del Estado Miranda se encuentra en la Figura 3.1. En el mismo se observa en color rojo Guarenas y en color verde Guatire.

En cuanto a información urbana, se revisaron los documentos de planificación disponibles del sector. Se procede a clasificarlos según su importancia dentro de este estudio para poder establecer adecuadamente la zonificación y características físico-geográficas existentes en la región. Esta información se encuentra disponible en La Electricidad de Caracas y en las alcaldías

del Municipio Plaza y Municipio Zamora. Los documentos de planificación urbana disponibles para este estudio se resumen en la Tabla 3.2

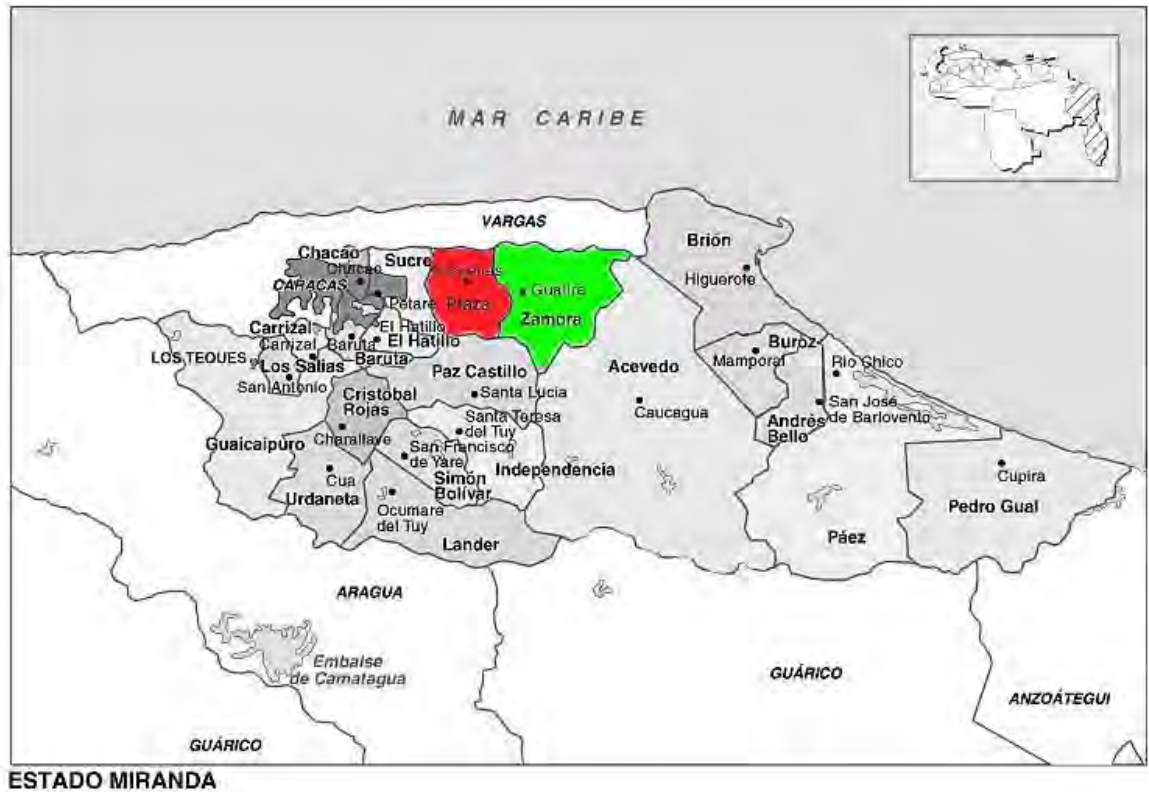


Figura 3.1. Mapa de los Municipios del Estado Miranda. Se destaca en color rojo a Guaremas y en verde a Guatire. [13]

Adicionalmente, para este estudio la empresa dispone de dos imágenes satelitales de la zona de diciembre de 2008, para establecer las características de los sectores y conocer el relieve del suelo y sus pendientes. Ver Figuras 3.2 y 3.3.

Tabla 3.2. Información Urbana disponible de Guarenas y Guatire

Información Urbana		
Investigación sobre la planificación urbana en Guatire, Guarenas y Araira	Planes Nacionales de Ordenación Territorial	Plan de ordenación del territorio del 1 de marzo de 2006 en la Gaceta Oficial número 38.388.
	Planes de Ordenación Urbanística (P.O.U.)	Plan de ordenación urbanística de Ciudad Fajardo-Araira en la Gaceta Oficial número 4.878 del 27 de marzo de 1995
	Planes de Desarrollo Urbano Local (P.D.U.L.)	Propuesta del P.D.U.L. de Guarenas realizada en el instituto de estudios regionales y urbanos I.E.R.U de la Universidad Simón Bolívar realizada aproximadamente en 1988.
	Planes Especiales	Planes especiales a mediano plazo en el P.O.U. de Ciudad Fajardo-Araira de 1995 y el proyecto preliminar del área central metropolitana de Ciudad Fajardo-Araira realizado en el año 1993.
	Ordenanzas de Zonificación	Se revisaron las Ordenanzas de Guatire y se consideran cuatro en total de fechas 2 de octubre de 1983, 8 de febrero y de junio de 1995 y 17 de octubre de 2006.
Resolución 151 MINDUR	Establece las características de desarrollo poblacional para el ámbito residencial, comercial, industrial e institucional	

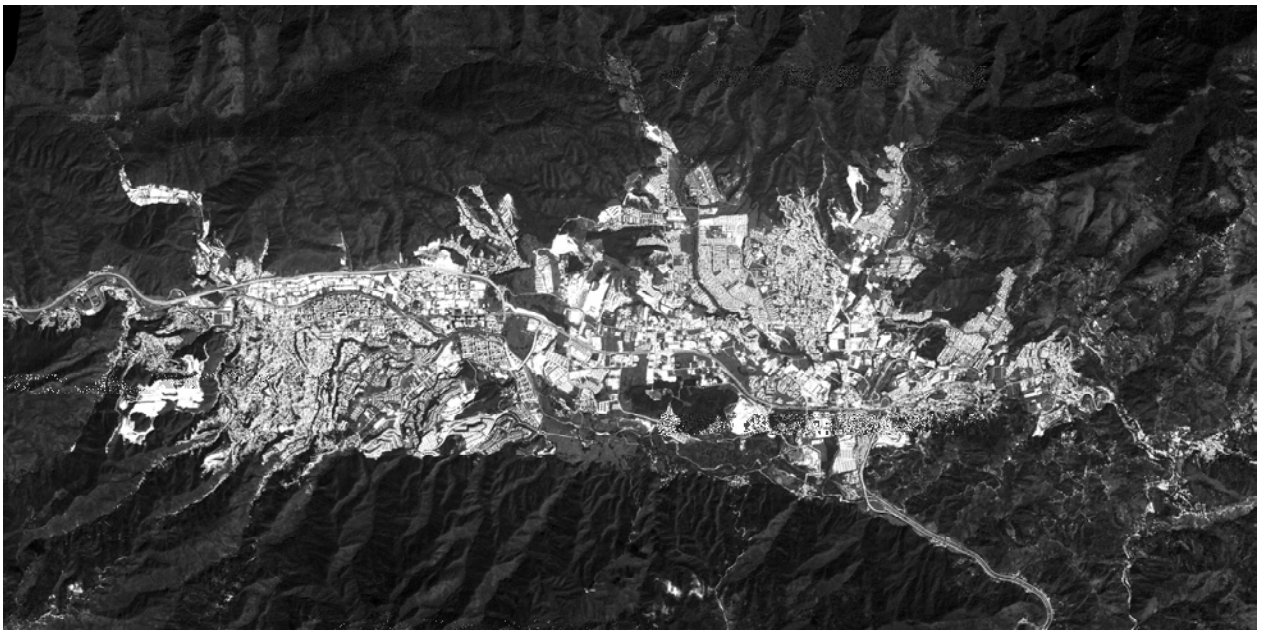


Figura 3.2 Imagen satelital del estado actual de las infraestructuras de Guarenas y Guatire



Figura 3.3. Imagen satelital para la observación del relieve de Guarenas y Guatire

3.2 Información del estado actual del sistema eléctrico de Guarenas y Guatire

El sistema eléctrico de la región de Guarenas y Guatire actualmente está regido por La Electricidad de Guarenas y Guatire (ELEGGUA), empresa filial de La Electricidad de Caracas. Actualmente existen seis subestaciones cuya situación se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Situación Actual de las Subestaciones de ELEGGUA

Subestación	Voltaje de distribución (kV)	Capacidad Firme (MVA)	Demanda 2008 (MVA)	Ubicación en Cuadrícula	Número de Circuitos
CASARAPA	12,47	33,6	13,37	84ES	5
ELEGGUA	12,47	33,6	30,15	70ET	9
GUAIRITA	12,47	33,6	29,24	58ER	8
LUIS CARABALLO	12,47	100,8	69,93	67ET	17
SANTA CRUZ	12,47	8,4	8,32	65ES	6
TRAPICHITO	12,47	67,2	44,9	62ES	13

El diagrama de alimentación de la red de Guarenas y Guatire se muestra en la figura 3.3

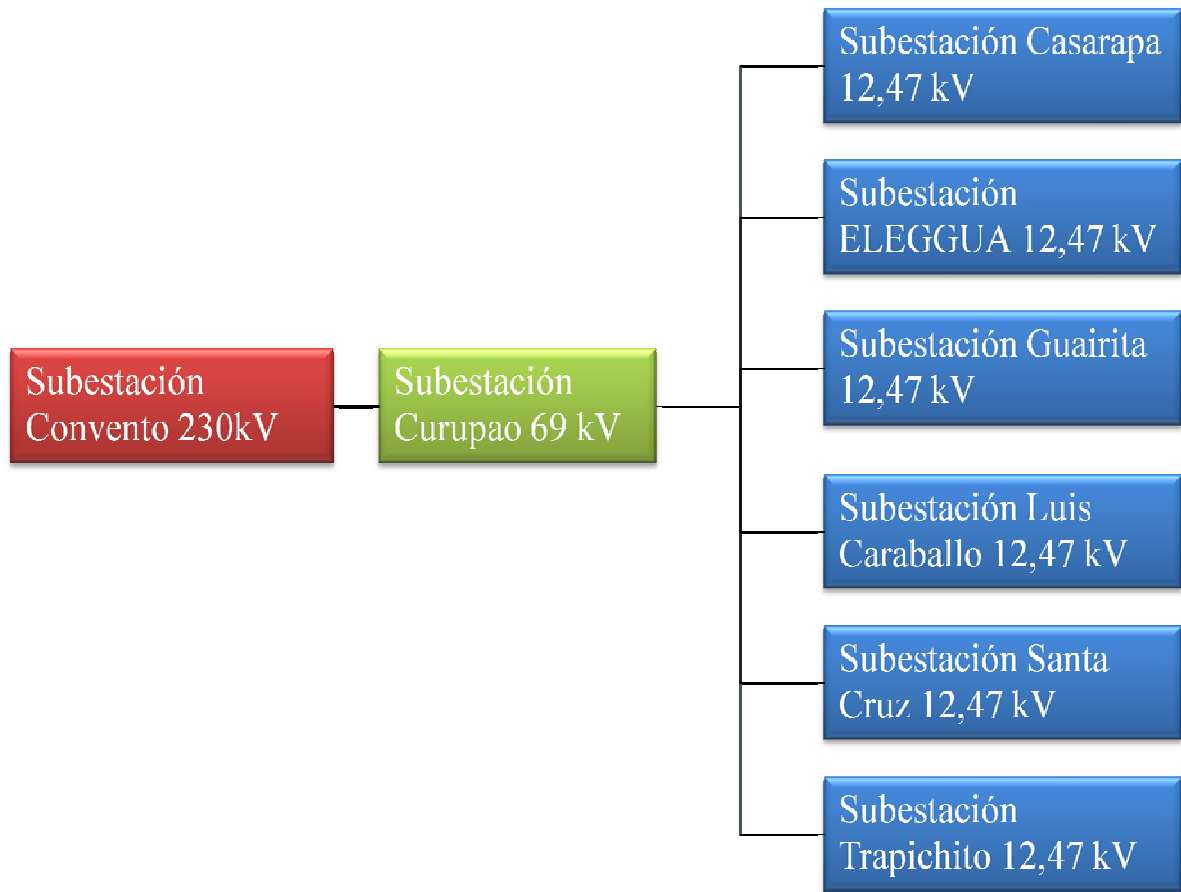


Figura 3.4 Diagrama de Alimentación de la Red Eléctrica de Guarenas y Guatire

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE SATURACIÓN DE LA DEMANDA

4.1 Zonificación de Guarenas, Guatire y Araira

Para describir el área de estudio según las zonificaciones establecidas en las leyes de ordenación territorial se utiliza el Plan de Desarrollo Urbano Local de Guarenas del año 1988 por ser el único documento disponible con información más detallada sobre los requerimientos urbanísticos que debe tener Guarenas y las características de sus infraestructuras. El mismo describe en detalle la cantidad de habitantes por hectárea que debe poseer un sector determinado residencial y las zonas comerciales según la intensidad de actividad comercial. En el caso de las zonas institucionales e industriales por no especificarse en el P.D.U.L. de Guarenas un tipo de zonificación especial que describa adecuadamente este tipo de cargas según lo que existe en la actualidad, se decidió aplicar una denominación propia según la actividad de estas zonas.

En la región de Guarenas y Guatire los sectores residenciales y comerciales en su mayoría se encuentran separados en grandes bloques, por lo que no es necesario establecer un índice de demanda mixto. Por lo tanto un sector posee entonces una distribución porcentual de las cargas residenciales y comerciales.

4.1.1 Zonificación Residencial

A continuación se establece la zonificación residencial utilizada en este estudio y basada en el P.D.U.L. de 1988.

RDP-1 Residencial unifamiliar y multifamiliar en las urbanizaciones desarrolladas con proyectos. Densidad: 450 hab/Ha.

RDP-2 Residencial unifamiliar y multifamiliar en las urbanizaciones desarrolladas con proyectos. Densidad: 451-600 hab/Ha.

RDP-3 Residencial unifamiliar y multifamiliar en las urbanizaciones desarrolladas con proyectos. Densidad: 601-800 hab/Ha.

RDP-4 Residencial unifamiliar y multifamiliar en las urbanizaciones desarrolladas con proyectos. Densidad: 801-1000 hab/Ha.

RDP-5 Residencial unifamiliar y multifamiliar en las urbanizaciones desarrolladas con proyectos. Densidad: 1001-1500 hab/Ha.

RDP-6 Residencial unifamiliar y multifamiliar en las urbanizaciones desarrolladas con proyectos. Densidad: Más de 1500 hab/Ha.

RAE-1 Consolidación y/o rehabilitación de barrios. Uso Residencial Unifamiliar y Multifamiliar.

4.1.2 Zonificación Comercial

C-1 Comercio Local y Vecinal. Corresponde a las zonas comerciales en áreas de escaso desarrollo (barrios, zonas rurales)

C-2 Comercio Comunal. Corresponde a las zonas comerciales en áreas de mayor desarrollo que en C-1, en urbanizaciones y sectores grandes.

C-3 Comercio Central. Corresponde a centros comerciales y zonas de alto desarrollo comercial.

4.1.3 Zonificación Institucional

Institucional 1. Corresponde a colegios, academias, teatros, universidades, zonas de uso oficial, ancianatos, clínicas pequeñas, guarderías, etc.

Institucional 2. Corresponde a hospitales grandes.

4.1.4 Zonificación Industrial

Representa a todas las industrias pequeñas, medianas y grandes existentes y fábricas en Guarenas y Guatire presentadas en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Industrias y Fábricas de Guarenas y Guatire

Industrias	Fábricas
▪ Cromado	▪ Bolsas
▪ Calzado	▪ Botones
▪ Mueble	▪ Calzado
▪ Vidrio	▪ Cartón
▪ Metalúrgica	▪ Cerámica
▪ Farmacéutica	▪ Helados
▪ Plástico	▪ Hielo
▪ Alimenticia	▪ Pastas
▪ Química	▪ Persianas
▪ Textil	▪ Ropa
▪ Otros tipos	▪ Tapas
	▪ Otras Fábricas

Industrial 1: Corresponde a las industrias del vidrio, antenas de comunicación, industrias del mueble, farmacéuticas, suministros industriales e industrias sin clasificación en la data de usuarios de ELEGUA

Industrial 2: Corresponde a las industrias metalúrgicas, de calzado y las fábricas.

Industrial 3: Corresponde a las industrias textil y alimenticia.

Industrial 4: Corresponde a las industrias del plástico y químicas.

El basamento para establecer las zonificaciones para los sectores institucionales e industriales se expondrá con mayor detalle en los siguientes apartados.

4.2 Índices de Demanda

Para obtener el índice de demanda se necesita el valor de la demanda en kVA y el área en Ha. de las cargas residenciales, comerciales, institucionales e industriales.

A inicios del estudio de saturación se optó por calcular los índices de demanda utilizando las normas de diseño de la Electricidad de Caracas, sin embargo estas normas se encuentran obsoletas (año 1988). Se hizo una adaptación con un trabajo actualizado de los valores de la demanda en cargas residenciales, pero no existía una manera adecuada de actualizar los valores de las cargas comerciales. En vista de la problemática esta vía se descartó y se optó por utilizar otra metodología para obtener los índices de demanda. A continuación se explican los procedimientos para obtener los índices de demanda de Guarenas y Guatire y los resultados de los cálculos realizados.

4.2.1 Base de Datos de ELEGGUA

Para obtener los valores en kVA por cada zonificación, se utilizó la Data de Planificación de Distribución de Guarenas y Guatire suministrados por La Electricidad de Guarenas y Guatire (ELEGGUA). La misma abarca todo el sector de Guarenas, Guatire y Araira. Esta base de datos muestra el consumo de cada uno de los suscriptores de la región, indicando la urbanización, el tipo de tarifa, la subestación, el punto de suministro, el circuito, el transformador, tipo de inmueble o actividad. El consumo está dividido en varias categorías; la utilizada para calcular los índices de demanda es el promedio de consumo 12 meses, que es el valor de consumo promediado de los valores mensuales de cada suscriptor. El consumo está dado en kWh mensuales que se convertirán en kVA.

4.2.2 Programa conversor de kWh a kVA

Para obtener la demanda en kVA de cada usuario, se utilizó un programa de conversión de kWh a kVA desarrollado en la Electricidad de Caracas por el Ing. Leonardo López y el Ing. Omar

Mantilla para obtener el valor máximo en kVA. Se utilizan curvas de carga residencial, residencial social, comercial, mixta e industrial suministradas en el programa. (Ver Anexo B)

Sin embargo, El Procedimiento general para convertir los valores de consumo en valores de demanda se explica en la ecuación 4.1

$$Demanda\ máx\ kVA = \frac{Consumo\ mensual\ kWh}{(factor\ de\ potencia * factor\ de\ carga * 24\ horas * 30\ días)} \quad (4.1)$$

Se divide entre el factor de carga para obtener la demanda máxima del suscriptor.

4.2.3 SIGRED y MicroStation®

Para obtener las áreas y ubicar a los clientes se utiliza el SIGRED, que es el Sistema de Información Geográfica para Redes de Distribución de la EDC y es una aplicación que permite realizar consultas, tanto a nivel de base de datos, como de forma gráfica. Se puede obtener información referente a los usuarios, cartografía, circuitos y demás estructuras civiles y eléctricas de la red de distribución. Esta aplicación utiliza el programa MicroStation®, con el cual se calcularon las áreas trazando un polígono que delimita el tamaño del sector de estudio y midiendo el área respectiva, en hectáreas. Este programa se utiliza para el diseño y dibujo de imágenes bidimensionales y tridimensionales [14]. Una vez obtenida la demanda del sector y el área correspondiente, se puede obtener el valor el índice de demanda.

4.2.4 Índice de Demanda Residencial

El valor del índice de demanda residencial es directamente proporcional a la cantidad de habitantes por hectárea de un sector en específico. Para poder obtener esta relación, se calculó el índice de demanda de la mayoría de los sectores de Guarenas, Guatire y Araira (ver tabla C.1 del Anexo C).

El procedimiento consiste en obtener la demanda total en kVA de un sector determinado y el área en hectáreas del mismo. Para ello se deben sumar todas las demandas individuales asociadas a cada uno de los suscriptores del sector y calcular el área del sector utilizando el SIGRED y la herramienta MicroStation®. El índice de demanda es la división entre la demanda total y el área.

Al graficar los sectores residenciales de la tabla D.1 del Anexo D se obtiene la relación entre el índice de demanda y la cantidad de habitantes por hectárea a través de una ecuación simple al realizar una aproximación lineal con coeficiente de correlación de 0,743 (ver Figura 4.1).

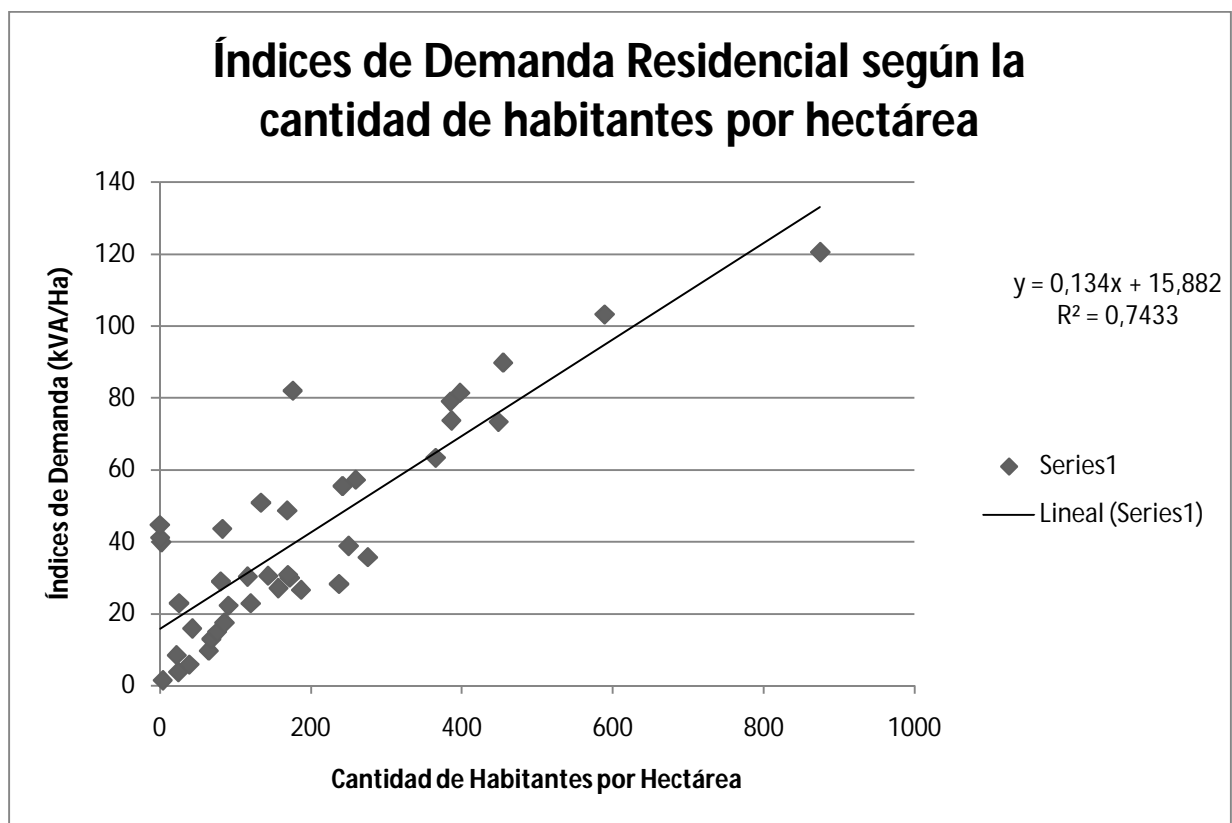


Figura 4.1. Relación entre el índice de demanda residencial y la cantidad de habitantes por hectárea de Guarenas y Guatire.

Ecuación 4.2 que relaciona el índice de demanda con la cantidad de habitantes por hectárea

$$\text{Índice de Demanda Residencial} = 0,134 * \text{Cantidad de hab por Ha} + 15,88 \quad (4.2)$$

Con esta ecuación se obtiene el rango de índices de demanda asociados a la zonificación establecida en el P.D.U.L de Guarenas y que se usará en este estudio (ver tabla 4.2) solamente para sectores residenciales con crecimiento. En el caso de zonas de desarrollo no controlado, el índice se obtiene al promediar los valores de mayor frecuencia del histograma realizado para valores mostrados en la tabla D.2 del Anexo D.

Tabla 4.2. Índices de Demanda Residencial

Zonificación Residencial	Hab/Ha	Rango de Índice de Demanda (kVA/Ha) según cantidad de hab/Ha	
RDP-1	0 – 450	15,88	76,18
RDP-2	451 – 600	76,18	96,28
RDP-3	601 – 800	96,28	123,08
RDP-4	801 – 1000	123,08	149,88
RDP-5	1001 – 1500	149,88	216,88
RDP-6	> 1500	>216,88	
RAE-1	Barrios	23,4	

4.2.5 Cálculo de Índices de Demanda Comercial

Para obtener el índice C-1, C-2 y C-3 se calculó la demanda total y el área de los usuarios comerciales de algunas zonas de importancia en Guarenas, Guatire y Araira, utilizando la curva de carga comercial y midiendo directamente el área de cada uno de los comercios involucrados. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4.3 Índices de Demanda de sectores C-1, C-2 y C-3

Zona Comercial C-1	Suma de la Demanda (kVA)	Área (Ha)	Índice de Demanda (kVA/Ha)
Araira	504,71	5,64	89,49
Barrio Clavellinas Almendrón	46,57	2,08	22,39
Barrio 29 de Julio	8,79	0,28	31,39
El Rodeo	236,51	8,41	28,12

Zona Comercial C-2	Suma de la Demanda (kVA)	Área (Ha)	Índice de Demanda (kVA/Ha)
Menca de Leoni	1189,4	11,64	102,18
Las Rosas	581,12	3,92	148,24
El ingenio	1807,18	14,29	126,46
Zona Comercial C-3	Suma de la Demanda (kVA)	Área (Ha)	Índice de Demanda (kVA/Ha)
Centro Comercial El Refugio	195,62	0,61	320,69
Centro Comercial Villa Heroica	89,32	0,14	638,00
Centro Comercial Valle Arriba	133,39	0,17	784,65

Para obtener un índice aproximado único por cada sector se promediaron los índices de demanda (ver tabla 4.4).

Tabla 4.4. Índices de Demanda Comercial

ZONAS COMERCIALES	Índice de Demanda (kVA/Ha)
C-1	42,72
C-2	125,63
C-3	581,11

4.2.6 Índice de Demanda Institucional

Para obtener el valor de los índices Institucional 1 se realizó el mismo procedimiento para zonas comerciales, estudiando sectores de Guarenas y Guatire donde existen este tipo de cargas. Se utilizó una curva de carga mixta, ya que existen usuarios institucionales con tarifas PYMIC (tarifa de la EDC que representa a los usuarios de carácter comercial), residenciales o de sector público que se podrían adaptar a este tipo de curva sólo como una aproximación ya que no existe una curva de carga institucional dentro del programa conversor de kWh a kVA. Los Resultados se muestran a continuación en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Índices de Demanda para sectores Institucional 1

Zona Institucional 1	Suma de la Demanda (kVA)	Área (Ha)	Índice de Demanda (kVA/Ha)
Pueblo Ciudad Guatire	910,96	6,31	144,37
Las Rosas	113,05	0,68	166,25
Quemadito	158,25	0,63	251,19
Menca de Leoni	211,44	0,94	224,94

Para el caso particular de Institucional 2 se calculó el índice de uno de los hospitales más grandes de Guarenas, el Hospital Dr. Luis Salazar con una demanda de 343,49 kVA y área de 0,6145 Ha. El Índice Institucional 1 es el promedio de los índices de demanda mostrados en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Índices de Demanda Institucional

ZONAS INSTITUCIONALES	Índice de Demanda (kVA/Ha)
Institucional 1	196,38
Institucional 2 (Hospital)	558,97

4.2.7 Índice de Demanda Industrial

Para poder obtener este índice se estudiaron todos los tipos de industrias existentes en la región de Guarenas, Guatire y Araira, calculando la demanda y el área de ocupación de cada una de ellas. El procedimiento consiste en sumar las demandas de las industrias de un tipo correspondiente y dividirla entre las áreas de todas las industrias de ese mismo tipo. En la tabla 4.7 se muestran los resultados.

Tabla 4.7. Índice de Demanda Industrial por tipo de industria

Industrias	Índice de Demanda (kVA/Ha)
Vidrio	37,43432156
Antena comunicación	64,43593359

Industrias	Índice de Demanda (kVA/Ha)
Mueble	80,03034979
Farmacéutica	109,0220344
Suministros Industriales	141,0508429
Industrias	156,9229537
Metalúrgica	310,1516707
Calzado	341,645429
Fábricas	397,2153097
Textil	479,7111023
Alimenticia	575,4488461
Plástico	785,7188309
Química	847,1200069
Industrial	1505,39

El índice de demanda se obtiene al calcular el promedio de cada una de las industrias de la tabla 4.7 correspondientes a los siguientes rangos:

Industrial 1: Son los índices de industrias menores a 200 kVA/Ha.

Industrial 2: Son los índices de industrias entre 300 y 400 kVA/Ha.

Industrial 3: Son los índices de industrias entre 450 y 600 kVA/Ha.

Industrial 4: Son los índices de industrias entre 750 a 850 kVA/Ha.

Estos rangos se establecieron con los valores de la tabla 4.7, ya que son cuatro grandes bloques que se pueden agrupar. En la Tabla 4.8 se establecen los índices de demanda y el área correspondiente que ocupan cada tipo de industrias por zonificación. Al calcular la demanda de saturación por escenario, los índices industriales se aplican siguiendo la proporción de áreas.

Tabla 4.8. Índices de demanda industriales y porcentajes de ocupación correspondientes a los tipos de industria

Zonificación	Índices de Demanda (kVA/Ha)	Áreas (Ha)	% Áreas	Tipos de Industrias
Industrial 1	98,15	30,89	33,04	Vidrio, antenas de comunicación, mueble, farmacéuticas, suministros industriales e industrias sin clasificación
Industrial 2	349,67	22,97	24,57	Metalúrgicas, calzado y fábricas
Industrial 3	527,58	16,58	17,73	Textil y Alimenticia
Industrial 4	816,42	23,06	24,66	Plástico y Química

4.2.8 Usuarios de Alta Demanda

Según la data de clientes de ELEGGUA y la demanda calculada para cargas industriales y comerciales se obtuvieron los usuarios de alta demanda de la tabla 4.9.

Tabla 4.9. Usuarios de Alta Demanda de Guarenas y Guatire

Usuarios de Alta Demanda	MVA
Teleplastic	4,59
P & G Industrial	3,99
AVON	2,16
Laminados Innovadores Laminova	2,01
Laboratorios Leti	2,5
Acumuladores Duncan	2,12
Bimbo	2,19
Centro Comercial Buenaventura	3,32

4.3 Planteamiento de Escenarios

Para poder proyectar el crecimiento de Guarenas, Guatire y Araira en el futuro, es necesario realizar suposiciones de cómo y dónde se producirán los nuevos desarrollos, por lo tanto, es necesario establecer varios modelos de crecimiento considerando los factores más relevantes que puedan influir en los mismos. Para ello, se plantean cuatro escenarios de la región, donde dos de ellos representan un mínimo y un máximo crecimiento. Cada modelo de la Región está dividida en categorías considerando lo que existe, los nuevos desarrollos y los casos de especial atención, que serán planteados más adelante.

4.3.1 Escenario Base de Guarenas y Guatire

Para plantear los cuatro escenarios de crecimiento, se establecen primero las condiciones actuales de la Región. Para ello se consideran todos los suscriptores existentes del año base (2008) y la demanda total en MVA. Con esta demanda se calculan porcentualmente los

desarrollos residenciales, comerciales, institucionales e industriales en relación con la demanda total, de tal forma de saber cómo se distribuye actualmente la carga en Guarenas y Guatire.

Para calcular la demanda por sector en las condiciones actuales, se utilizó el consumo promedio mensual de la data de clientes de ELEGGUA. A cada uno de los usuarios se les calculó el valor de la demanda con el programa conversor de kWh a kVA y se realizó la sumatoria de todas las demandas por sector. En la tabla 4.10 se muestran los resultados.

Tabla 4.10. Demanda y porcentaje de demanda por sector del Escenario Base

Sector	Total Demanda de cada Sector (MVA)	% de Representación de cada Sector
Total Residencial*	76,30	38,90
Comercial	50,30	25,65
Institucional	4,07	2,08
Industrial	65,46	33,38
Total Demanda	196,13	100

*El total residencial es la suma de la demanda residencial más la demanda de las zonas de desarrollo no controlado

4.3.2. Comparación con los datos de la estimación a mediano plazo en la subestaciones de ELEGGUA.

Para el año 2008, la demanda de las seis subestaciones de ELEGGUA está ubicada en 198,15 MVA, lo cual resulta consistente con los resultados de la demanda total obtenida por cliente en Guarenas, Guatire y Araira mostrada en la tabla 4.10.

4.3.3 Representación porcentual de los sectores en Guarenas, Guatire y Araira

Los sectores con mayor demanda dentro de la región son el residencial y el industrial con una representación del 38,90% y el 33,38% respectivamente. Actualmente existen proyectos de construcción residencial y nuevas urbanizaciones que han permitido el desarrollo comercial de la

zona, cuya carga es un 25,65% de la demanda total. El sector con menos representación dentro de la región es el institucional, con apenas un 2,08%.

Las zonas de desarrollo no controlado (barrios) tienen una demanda de 8,90 MVA, que representa el 4,54% de la demanda total.

4.3.4 Variables utilizadas en el planteamiento de escenarios

Se debe caracterizar la Región en variables de desarrollo, considerando:

Construcciones Existentes: Representa la infraestructura actual de la Región, en la misma se consideran los desarrollos residenciales, comerciales, institucionales, industriales y zonas de desarrollo no controlado.

Nuevos Desarrollos: Son los nuevos proyectos de construcción residenciales, comerciales, institucionales e industriales.

Grandes Proyectos de Construcción: son construcciones que influyen en el desarrollo de la región. En este estudio se consideran:

- Construcción del Metro de Guarenas y Guatire
- Creación de Ciudad Socialista Belén

Construcción del Metro de Guarenas y Guatire: El alcance del metro será desde la Estación Guaraira Repano (dentro del proyecto en construcción) hasta la Estación Villa Heroica, de 31,4 km de longitud y se planifica que estará terminado en el año 2012. Se plantean cuatro estaciones principales, 27 de Febrero, Villa Panamericana, Castillejo y Villa Heroica [15] con una demanda de 120 MVA (la información de la demanda se obtuvo en la EDC).

Ciudad Socialista Belén: Actualmente Ciudad Belén es un nuevo núcleo urbano residencial, comercial e institucional que se encuentra en construcción en Guarenas. Se prevé que la demanda será de 156 MVA (la información de la demanda se obtuvo en la EDC).

4.3.5 Herramientas a utilizar en el planteamiento de escenarios

- Zonificación.
- Áreas Vacantes.
- Imágenes Satelitales
- Factibilidades.
- Información adquirida de las visitas a la Región
- Tendencias de desarrollo actual de la Región.
- Estudio y comparación de las características de desarrollo urbanístico en zonas similares a la Región de Guarenas y Guatire.
- Uso del programa Adobe® Photoshop® para generar los mapas de zonificación, ubicación de subestaciones y límites geográficos de Guarenas y Guatire.

A continuación se explica en detalle cada una de las herramientas utilizadas.

Zonificación. Solo se dispone del PDUL de Guarenas. Para extender la zonificación a Guatire y Araira se replicaron los usos de la tierra según las similitudes de algunos sectores de Guatire con Guarenas. Ver figura 4.2.

Áreas Vacantes. En los sectores sin ocupación de la región de Guarenas y Guatire, se aplica la zonificación establecida en el PDUL. En caso de existir un área vacante sin zonificación, se estudian las condiciones actuales del sector y se aplica una zonificación adecuada. Estas condiciones están dadas por las características de las infraestructuras cercanas al área vacante y el relieve.

Imágenes Satelitales. Se dispone de dos fotografías satelitales de la región actualizadas para ubicar las infraestructuras y observar las características del relieve. También se utiliza el programa Google Earth para visualizar la región.

Factibilidades. Se dispone de información de proyectos de construcción en la región cuya demanda total es de 12,67 MVA y será considerada en cada uno de los escenarios.

Información adquirida de las visitas a la región. Se establecieron las zonas donde hay nuevos desarrollos de construcción residencial y las condiciones de algunas de las subestaciones de ELEGGUA. Ver Anexo E.

Tendencias de desarrollo actual de la región. Son las tendencias que se establecieron en el año base. Ver tabla 4.10. Debido a que la zonificación comercial e institucional no está delimitada con exactitud en el plano, para obtener la demanda de estos sectores se aplican porcentajes basados en la distribución de la carga actual sobre el valor de la demanda residencial de cada escenario.

- C-1: la demanda es un 5% sobre la demanda con zonificación RAE-1
- C-2: la demanda es un 10% sobre los valores de las demandas con zonificación RDP
- C-3: la demanda es un 6% sobre los valores de las demandas con zonificación RDP
- Institucional 1: la demanda es un 2% sobre los valores de las demandas con zonificación RDP
- Institucional 2: la demanda es un 0,5% sobre los valores de las demandas con zonificación RDP

Estudio y comparación de las características de desarrollo urbanístico en zonas similares a la Región de Guarenas y Guatire. Zonas como el Área Metropolitana de Caracas establecen una pauta de desarrollo a seguir, debido a la cercanía a la región de estudio y las condiciones geográficas.

Uso del programa Adobe® Photoshop® para generar los mapas de zonificación, ubicación de subestaciones y límites geográficos de Guarenas y Guatire. Adobe® Photoshop® es una aplicación informática en forma de taller de pintura y fotografía que trabaja sobre un “lienzo” y que está destinado para la edición, retoque fotográfico y pintura a base de imágenes de mapa de bits (o gráficos rasterizados). [16]

Es un producto elaborado por la compañía de software Adobe® Systems, inicialmente para computadores Apple pero posteriormente también para plataformas PC con sistema operativo Windows. [16]

A medida que ha ido evolucionando el software ha incluido diversas mejoras fundamentales, como la incorporación de un espacio de trabajo multicapa, inclusión de elementos vectoriales, gestión avanzada de color (ICM / ICC), tratamiento extensivo de tipografías, control y retoque de color, efectos creativos, posibilidad de incorporar plugins de terceras compañías, exportación para web entre otros.[16]

Para generar los planos de Guarenas y Guatire se trata la imagen por multicapas, de esta manera se puede dibujar la zonificación y alcance de las subestaciones de una forma adecuada y real sobre la imagen satelital de la región. A continuación se explica la construcción de cada una de las capas.

Creación de la Capa 1: Son las imágenes satelitales disponibles en Google Earth de toda la región. Es el fondo de todas las demás capas.

Creación de la Capa 2: Sobre la capa anterior, se coloca la imagen de las cuadrículas y el contorno del límite geográfico de Guarenas y Guatire con un grado de transparencia tal, que permita la visualización adecuada de la topografía e inmuebles de la zona. Esta imagen se realiza al digitalizar los planos disponibles de La Electricidad de Caracas.

Creación de la Capa 3: Se coloca una capa sin imagen con grado de transparencia en la cual se dibuja la zonificación siguiendo los sectores de la región, topografía e inmuebles. También se visualiza aparte el mapa satelital actualizado de diciembre de 2008 para realizar la comparación con las imágenes de Google Earth.

Esta metodología se utiliza para cada uno de los escenarios planteados. Para calcular las áreas por zonificación el programa posee un recurso de medición de áreas, en el cual se calibra primero la medición para que sea en hectáreas y utilizando las herramientas de selección rápida se marca la zonificación a medir. El programa arroja los resultados en una tabla.

Creación de la Capa 4: Para la ubicación de subestaciones, se crea una cuarta capa con la imagen digitalizada del alcance actual de las subestaciones de ELEGGUA, esta imagen está disponible en el plano de La Electricidad de Caracas.

Creación de la Capa 5: En esta imagen con grado de transparencia, se ubica el nuevo alcance de las subestaciones, si es necesario medir el área para calcular la demanda máxima por subestación, se utiliza la herramienta de medición de áreas.

De esta manera se consigue construir de forma eficaz los planos de Guarenas y Guatire.

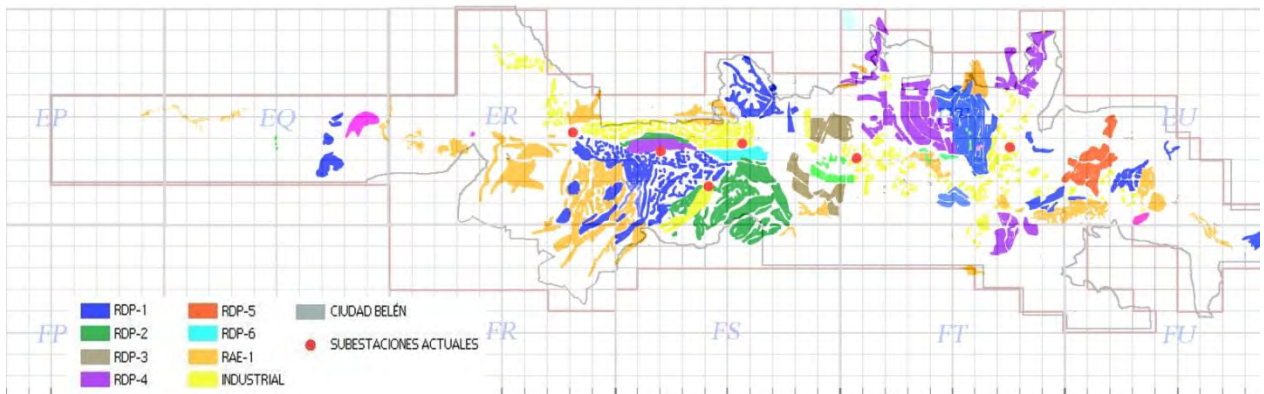


Figura 4.2. Zonificación de los sectores residenciales e industriales de Guarenas y Guatire.

4.3.6 Características de los Escenarios

Escenario 1

- Presenta el mínimo desarrollo de la región.
- Se establece una construcción del 100% del Metro de Guarenas y Guatire (demanda de 120 MVA).

- Ciudad Belén tendrá una demanda del 25% según lo pautado (39/156 MVA).
- Los nuevos desarrollos crecerán bajo un enfoque residencial.
- Los desarrollos existentes tendrán una distribución de la carga similar al año base.

Escenario 2

- Presenta un desarrollo intermedio mayor que en el escenario 1.
- Se establece una construcción del 100% del Metro de Guarenas y Guatire (demanda de 120 MVA).
- Ciudad Belén tendrá una demanda del 50% (78/156MVA).
- Crecimiento moderado de las zonas residenciales
- Alto desarrollo industrial

Escenario 3

- Presenta un desarrollo intermedio mayor que el planteado para el escenario 1.
- Se establece una construcción del 100% del Metro de Guarenas y Guatire (demanda de 120 MVA).
- Ciudad Belén tendrá una demanda del 75% según lo pautado (117/156 MVA).
- Crecimiento moderado de las zonas industriales
- Alto desarrollo residencial

Escenario 4

- Presenta un desarrollo máximo de la Región.
- Se establece una construcción del 100% del Metro de Guarenas y Guatire (demanda de 120 MVA).

- Ciudad Belén tendrá una demanda de 156 MVA.
- Alto desarrollo industrial y residencial.

4.4 Demanda de Saturación

En las Tablas 4.11, 4.12, 4.13 y 4.14 se muestran las demandas calculadas en cada uno de los escenarios y en las Figuras 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6 se muestran los planos de Guarenas y Guatire con la zonificación establecida en cada uno de los escenarios. Se calcula la demanda de saturación para un total de 451 cuadrículas. Para mayor información, ver el Anexo F.

Tabla 4.11. Demandas obtenidas en el Escenario 1

Zonas	Demanda del escenario (MVA)	Metro (MVA)	Ciudad Belén (MVA)	Factibilidades (MVA)	Usuarios de Alta Demanda (MVA)	Total Demanda Saturación (MVA)
Residencial	261,76	120	39	12,67		
Comercial	113,69				3,32	
Institucional	15,27				19,56	
Industrial	218,34					
Totales	609,06	120	39	12,67	22,88	803,61

Tabla 4.12. Demandas obtenidas en el Escenario 2

Zonas	Demanda del escenario (MVA)	Metro (MVA)	Ciudad Belén (MVA)	Factibilidades (MVA)	Usuarios de Alta Demanda (MVA)	Total Demanda Saturación (MVA)
Residencial	175,32	120	78	12,67		
Comercial	90,64				3,32	
Institucional	12,14				19,56	
Industrial	329,06					
Totales	607,15	120	78	12,67	22,88	840,70

Tabla 4.13. Demandas obtenidas en el Escenario 3

Zonas	Demanda3er escenario (MVA)	Metro (MVA)	Ciudad Belén (MVA)	Factibilidades (MVA)	Usuarios de Alta Demanda (MVA)	Total Demanda Saturación (MVA)
Residencial	205,23	120	117	12,67		
Comercial	108,81				3,32	
Institucional	14,60				19,56	
Industrial	232,55					
Totales	561,19	120	117	12,67	22,88	833,74

Tabla 4.14. Demandas obtenidas en el Escenario 4

Zonas	Demanda4to escenario (MVA)	Metro (MVA)	Ciudad Belén (MVA)	Factibilidades (MVA)	Usuarios de Alta Demanda (MVA)	Total Demanda Saturación (MVA)
Residencial	239,23	120	156	12,67		
Comercial	127,91				3,32	
Institucional	17,35				19,56	
Industrial	292,86					
Totales	677,36	120	156	12,67	22,88	988,91

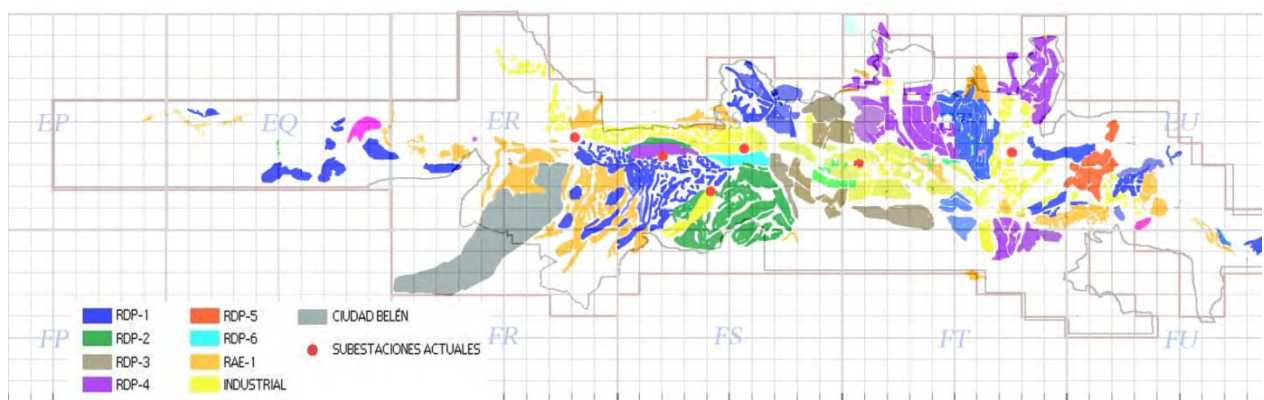


Figura 4.3 Zonificación del Escenario 1

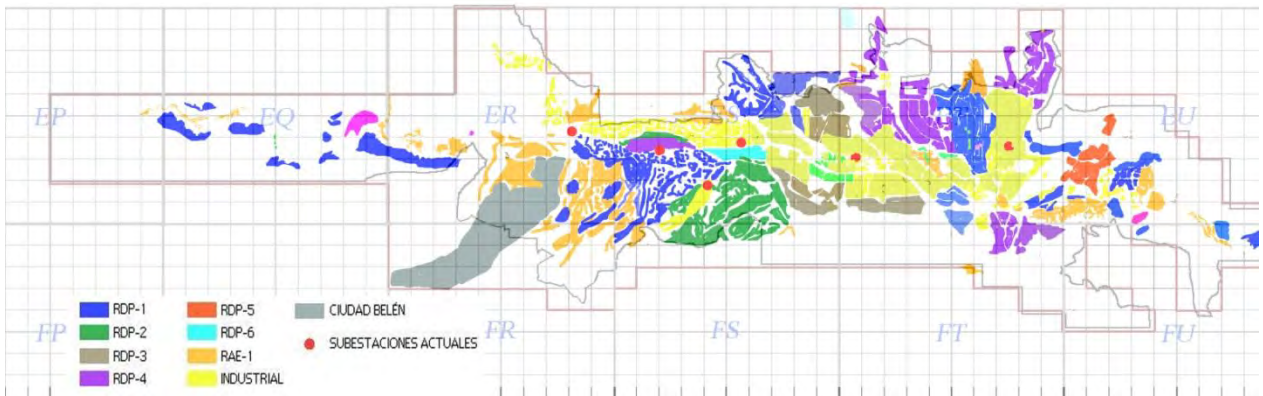


Figura 4.4. Zonificación del Escenario 2

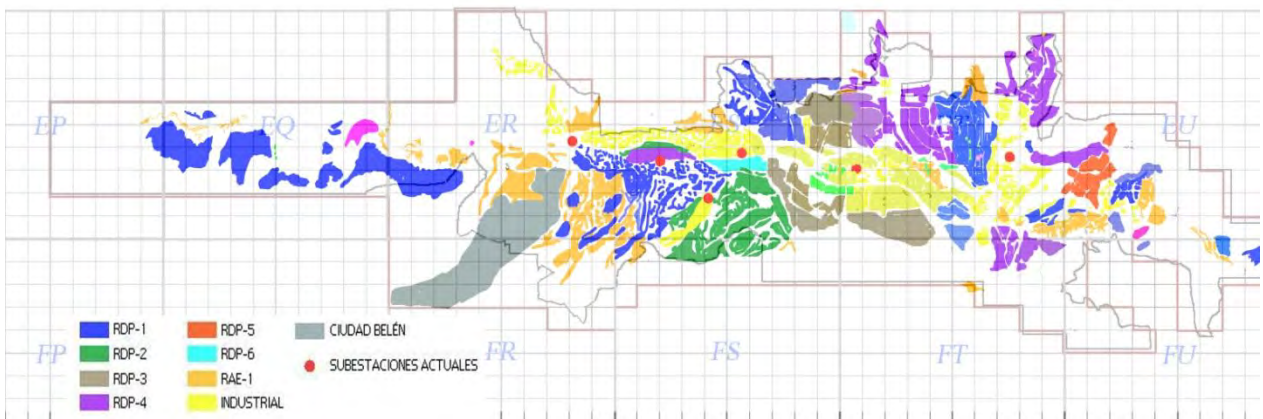


Figura 4.5. Zonificación del Escenario 3

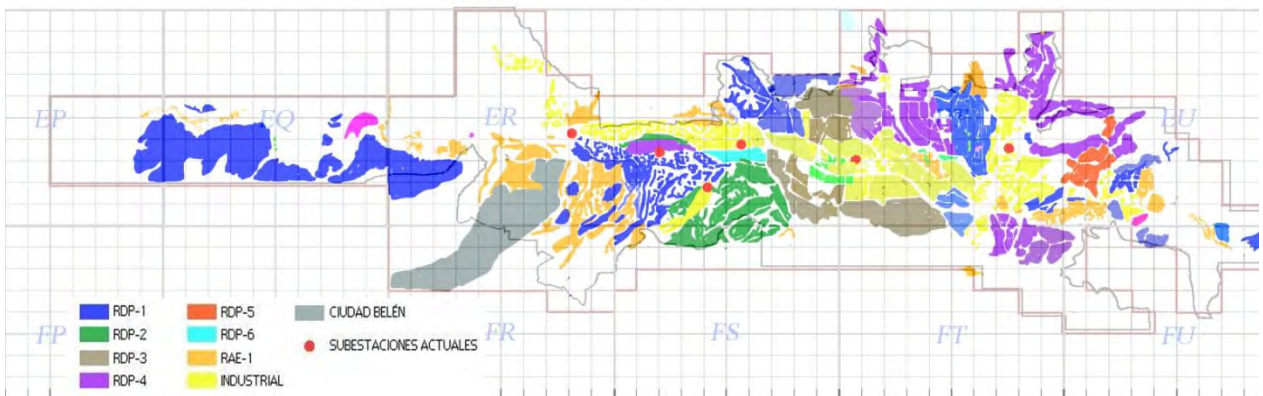


Figura 4.6. Zonificación del Escenario 4

En la tabla 4.15 se muestran las demandas estimadas para cada uno de los escenarios planteados.

Tabla 4.15. Demanda de Saturación de cada Escenario

Escenarios	Demanda de Saturación (MVA)
1	803,61
2	840,71
3	833,74
4	988,91

La diferencia existente entre el escenario de menor y el de máximo desarrollo es de 185 MVA aproximadamente y se establece que el rango de la demanda de saturación deberá estar entre los 800 y 1000 MVA en el futuro.

4.5 Comparación con los estudios anteriores de saturación de Guarenas y Guatire

Al establecer la comparación entre el estudio de saturación realizado en 1990 [8] y el realizado en 1994 [5] (ver tabla 4.16) se observa que los rangos que tendrá la demanda en el futuro serán similares (entre 739 a 1292 MVA). En la figura 4.7 se observan los resultados gráficos de la comparación entre los tres estudios de saturación.

Sin embargo para realizar una comparación adecuada entre todos los estudios realizados es importante considerar las premisas tomadas en cada uno de ellos para el planteamiento de escenarios, ya que en cada estudio los escenarios son distintos.

En el estudio del año 90 se estableció un escenario base, con las condiciones de Guarenas y Guatire para aquella época utilizando la zonificación disponible en los planes urbanísticos. Sólo se plantean tres escenarios contando con el escenario base. Se observó que el escenario base tenía una mayor influencia de la demanda industrial sobre el valor total de la demanda calculada. Por

lo tanto los otros escenarios se plantean en términos de la variación del índice de demanda industrial y de la clase social para índices residenciales. Los índices residenciales se calcularon según normas de diseño de La Electricidad de Caracas y demanda según la clase social. Sólo se tomaron en cuenta 282 cuadrículas para toda Guarenas y Guatire [8].

En el estudio del año 1994, los cuatro escenarios se plantearon realizando variaciones entre las zonas residenciales, residenciales-comerciales, industriales existentes, los cascos de Guarenas y Guatire, los nuevos desarrollos residenciales e industriales, el desarrollo del área central metropolitana y las áreas de desarrollo no controlado. Se utiliza el plan de desarrollo del área central metropolitana y de los cascos de Guarenas y Guatire, ya que para aquél entonces estaban vigentes. Los índices de demanda se obtuvieron a través de las normas de diseño de La Electricidad de Caracas. Se calculó la demanda de saturación para 457 cuadrículas. [5]

El estudio de 1990 arroja resultados similares al estudio actual (hay que tomar en cuenta que se repite el valor de la demanda para el escenario 2 y 3 porque sólo se plantearon tres escenarios). Sin embargo este estudio se realizó solamente para 282 cuadrículas, por lo tanto no es razonable comparar los dos estudios solamente con el valor de la demanda de saturación. Por ende, se observa que la demanda para el estudio del año 90 es mayor que la del estudio actual. Los índices de demanda del estudio anterior también son mayores debido a que proceden del cálculo con la norma de diseño. Las normas de este tipo presentan valores de demanda más altos que los utilizados normalmente, por lo tanto es justificable el aumento de la misma.

Los valores de la demanda para el estudio del año 94 son mayores que los del estudio actual. Como la cantidad de cuadrículas tomadas en cuenta dentro de los estudios son similares, se puede analizar desde el punto de vista de los escenarios planteados y los índices de demanda calculados. Al igual que en el estudio de 1990, los índices de demanda se obtienen con la misma norma de diseño, por lo tanto estos valores son mayores a los obtenidos en este estudio y la demanda será mayor. Los escenarios planteados en el año 94 se refieren principalmente al desarrollo de los cascos centrales de Guarenas y Guatire y del área metropolitana, ya que existían planes vigentes para ese entonces. En este estudio se considera Ciudad Belén y la construcción del Metro. Existen diferencias entre el planteamiento de cada escenario, que influyen en el valor de la demanda, por

ejemplo se observa en la figura 4.7 que el estudio del año 1994 presenta un crecimiento de la demanda cuasi lineal lo cual resulta inusual dentro de un estudio de saturación. Para ambos escenarios el rango de la demanda a futuro estaría entre los 800 y 1300 MVA (300 MVA más que el estudio actual).

Tabla 4.16. Comparación entre el Estudio de Saturación Actual y los realizados en el año 1990 y 1994

Escenarios	Demanda de Saturación (MVA)	Trabajo 1990 (MVA)	Trabajo 1994 (MVA)
1	803,6082132	739,575	824,74
2	840,7019119	828,351	993,11
3	833,7370499	828,351	1147,94
4	988,9070899	993,126	1292,3

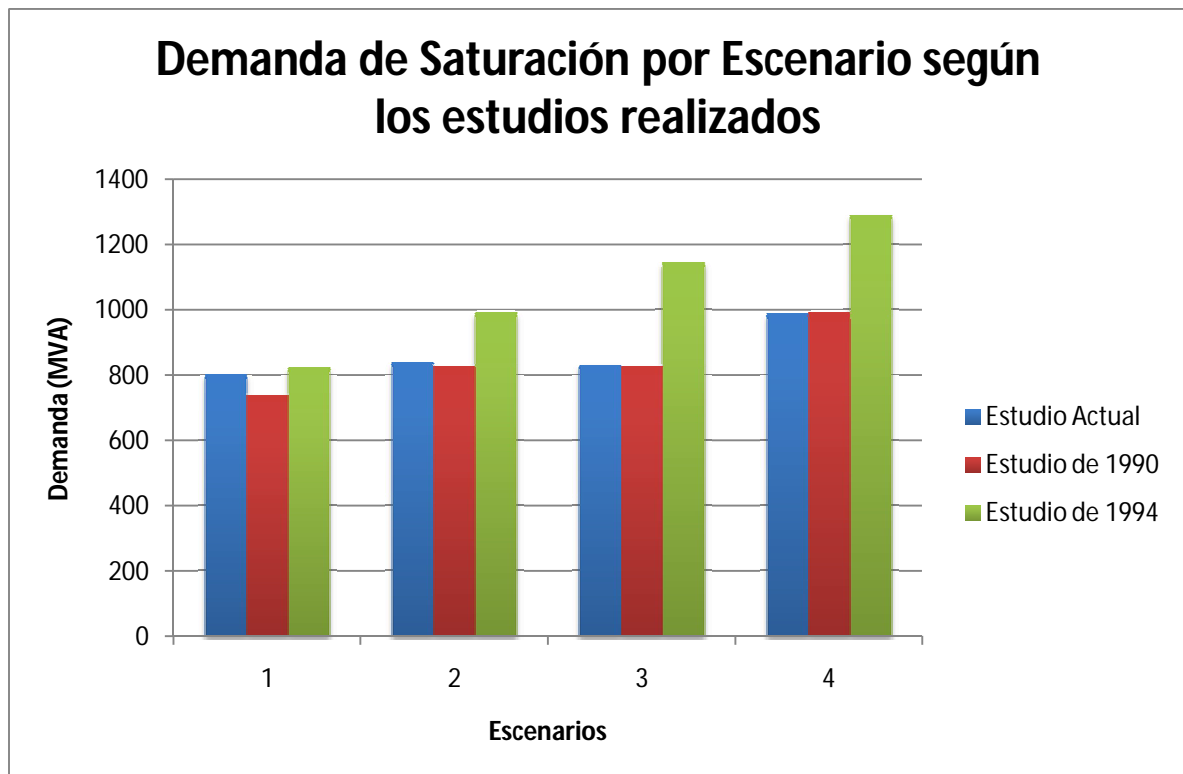


Figura 4.7. Comparación Gráfica de las demandas de Saturación del estudio actual respecto a los estudios realizados en el año 1990 y 1994

CAPÍTULO 5

UBICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES

5.1 Áreas de Servicio Actuales de las Subestaciones de ELEGGUA

El primer paso para la ubicación de las subestaciones es revisar la capacidad firme y las áreas de servicio. En la Figura 5.1 se muestran las áreas de servicio actuales de las subestaciones de ELEGGUA.

Para cada escenario se establecieron las nuevas áreas de servicio llevando a cada subestación a su capacidad máxima en el plano de Guarenas y Guatire. Ver Anexo G.

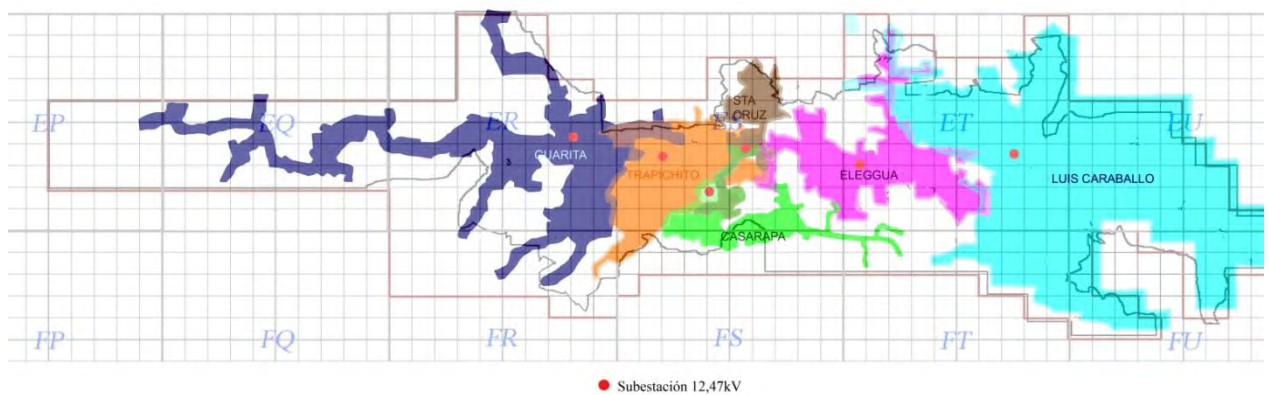


Figura 5.1 Áreas de servicio actuales de las subestaciones de ELEGGUA

5.2 Resultados de ubicación de subestaciones en cada escenario

En las tablas 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 se muestran los resultados obtenidos del proceso de ubicación de subestaciones para cada uno de los escenarios planteados y en las figuras 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5 se muestran los planos de las áreas de servicio de todas las subestaciones por escenario. La ubicación de las subestaciones fue calculada para el cuarto escenario, por ser el de mayor crecimiento. Como este cálculo da una idea aproximada de dónde debe ubicarse la subestación, se aplica la misma ubicación para el resto de los escenarios ya que la posición no debe variar significativamente entre ellos. Ver Anexo H

Tabla 5.1. Ubicación de subestaciones escenario 1

Subestación	Voltaje de distribución (kV)	Demanda Calculada (MVA)	Capacidad Firme (MVA)	Ubicación en Cuadrícula
GUAIRITA	12,47	98,73	100	58ER
TRAPICHITO	12,47	99,34	100	62ES
SANTA CRUZ	12,47	93,03	100	65ES
CASARAPA	12,47	77,67	100	84ES
ELEGGUA	12,47	88,04	100	70ET
LUIS CARABALLO	12,47	94,59	100	67ET
BELÉN	12,47	29	33	
RUIZ PINEDA	12,47	17,42	33	81ES
LAS ROSAS	12,47	77,54	100	80EU
VALLE ARRIBA	12,47	23,35	33	38ET

Para suplir la demanda de saturación en este escenario se necesitan cuatro subestaciones adicionales, tres de ellas con capacidad firme de 33 MVA y una de 100 MVA. La subestación Belén se debe encontrar dentro del área de servicio de Ciudad Belén, sin embargo no posee ubicación exacta porque no se conoce la distribución de la carga dentro de este sector, sino la demanda.

Tabla 5.2. Ubicación de subestaciones escenario 2

Subestación	Voltaje de distribución (kV)	Demanda Calculada (MVA)	Capacidad Firme (MVA)	Ubicación en Cuadrícula
GUAIRITA	12,47	98,18	100	58ER
TRAPICHITO	12,47	101,62	100	62ES
SANTA CRUZ	12,47	85,18	100	65ES
CASARAPA	12,47	95,17	100	84ES
ELEGGUA	12,47	101,91	100	70ET
LUIS CARABALLO	12,47	103,28	100	67ET
BELÉN	12,47	78	100	
RUIZ PINEDA	12,47	17,42	33	81ES
LAS ROSAS	12, 47	87,27	100	80EU
VALLE ARRIBA	12,47	60,16	67	38ET
VEGA ABAJO	12,47	103,05	100	81ET

Para suplir la demanda de saturación en este escenario se necesitan cinco subestaciones adicionales, tres de ellas con capacidad firme de 100 MVA, una de 33 MVA y la otra de 67 MVA.

Tabla 5.3. Ubicación de subestaciones escenario 3

Subestación	Voltaje de distribución (kV)	Demanda Calculada (MVA)	Capacidad Firme (MVA)	Ubicación en Cuadrícula
GUAIRITA	12,47	93,74	100	58ER
TRAPICHITO	12,47	101,62	100	62ES
SANTA CRUZ	12,47	97,27	100	65ES
CASARAPA	12,47	95,17	100	84ES
ELEGGUA	12,47	91,43	100	70ET
LUIS CARABALLO	12,47	98,96	100	67ET
BELÉN	12,47	97	100	
RUIZ PINEDA	12,47	17,42	33	81ES
LAS ROSAS	12, 47	82,17	100	80EU
VALLE ARRIBA	12,47	66,83	67	38ET
VEGA ABAJO	12,47	93,49	100	81ET
MAMPOTE	12,47	71,49	100	67EQ

En este escenario se necesitan seis subestaciones adicionales, cuatro de ellas con capacidad firme de 100 MVA, una de 33 MVA y la otra de 67 MVA.

Tabla 5.4. Ubicación de subestaciones escenario 4

Subestación	Voltaje de distribución (kV)	Demanda Calculada (MVA)	Capacidad Firme (MVA)	Ubicación en Cuadrícula
GUAIRITA	12,47	93,74	100	58ER
TRAPICHITO	12,47	101,62	100	62ES
SANTA CRUZ	12,47	97,27	100	65ES
CASARAPA	12,47	95,17	100	84ES
ELEGGUA	12,47	97,12	100	70ET
LUIS CARABALLO	12,47	101,37	100	67ET
BELÉN	12,47	97	100	
RUIZ PINEDA	12,47	57,41	67	81ES
LAS ROSAS	12,47	97,27	100	80EU
VALLE ARRIBA	12,47	98,05	100	38ET
VEGA ABAJO	12,47	103,59	100	81ET
MAMPOTE	12,47	94,36	100	65EQ

En este escenario se necesitan seis subestaciones adicionales, cinco de ellas con capacidad firme de 100 MVA y una de 67 MVA.

En todos los escenarios de saturación es necesario construir cuatro subestaciones adicionales, que son Belén, Ruiz Pineda, Valle Arriba y Las Rosas que a excepción de esta última, las capacidades de las subestaciones variarán según las hipótesis de crecimiento planteadas. Las subestaciones Valle Arriba y Las Rosas contendrán el traspaso de parte de los circuitos de Luis Caraballo, ya que es necesaria la reducción del área de servicio de esta subestación para suplir las cargas cercanas debido a que en la actualidad su capacidad firme se encuentra al máximo. La instalación de las subestaciones Mampote y Vega Abajo, cuya aparición es de un 50% y un 75 % respectivamente en los escenarios, dependerá principalmente del desarrollo de proyectos de construcción dentro de la región.

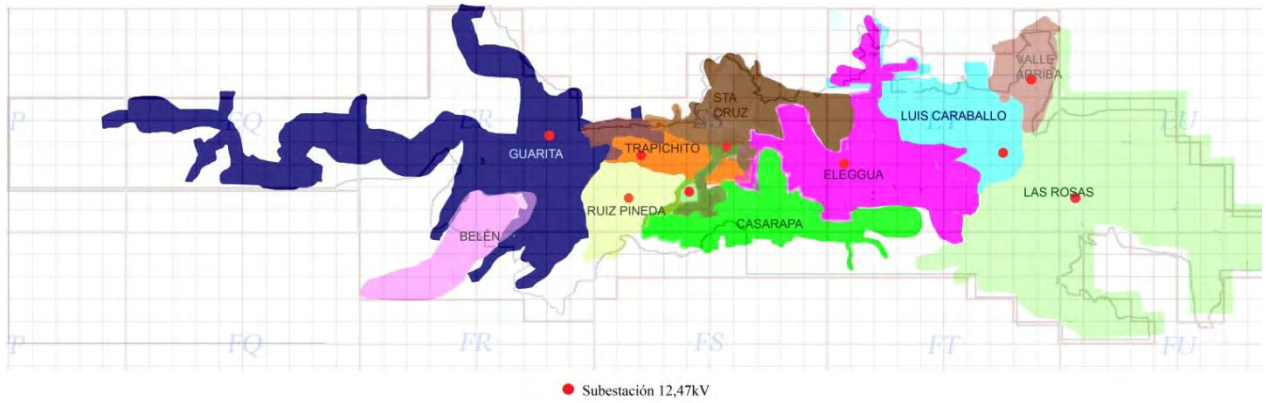


Figura 5.2. Ubicación de Subestaciones Escenario 1

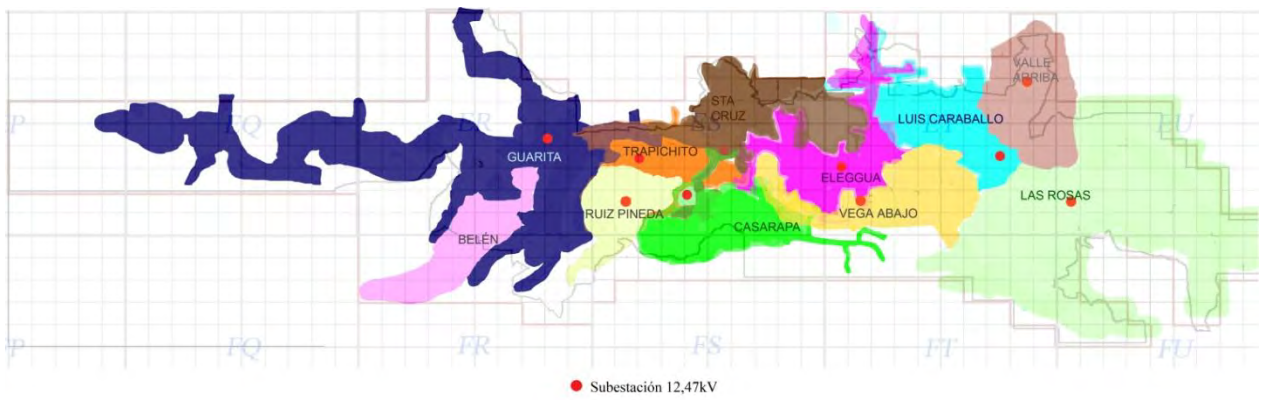


Figura 5.3. Ubicación de Subestaciones Escenario 2

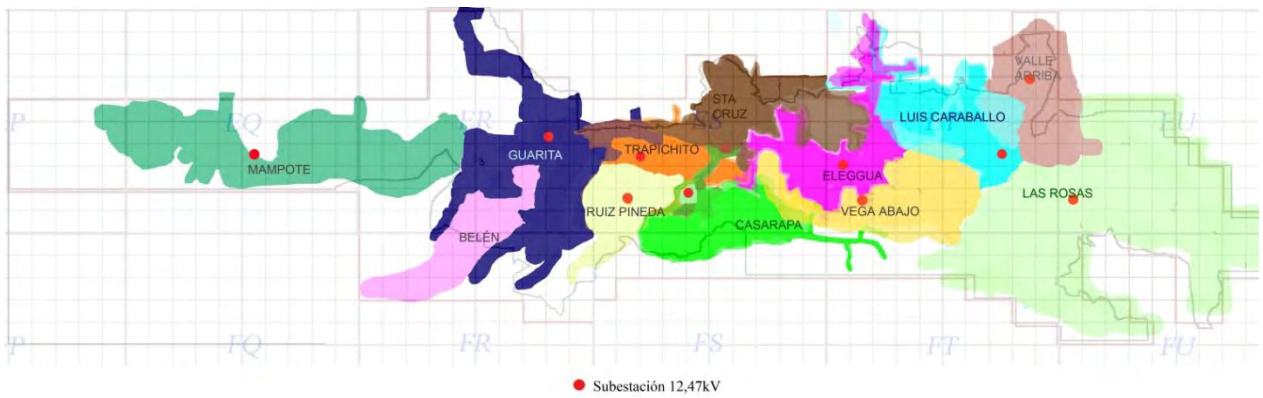


Figura 5.4. Ubicación de Subestaciones Escenario 3

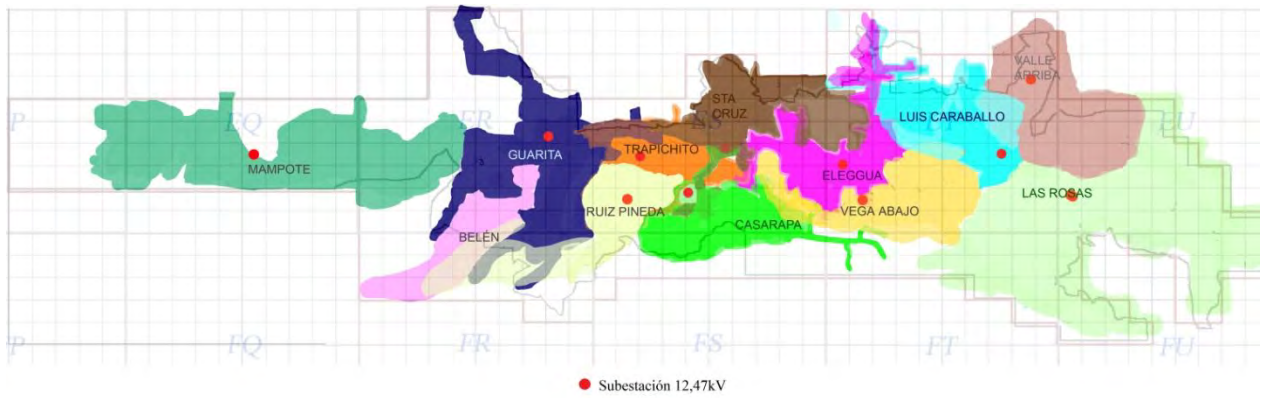


Figura 5.5. Ubicación de Subestaciones Escenario 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La demanda de saturación de Guarenas y Guatire se encuentra entre los rangos de 800 y 1000 MVA. Según lo observado en la región, es posible que el escenario más factible sea el tercero con 833,74 MVA, debido a que el crecimiento residencial es importante en el mismo y actualmente los proyectos de inversión son de carácter residencial. Además de que la población va en aumento y la adquisición de viviendas también. Guarenas y Guatire será una extensión del Área Metropolitana de Caracas.

Según los resultados del estudio de saturación, es necesario construir las subestaciones Belén, Ruiz Pineda, Las Rosas y Valle Arriba ya que es el mínimo que se requiere para suplir la demanda del escenario de menor crecimiento. Belén, Valle Arriba y Las Rosas son subestaciones que deben diseñarse de tal forma que se permita la expansión a 100 MVA de capacidad firme, en el caso de que Belén y Valle Arriba lo ameriten por el desarrollo de la región. Se calcula que la capacidad firme máxima que tendrá Ruiz Pineda es de 67 MVA, por lo cual esta subestación puede planificarse para que su expansión sólo sea hasta este valor, evitando costos adicionales de instalación y espacio.

En el caso de especial atención de la subestación Vega Abajo, que aparece en el 75% de todos los escenarios, es necesario hacer un seguimiento del desarrollo de la región para saber cuál es la tendencia y establecer a tiempo si esta subestación será imprescindible o no. De la misma forma, es necesario verificar en el tiempo si será posible establecer la subestación Mampote, la cual contendrá un traspaso de algunos circuitos de Guairita y cuya aparición es de un 50% en los escenarios.

La ubicación de las subestaciones dependerá principalmente de la disponibilidad de los terrenos y de la topografía de la zona. Es necesario considerar la vialidad, el paso de los circuitos y los puntos de alimentación.

Es importante mencionar que este estudio además de estar sujeto al posible desarrollo de la región de Guarenas y Guatire, depende de que se pueda suplir la demanda requerida por la

generación existente. Por lo tanto es necesario establecer planes inmediatos para aumentar la capacidad de la generación de suministro eléctrico y así evitar problemas con la calidad del servicio que se brinda.

Recomendaciones:

Es necesaria la realización constante de estudios de mediano plazo para conocer las tendencias de desarrollo en la región y establecer de esta manera una comparación con el estudio de largo plazo y determinar cuál será el escenario más adecuado a futuro. También es recomendable realizar estudios de saturación cada 5 a 10 años para determinar con mayor exactitud la ubicación de las subestaciones según las características de crecimiento en la región.

Es importante que los organismos gubernamentales realicen nuevos planes urbanísticos en la región y se sustituyan los planes obsoletos. De esta manera, es más sencillo establecer el uso de la tierra y de las áreas vacantes de la región

Se recomienda que la Electricidad de Caracas actualice las normas de diseño para cargas residenciales, comerciales e institucionales con el fin de modelar adecuadamente la carga con los requerimientos energéticos de la actualidad. Es una manera práctica de obtener índices de demanda.

Se propone que la Electricidad de Caracas desarrolle un software de cálculo de índices de demanda y de ubicación de subestaciones. Para los índices de demanda se recomienda el uso de las bases de datos de los usuarios con los valores de consumo asociados y el programa conversor de kWh a kVA utilizando las curvas de carga características de la región a estudiar. De tal manera que el proceso sea automatizado. Las áreas de la región a estudiar se podrían obtener del Sistema de Información Geográfica. En Apéndice A se coloca la propuesta en detalle. Para la ubicación de subestaciones se recomienda revisar los programas antiguos de la compañía y adaptarlos a la actualidad con ayuda del Sistema de Información Geográfica. Al automatizar ambos, los estudios de saturación serán desarrollados de forma más rápida y eficiente.

Se debe verificar la adquisición de terrenos para las próximas cuatro subestaciones, así como la ubicación de las mismas según la cantidad de circuitos, vialidad de la zona, topografía, entre otros.

Se recomienda considerar para la ubicación de subestaciones, la aplicación de un límite menor de capacidad firme al utilizado en este trabajo, con el fin de determinar en un análisis técnico económico (comparativo con el estudio propuesto) la configuración de la red de distribución eléctrica a futuro más adecuada para la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] La Electricidad de Caracas. 2009. Así es la EDC. Disponible en Internet: <http://www.laedc.com.ve/ArticlesDetail.asp?CategoryId=10874&modulo=1>, consultado el 23 de Diciembre de 2009
- [2] RODRÍGUEZ, C. 2008. 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.
- [3] GONZÁLES, R. 2004. Estudio de planificación a corto y mediano plazo: Análisis técnico-económico para el cambio de tensión de las subestaciones Caucaguita y Miranda. Informe de pasantía, Universidad Simón Bolívar
- [4] WILLIS, H. 1996. Spatial Electric Load Forecasting. 1era. Edición. Marcel Dekker, INC., New York
- [5] MARTÍNEZ, P. y FIGUEROA, R. 1994. Estudio de Saturación del sistema de distribución de la zona de Guarenas – Guatire – Araira. Informe de Pasantía, Universidad Simón Bolívar.
- [6] Departamento de Planificación de Distribución de la Electricidad de Caracas 1998. Plan de Expansión Sistema de Distribución Largo Plazo Período 2003-2020-Horizonte ELEGGUA. Informe de La Electricidad de Caracas
- [7] Departamento de Planificación de Distribución de la Electricidad de Caracas s/f. Plan de Expansión Sistema de Distribución Largo Plazo Período 2000-2005-2010-2015-Año Horizonte Área Metropolitana de Caracas. Informe de La Electricidad de Caracas
- [8] PEROZZI, R. 1990. Estudio de Planificación a Largo Plazo del Sistema de Distribución de Ciudad Fajardo. Informe de Pasantía, Universidad Simón Bolívar
- [9] Wikipedia la enciclopedia libre. 2009. Guarenas. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Guarenas>, consultado el 28 de Diciembre de 2009.
- [10] Wikipedia la enciclopedia libre. 2009. Guarenas. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Guatire>, consultado el 28 de Diciembre de 2009.
- [11] Plan de Ordenación Urbanística de Ciudad Fajardo – Araira. 1995. Gaceta Oficial 4878: 1-22
- [12] Anuario Estadístico del Estado Miranda. 2007. Gobierno del Estado Bolivariano de Miranda.

[13] Mapas de Venezuela. 2009. Estado Miranda. Disponible en Internet: <http://www.a-venezuela.com/mapas/map/html/estados/miranda.html>, consultado el 11 de Enero de 2010

[14] Wikipedia la enciclopedia libre. 2009. MicroStation. Disponible en Internet: <http://en.wikipedia.org/wiki/MicroStation>, consultado el 13 de Enero de 2010

[15] Wikipedia la enciclopedia libre. 2009. Metro de Guarenas y Guatire. Disponible en Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_Guarenas-Guatire, consultado el 14 de Noviembre de 2009.

[16] Wikipedia la enciclopedia libre. 2009. Adobe Photoshop. Disponible en Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop, consultado el 13 de Enero de 2010

ANEXO A

EP00	EP01	EP02	EP03	EP04	EP05	EP06	EP07	EP08	EP09
EP10									
EP20									
EP30									
EP40									
EP50									
EP60									
EP70									
EP80									
EP90									

Figura A.1 Ejemplo del sistema de cuadrículas utilizado en La Electricidad de Caracas

ANEXO B

Conversión de KWH a KVA y KVA a KWH

**Autor(es): Ing. MSc. Leonardo López
Ing. Omar Mantilla**

Resumen

¿Cuántas veces se nos ha presentado en la práctica que conocemos los KWH que consume una carga y deseáramos conocer que carga en KVA tenemos conectada, o cuántas veces conociendo los KVA instalados deseáramos conocer el consumo mensual de KWH?. Se presenta a continuación un método basado en las curvas típicas de cargas residencial, residencial social, comercial, consumo mixto e industrial para realizar esta conversión. Esta metodología está adicionalmente plasmada en un programa sencillo ejecutable que puede ser instalado en cualquier ordenador.

Palabras Clave: KW, KWH, KVA, Consumo, Carga

I. INTRODUCCIÓN

Determinar cuantitativamente los consumos de KWH de una carga sin necesidad de colocar instrumentos de medición como medidores de energía o registradores de demanda, reporta magníficos beneficios para las empresas de distribución de servicio eléctrico. Al instante podemos conocer los KWH de consumo o la carga máxima conectada con el uso de curvas típicas y programa de computación que se presenta en este trabajo.

el tipo de cliente programa realiza esta integral, obteniéndose así de inmediato el consumo mensual en KWH esperado de este cliente o grupo de clientes.

Si lo que se conoce es los KWH, el resultado de la integral evaluado en el periodo de tiempo, el programa según el tipo de cliente modela la curva y arroja como resultado la demanda máxima en KVA y su hora de ocurrencia.

II. TIPOS DE CLIENTE

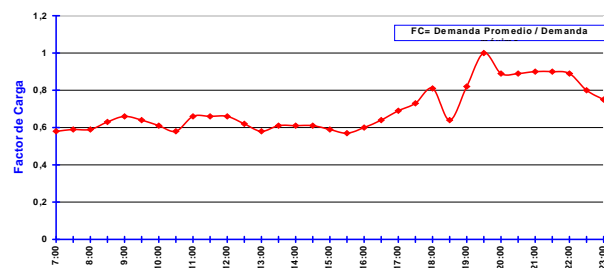
Según el tipo de cliente, se puede predecir como es el comportamiento de su demanda basándose en curvas típicas de consumo. Estas curvas son obtenidas agrupando un gran número de clientes según su tipo y modelando entonces un comportamiento Promedio. Los tipos de clientes existentes son: Residencial Social, Residencial, Comercial, Mixto o Industrial.

III. METODOLOGÍA DEL CALCULO

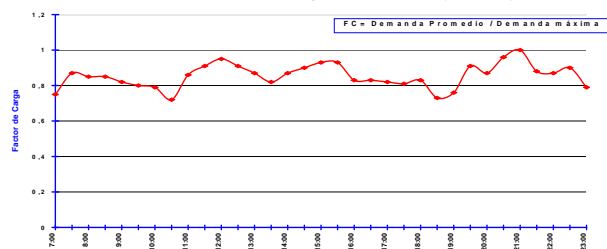
Si a la función que representa la curva de la demanda en KVA la llamamos $D(t)$, la integral de esta función en el periodo de estudio nos da el consumo de energía en KWH ($\int D(t)$) en este periodo. Se desarrolló un programa ejecutable en que puede ser instalado en cualquier computador para calcular los consumos en KWH o la carga máxima conectada en KVA de determinado cliente con solo realizar una medida puntual realizada con una pinza amperimétrica en campo. El otro requisito es también muy simple y consiste en indicar con precisión la hora en que se realizó la medición. Con estos dos parámetros e indicando al programa

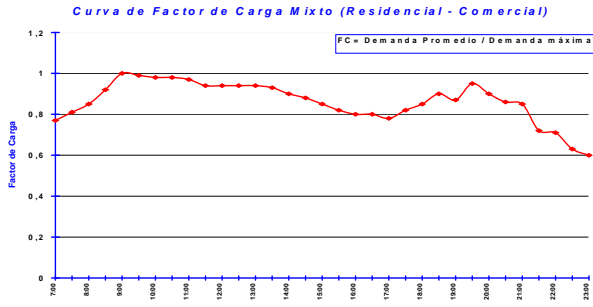
IV. CURVAS DE DEMANDAS

Curva de Factor de Carga Residencial_(Rural)



Curva de Factor de Carga Residencial_(Urbano)





Ahora examinemos el caso muy común que tenemos la facturación en la mano de cierto cliente y conocemos que su consumo mensual es de 100.000 KWH, entonces podemos conocer la demanda máxima.

Tipo de Cliente	KVA máx.	Hora
Residencial	218	-----
Comercial	343	3 p.m
Mixto	229	9 a.m
Industrial	293	8 y 11 a.m

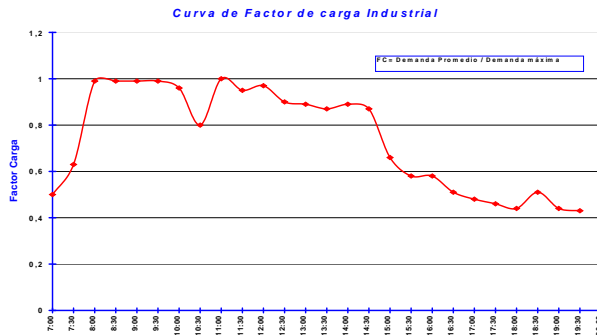
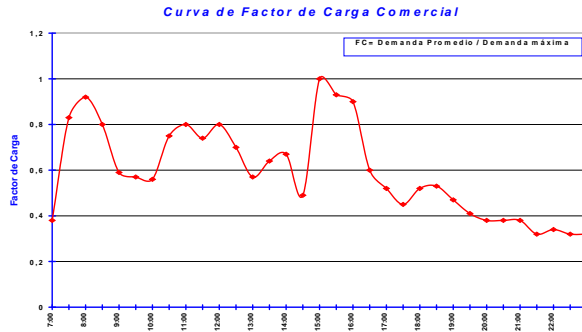
VI. CONCLUSIONES

Con la aplicación de la metodología expuesta en el siguiente trabajo podemos:

- Calcular la demanda máxima en KVA de cualquier objeto de conexión o Cliente conociendo su facturación en KWH.
- Puede ser fuente alternativa instantánea a la opción de colocar un registrador de carga.
- Puede ser usado para realizar comparaciones inmediatas con mediciones reales facturadas para detectar anomalías (mal funcionamiento de la medición) o irregularidades en la conexión.

IV. REFERENCIAS

- Mantilla, J. Omar.....Curvas Factor Demanda.
- Sadiku Alexander.....Redes Eléctricas



III. EJEMPLOS DE CALCULOS

Resumamos con ejemplos prácticos. Supongamos que a las 11 a.m, se tomo con una pinza amperimetrica la medida de 277 Amp. en un sistema trifásico 208 V., entonces la carga instalada máxima y el consumo mensual será según el tipo de cliente:

ANEXO C

Tabla C.1. Sectores de Guarenas, Guatire y Araira

Guatire	Guarenas	Araira
Aconcagua	Castillejo	Araira
Ciudad Casarapa	Las Rosas	Care
Ciudad Perdida	Comunidad Artesanal Las Nereidas	Fila de Viento
El Calvario	Country Club Buenaventura	Juan Torres
El Recreo	El Bosque	Río Arriba
El Retiro	El Ingenio	Salmerón
El Torreón	El Marqués	Colinas de Araira
Industrial Cloris	El Rodeo	La Ceniza
Industrial Guayabal	Industrial Terrinca	Santa Rosalía
La Llanada	La Guaya	Zona Industrial de Araira
La Llanada	Pueblo Abajo	
La Vaquera	Terrazas de San Pedro	
Las Islas	Terrazas Buenaventura	
Las Mandarinas	Terrazas Buenaventura II	
Leonardo Ruiz Pineda	Valle Arriba	
Los girasoles	Villa Heroica	
Los Naranjos	Agua Fría	
Menca de Leoni	Bonaventure Country Club	
Nueva Casarapa	Bucaral	
Oropeza Castillo	Capayita	
Prolongación Soubllette	El Banqueo	
Pueblo Arriba	El Calao	
Ruíz Pineda	El Jabillo	
Terrazas de Mampote	El Progreso	
Trapichito Sector 1,2,3 y 4	El Rodeo	
Valle de Curupao	La Candelaria	
Vicente Emilio Sojo	La Rinconada	
Villas del Este	Las Barrancas	
Terrazas Altos de San Pedro	Las Casitas	
29 de Julio	Las Malvinas	
Castillito	Las Planadas	
Clavellinas Almendrán	Las Rosas	
Clavellinas Bolívar	Los Pinos	

Guatire	Guarenas	Araira
Clavellinas Cogollal	Macaira	
Clavellinas Cotoperiz	Nuevo	
Clavellinas Guamacho	Plaza	
Clavellinas Nazareno	Quemadito	
Clavellinas Pariata	Reventón	
Clavellinas San José	Santa Rosa	
Colina de Zumba	Valle Arriba	
Copacabana	Valle Verde	
Divino Niño	Vega Abajo	
El Cercado	Vega Arriba	
El Mamón	Zona Industrial Santa Cruz	
El Mirador	Zona industrial Terrinca	
El Tamarindo	Zona industrial Villa Heroica	
Guacarapa		
Gueime		
La Comunidad		
La Guairita		
Las Acacias		
Las Palmas		
Nuevo		
Quebrada Seca		
Vista Hermosa		
Vuelta Blanca		
Zulia		
Cloris		
Cortada de Maturín		
Guayabal		
La Guairita		
Parcelamiento Industrial del Este		
Santa Cruz		

ANEXO D

Tabla D.1. Índices de demanda residencial de los sectores de Guarenas, Guatire y Araira

Sector	Cantidad de habitantes por hectárea	Índices de Demanda (kVA/Ha)
Vega Abajo	4,0846164	1,48425071
Terrazas de San Pedro	24,477612	3,80219078
Quemadito	39,176208	5,89228697
Terrazas de Buenaventura II	22,269641	8,43637538
Comunidad Artesanal Las Nereidas	64,866489	9,71346858
El Marqués	68,216181	12,9477428
La Llanada	76,141668	14,9499218
Terrazas de Mampote	42,914654	15,8692186
Los Naranjos	85,705994	17,4759203
Villas del Este	91,018893	22,2495194
Vicente Emilio Sojo	120,27989	22,9016504
Pueblo Ciudad Guatire	25,397985	22,9195971
Ciudad Perdida	187,01754	26,6389002
Oropeza Castillo	157,12268	27,1015727
Las Rosas	237,42827	28,2501903
Country Club Buenaventura	80,676598	28,9755148
El Ingenio	172,1482	30,0035385
Vega Arriba	116,41975	30,3038148
Trapichito Sector 2	143,47841	30,5128791
Ruiz Pineda	169,90294	30,8123725
Las Planadas	275,4964	35,6980994
Casarapa Auyare	250	38,8554873
Trapichito Sector 1	2,1674009	39,9303713
Trapichito Sector 3	0,551817	41,111432
Castillejo	82,780297	43,5979301
Ciudad Casarapa	0,0701935	44,6745056
Valle Arriba	168,61911	48,7048862
Terrazas de Buenaventura	133,91367	50,8698153
Nueva Casarapa	242,02009	55,5037326
Trapichito Sector 4	259,7557	57,2534489
Aconcagua	365,39352	63,3742455

Sector	Cantidad de habitantes por hectárea	Índices de Demanda (kVA/Ha)
La Vaquera	448,66925	73,334101
Terrazas del Este	386,42825	73,7654794
El Bosque	385,2349	79,028385
Menca de Leoni	397,86128	81,4580805
Conjunto Residencial El Refugio	176,17188	82,0193043
El Calvario	454,87202	89,8020786
Las Islas	589,32781	103,232933
El Torreón	874,90435	120,547799

Tabla D.2. Índices de Demanda de Zonas de Desarrollo No Controlado

Sector	Cantidad de habitantes por hectárea	Índices de Demanda (kVA/Ha)
29 de Julio	232,92447	33,2365367
Castillito	219,95708	30,6353404
Clavellinas Almendrán	148,44828	22,662655
Clavellinas Bolívar	161,53846	19,9330907
Clavellinas Cogollal	133,1456	14,7768157
Clavellinas Cotoperiz	119,918	16,025457
Clavellinas Guamacho	165,60261	22,1230179
Clavellinas Nazareno	184,98316	20,8233901
Clavellinas San José	156,07955	16,8649075
Copacabana	235,95027	29,0789735
El Cercado	139,92063	14,273566
El Mirador	189,51945	24,3103321
Guacarapa	157,01876	15,0514519
Gueime	101,88253	11,2352145
La Comunidad	151,83313	16,5598173
La Guairita	159,23432	24,3476099
La Vuelta Blanca	149,55516	18,9349422
Las Acacias	198,76268	24,3485022
Las Palmas	349,42457	49,4323313
Nueva Guacarapa	109,7027	10,5069131
Nuevo	208,31984	25,485867
Pueblo Arriba	138,16327	25,8317451
Quebrada Seca	143,1225	21,7868406
Ruiz Pineda Parte Alta	165,35314	18,0628416
Tamarindo	148	14,4097003

Sector	Cantidad de habitantes por hectárea	Índices de Demanda (kVA/Ha)
Vista Hermosa	107,92067	12,2770896
Zulia	190,86553	23,4681549
Zumba Parte Alta	102,44664	13,5692088
Zumba Parte Baja	56,514248	7,40614846
Barrio El Jabillo	152,48161	20,212579
Sector El Progreso	96,785714	10,12853
El Rodeo	76,774475	9,09647102
La Candelaria	61,247803	7,72128538
La Guaya	151,09731	30,3331907
Las Barrancas	158,03297	25,1121543
Las Casitas	124,58663	15,723363
Santa Rosa	351,42857	37,2258425
Valle Verde	215,06547	33,9871215

ANEXO E

Tabla E.1 Circuitos de las Subestaciones de ELEGGUA

Subestación	Circuitos
CASARAPA	A01, A02, B01, B02, B03
ELEGGUA	A01, A02, A03, A04, A05, B01, B02, B03, B04
GUAIRITA	A01, A02, A03, A04, B01, B02, B03, B04
LUIS CARABALLO	A01, A02, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A09, B01, B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08
SANTA CRUZ	A08, A09, A11, B01, B02, B03
TRAPICHITO	A07, A08, A09, A10, A11, B05, B06, B07, B08, B09, B10, B11, B12

Recorrido de las subestaciones de ELEGGUA

El día lunes 2 de Noviembre de 2009 se realizó la visita a las siguientes subestaciones:

- Guairita
- Trapichito
- Casarapa

Guairita

Nivel de Tensión: 12,47 kV

Alimentación: Curupao 69kV

Actualmente posee 2 unidades de transformación

Posibilidades de Ampliación

Trapichito

Nivel de Tensión: 12,47 kV

Actualmente posee 3 unidades de transformación y existe una unidad de 8,3 kV en desuso (ocupa un espacio importante)

Presenta posibilidades de expansión

Casarapa

Nivel de Tensión: 12,47kV

Actualmente posee 2 unidades de transformación de 28 MVA cada una.

ANEXO F

Tabla F.1 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 1

Zonificación	Índice de Demanda (kVA/Ha)	Cantidad de Habitantes por hectárea	Área Real (Ha)	Demanda (kVA)
RDP-1	76,18	450	617,9656	47076,61941
RDP-2	96,28	600	201,10125	19362,02835
RDP-3	123,08	800	182,35625	22444,40725
RDP-4	149,88	1000	355,992	53356,08096
RDP-5	216,88	1500	469,98605	101930,5745
RDP-6	250	mas de 1500	23,4231	5855,775
RAE-1	23,4		501,562	11736,5508
C-1	42,72		139,9455	5978,47176
C-2	125,63		227,095	28529,94485
C-3	581,11		136,257	79180,30527
Institucional 1	196,38		45,419	8919,38322
Institucional 2	558,97		11,35475	6346,964608
Industrial 1	98,15		174,58336	17135,35678
Industrial 2	349,67		129,82788	45396,9148
Industrial 3	527,58		93,68532	49426,50113
Industrial 4	816,42		130,30344	106382,3345
Totales			3440,8575	609058,2132

Tabla F.2 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 2

Zonificación	Índice de Demanda (kVA/Ha)	Cantidad de Habitantes por hectárea	Área Real (Ha)	Demanda (kVA)
RDP-1	76,18	450	650,70415	49570,64215
RDP-2	96,28	600	202,2341	19471,09915
RDP-3	123,08	800	177,2951	21821,48091
RDP-4	149,88	1000	355,67415	53308,4416
RDP-5	216,88	1500	62,48605	13551,97452
RDP-6	250	mas de 1500	23,4231	5855,775
RAE-1	23,4		501,562	11736,5508
C-1	42,72		116,6935	4985,14632
C-2	125,63		180,591	22687,64733
C-3	581,11		108,3546	62965,94161
Institucional 1	196,38		36,1182	7092,892116
Institucional 2	558,97		9,02955	5047,247564
Industrial 1	98,15		263,110736	25824,31874
Industrial 2	349,67		195,660738	68416,69026
Industrial 3	527,58		141,191082	74489,59104
Industrial 4	816,42		196,377444	160326,4728
Totales			3220,5055	607151,9119

Tabla F.3 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 3

Zonificación	Índice de Demanda (kVA/Ha)	Cantidad de Habitantes por hectárea	Área Real (Ha)	Demanda (kVA)
RDP-1	76,18	450	826,1166	62933,56259
RDP-2	96,28	600	202,2341	19471,09915
RDP-3	123,08	800	249,36555	30691,91189
RDP-4	149,88	1000	406,8969	60985,70737
RDP-5	216,88	1500	62,48605	13551,97452
RDP-6	250	mas de 1500	23,4231	5855,775
RAE-1	23,4		501,562	11736,5508
C-1	42,72		135,019	5768,01168
C-2	125,63		217,242	27292,11246
C-3	581,11		130,3452	75744,89917
Institucional 1	196,38		43,4484	8532,396792
Institucional 2	558,97		10,8621	6071,588037
Industrial 1	98,15		185,945816	18250,58184
Industrial 2	349,67		138,277503	48351,49447
Industrial 3	527,58		99,782667	52643,33946
Industrial 4	816,42		138,784014	113306,0447
Totales			3371,791	561187,0499

Tabla F.4 Resultados de los cálculos de área y demanda para el escenario 4

Zonificación	Índice de Demanda (kVA/Ha)	Cantidad de Habitantes por hectárea	Área Real (Ha)	Demanda (kVA)
RDP-1	76,18	450	1027,2749	78257,80188
RDP-2	96,28	600	202,2341	19471,09915
RDP-3	123,08	800	288,07805	35456,64639
RDP-4	149,88	1000	499,74985	74902,50752
RDP-5	216,88	1500	62,48605	13551,97452
RDP-6	250	mas de 1500	23,4231	5855,775
RAE-1	23,4		501,562	11736,5508
C-1	42,72		129,0335	5512,31112
C-2	125,63		258,067	32420,95721
C-3	581,11		154,8402	89979,18862
Institucional 1	196,38		51,6134	10135,83949
Institucional 2	558,97		12,90335	7212,58555
Industrial 1	98,15		234,171	22983,88365
Industrial 2	349,67		174,139875	60891,49009
Industrial 3	527,58		125,661375	66296,42822
Industrial 4	816,42		174,77775	142692,0507
Totales			3920,0155	677357,0899

ANEXO G

Resultados de la demanda por áreas de servicio de las subestaciones

Guairita

Tabla G.1 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 1

Escenario 1			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	139,4628	10,6242761
RDP-2	96,28		
RDP-3	123,08		
RDP-4	149,88		
RDP-5	216,88		
RDP-6	250		
RAE-1	23,4	283,157	6,6258738
C-1	42,72	14,903	0,63665616
C-2	125,63	17,112	2,14978056
C-3	581,11	10,2672	5,96637259
Institucional 1	196,38	3,4224	0,67209091
Institucional 2	558,97	0,8556	0,47825473
Industrial 1	98,15	23,64012	2,32027778
Industrial 2	349,67	17,579835	6,1471409
Industrial 3	527,58	12,685815	6,69278228
Industrial 4	816,42	17,64423	14,4051023
Ciudad Belen			10
Gran Consumidor			2,01
Metro			30
Total			98,7286081

Tabla G.2 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 2

Escenario 2			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	170,68545	13,0028176
RDP-2	96,28		
RDP-3	123,08		
RDP-4	149,88		
RDP-5	216,88		
RDP-6	250		
RAE-1	23,4	283,157	6,6258738
C-1	42,72	14,903	0,63665616
C-2	125,63	20,943	2,63106909
C-3	581,11	12,5658	7,30211204
Institucional 1	196,38	4,1886	0,82255727
Institucional 2	558,97	1,04715	0,58532544
Industrial 1	98,15	23,64012	2,32027778
Industrial 2	349,67	17,579835	6,1471409
Industrial 3	527,58	12,685815	6,69278228
Industrial 4	816,42	17,64423	14,4051023
Ciudad Belen			5
Gran Consumidor			2,01
Metro			30
Total			98,1817146

Tabla G.3 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 3

Escenario 3			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	61,41025	4,67823285
RDP-2	96,28		
RDP-3	123,08		
RDP-4	149,88		
RDP-5	216,88		
RDP-6	250		
RAE-1	23,4	206,9005	4,8414717
C-1	42,72	10,8895	0,46519944
C-2	125,63	7,535	0,94662205
C-3	581,11	4,521	2,62719831
Institucional 1	196,38	1,507	0,29594466
Institucional 2	558,97	0,37675	0,21059195
Industrial 1	98,15	38,114944	3,74098175
Industrial 2	349,67	28,343952	9,9110297
Industrial 3	527,58	20,453328	10,7907668
Industrial 4	816,42	28,447776	23,2253333
Ciudad Belen			20
Gran Consumidor			2,01
Metro			10
Total			93,7433725

Tabla G.4 Demanda por área de servicio de Guairita Escenario 4

Escenario 4			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	61,41025	4,67823285
RDP-2	96,28		
RDP-3	123,08		
RDP-4	149,88		
RDP-5	216,88		
RDP-6	250		
RAE-1	23,4	206,9005	4,8414717
C-1	42,72	10,8895	0,46519944
C-2	125,63	7,535	0,94662205
C-3	581,11	4,521	2,62719831
Institucional 1	196,38	1,507	0,29594466
Institucional 2	558,97	0,37675	0,21059195
Industrial 1	98,15	38,114944	3,74098175
Industrial 2	349,67	28,343952	9,9110297
Industrial 3	527,58	20,453328	10,7907668
Industrial 4	816,42	28,447776	23,2253333
Ciudad Belen			20
Gran Consumidor			2,01
Metro			10
Total			93,7433725

Trapichito

Tabla G.5 Demanda por área de servicio de Trapichito Escenario 1

Escenario 1			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	18,575	1,4150435
RDP-2	96,28	46,455	4,4726874
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	32,225	4,829883
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	27,965	6,99125
RAE-1	23,4	15,1525	0,3545685
C-1	42,72	0,7975	0,0340692
C-2	125,63	12,828	1,61158164
C-3	581,11	7,6968	4,47268745
Institucional 1	196,38	2,5656	0,50383253
Institucional 2	558,97	0,6414	0,35852336
Industrial 1	98,15	29,977192	2,94226139
Industrial 2	349,67	22,292361	7,79496987
Industrial 3	527,58	16,086429	8,48687821
Industrial 4	816,42	22,374018	18,2665958
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			99,3448318

Tabla G.6 Demanda por área de servicio de Trapichito
Escenario 2

Escenario 2			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	18,575	1,4150435
RDP-2	96,28	46,455	4,4726874
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	32,225	4,829883
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	27,965	6,99125
RAE-1	23,4	15,1525	0,3545685
C-1	42,72	0,7975	0,0340692
C-2	125,63	12,828	1,61158164
C-3	581,11	7,6968	3,67087187
Institucional 1	196,38	2,5656	1,21205736
Institucional 2	558,97	0,6414	2,73559918
Industrial 1	98,15	29,977192	2,94226139
Industrial 2	349,67	22,292361	7,79496987
Industrial 3	527,58	16,086429	8,48687821
Industrial 4	816,42	22,374018	18,2665958
Ciudad Belén			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			101,628317

Tabla G.7 Demanda por área de servicio de Trapichito Escenario 3

Escenario 3			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	18,575	1,4150435
RDP-2	96,28	46,455	4,4726874
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	32,225	4,829883
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	27,965	6,99125
RAE-1	23,4	15,1525	0,3545685
C-1	42,72	0,7975	0,0340692
C-2	125,63	12,828	1,61158164
C-3	581,11	7,6968	3,67087187
Institucional 1	196,38	2,5656	1,21205736
Institucional 2	558,97	0,6414	2,73559918
Industrial 1	98,15	29,977192	2,94226139
Industrial 2	349,67	22,292361	7,79496987
Industrial 3	527,58	16,086429	8,48687821
Industrial 4	816,42	22,374018	18,2665958
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			101,628317

Tabla G.8 Demanda por área de servicio de Trapichito Escenario 4

Escenario 4			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	18,575	1,4150435
RDP-2	96,28	46,455	4,4726874
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	32,225	4,829883
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	27,965	6,99125
RAE-1	23,4	15,1525	0,3545685
C-1	42,72	0,7975	0,0340692
C-2	125,63	12,828	1,61158164
C-3	581,11	7,6968	3,67087187
Institucional 1	196,38	2,5656	1,21205736
Institucional 2	558,97	0,6414	2,73559918
Industrial 1	98,15	29,977192	2,94226139
Industrial 2	349,67	22,292361	7,79496987
Industrial 3	527,58	16,086429	8,48687821
Industrial 4	816,42	22,374018	18,2665958
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			101,628317

Casarapa

Tabla G.9 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 1

Escenario 1			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	10,755	0,8193159
RDP-2	96,28	245,885	23,6738078
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	11,215	2,80375
RAE-1	23,4	22,1255	0,5177367
C-1	42,72	1,1645	0,04974744
C-2	125,63	27,015	3,39389445
C-3	581,11	16,209	9,41921199
Institucional 1	196,38	5,403	1,06104114
Institucional 2	558,97	1,35075	0,75502873
Industrial 1	98,15	16,424184	1,61203366
Industrial 2	349,67	12,213747	4,27078091
Industrial 3	527,58	8,813583	4,64987012
Industrial 4	816,42	12,258486	10,0080731
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			30
Total			93,034292

Tabla G.10 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 2

Escenario 2			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	10,755	0,8193159
RDP-2	96,28	260,055	25,0380954
RDP-3	123,08	0	0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	11,215	2,80375
RAE-1	23,4	22,1255	0,5177367
C-1	42,72	1,1645	0,04974744
C-2	125,63	28,432	3,57191216
C-3	581,11	17,0592	9,91327171
Institucional 1	196,38	5,6864	1,11669523
Institucional 2	558,97	1,4216	0,79463175
Industrial 1	98,15	16,424184	1,61203366
Industrial 2	349,67	12,213747	4,27078091
Industrial 3	527,58	8,813583	4,64987012
Industrial 4	816,42	12,258486	10,0080731
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			30
Total			95,1659141

Tabla G.11 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 3

Escenario 3			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	10,755	0,8193159
RDP-2	96,28	260,055	25,0380954
RDP-3	123,08	0	0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	11,215	2,80375
RAE-1	23,4	22,1255	0,5177367
C-1	42,72	1,1645	0,04974744
C-2	125,63	28,432	3,57191216
C-3	581,11	17,0592	9,91327171
Institucional 1	196,38	5,6864	1,11669523
Institucional 2	558,97	1,4216	0,79463175
Industrial 1	98,15	16,424184	1,61203366
Industrial 2	349,67	12,213747	4,27078091
Industrial 3	527,58	8,813583	4,64987012
Industrial 4	816,42	12,258486	10,0080731
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			30
Total			95,1659141

Tabla G.12 Demanda por área de servicio de Casarapa Escenario 4

Escenario 4			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	10,755	0,8193159
RDP-2	96,28	260,055	25,0380954
RDP-3	123,08	0	0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	11,215	2,80375
RAE-1	23,4	22,1255	0,5177367
C-1	42,72	1,1645	0,04974744
C-2	125,63	28,432	3,57191216
C-3	581,11	17,0592	9,91327171
Institucional 1	196,38	5,6864	1,11669523
Institucional 2	558,97	1,4216	0,79463175
Industrial 1	98,15	16,424184	1,61203366
Industrial 2	349,67	12,213747	4,27078091
Industrial 3	527,58	8,813583	4,64987012
Industrial 4	816,42	12,258486	10,0080731
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			30
Total			95,1659141

Santa Cruz

Tabla G.13 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 1

Escenario 1			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	161,315	12,2889767
RDP-2	96,28	32,845	3,1623166
RDP-3	123,08	42,135	5,1859758
RDP-4	149,88	23,515	3,5244282
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	3,755	0,93875
RAE-1	23,4	13,6895	0,3203343
C-1	42,72	0,7205	0,03077976
C-2	125,63	26,739	3,35922057
C-3	581,11	16,0434	9,32298017
Institucional 1	196,38	5,3478	1,05020096
Institucional 2	558,97	1,33695	0,74731494
Industrial 1	98,15	30,178736	2,96204294
Industrial 2	349,67	22,442238	7,84737736
Industrial 3	527,58	16,194582	8,54393757
Industrial 4	816,42	22,524444	18,3894066
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			77,6740425

Tabla G.14 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 2

Escenario 2			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	123,105	9,3781389
RDP-2	96,28	32,845	3,1623166
RDP-3	123,08	87,565	10,7775002
RDP-4	149,88	45,275	6,785817
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	3,755	0,93875
RAE-1	23,4	13,6895	0,3203343
C-1	42,72	0,7205	0,03077976
C-2	125,63	29,637	3,72329631
C-3	581,11	17,7822	10,3334142
Institucional 1	196,38	5,9274	1,16402281
Institucional 2	558,97	1,48185	0,82830969
Industrial 1	98,15	30,178736	2,96204294
Industrial 2	349,67	22,442238	7,84737736
Industrial 3	527,58	16,194582	8,54393757
Industrial 4	816,42	22,524444	18,3894066
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			85,1854443

Tabla G.15 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 3

Escenario 3			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	146,725	11,1775105
RDP-2	96,28	32,845	3,1623166
RDP-3	123,08	105,415	12,9744782
RDP-4	149,88	73,925	11,079879
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	3,755	0,93875
RAE-1	23,4	13,6895	0,3203343
C-1	42,72	0,7205	0,03077976
C-2	125,63	36,649	4,60421387
C-3	581,11	21,9894	12,7782602
Institucional 1	196,38	7,3298	1,43942612
Institucional 2	558,97	1,83245	1,02428458
Industrial 1	98,15	30,178736	2,96204294
Industrial 2	349,67	22,442238	7,84737736
Industrial 3	527,58	16,194582	8,54393757
Industrial 4	816,42	22,524444	18,3894066
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			97,2729976

Tabla G.16 Demanda por área de servicio de Santa Cruz Escenario 4

Escenario 4			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	146,725	11,1775105
RDP-2	96,28	32,845	3,1623166
RDP-3	123,08	105,415	12,9744782
RDP-4	149,88	73,925	11,079879
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250	3,755	0,93875
RAE-1	23,4	13,6895	0,3203343
C-1	42,72	0,7205	0,03077976
C-2	125,63	36,649	4,60421387
C-3	581,11	21,9894	12,7782602
Institucional 1	196,38	7,3298	1,43942612
Institucional 2	558,97	1,83245	1,02428458
Industrial 1	98,15	30,178736	2,96204294
Industrial 2	349,67	22,442238	7,84737736
Industrial 3	527,58	16,194582	8,54393757
Industrial 4	816,42	22,524444	18,3894066
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			97,2729976

Elegua

Tabla G.17 Demanda por área de servicio de Elegua Escenario 1

Escenario 1			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	20,295	1,5460731
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08	30,935	3,8074798
RDP-4	149,88	85,455	12,8079954
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	15,466	0,3619044
C-1	42,72	0,814	0,03477408
C-2	125,63	13,898	1,74600574
C-3	581,11	8,3388	4,84576007
Institucional 1	196,38	2,7796	0,54585785
Institucional 2	558,97	0,6949	0,38842825
Industrial 1	98,15	53,680088	5,26870064
Industrial 2	349,67	39,918879	13,9584344
Industrial 3	527,58	28,805931	15,1974331
Industrial 4	816,42	40,065102	32,7099506
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			93,2187974

Tabla G.18 Demanda por área de servicio de Elegua Escenario 2

Escenario 2			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	9,615	0,7324707
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08	30,935	3,8074798
RDP-4	149,88	85,455	12,8079954
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	0	0
C-1	42,72	0	0
C-2	125,63	12,83	1,6118329
C-3	581,11	7,698	4,47338478
Institucional 1	196,38	2,566	0,50391108
Institucional 2	558,97	0,6415	0,35857926
Industrial 1	98,15	63,661472	6,24837348
Industrial 2	349,67	47,341476	16,5538939
Industrial 3	527,58	34,162164	18,0232745
Industrial 4	816,42	47,514888	38,7921049
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			103,913301

Tabla G.19 Demanda por área de servicio de Elegua Escenario 3

Escenario 3			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	9,615	0,7324707
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08	30,935	3,8074798
RDP-4	149,88	85,455	12,8079954
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	0	0
C-1	42,72	0	0
C-2	125,63	12,83	1,6118329
C-3	581,11	7,698	4,47338478
Institucional 1	196,38	2,566	0,50391108
Institucional 2	558,97	0,6415	0,35857926
Industrial 1	98,15	53,680088	5,26870064
Industrial 2	349,67	39,918879	13,9584344
Industrial 3	527,58	28,805931	15,1974331
Industrial 4	816,42	40,065102	32,7099506
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			91,4301726

Tabla G.20 Demanda por área de servicio de Elegua Escenario 4

Escenario 4			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	9,615	0,7324707
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08	30,935	3,8074798
RDP-4	149,88	85,455	12,8079954
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	0	0
C-1	42,72	0	0
C-2	125,63	12,83	1,6118329
C-3	581,11	7,698	4,47338478
Institucional 1	196,38	2,566	0,50391108
Institucional 2	558,97	0,6415	0,35857926
Industrial 1	98,15	58,236304	5,71589324
Industrial 2	349,67	43,307082	15,1431874
Industrial 3	527,58	31,250898	16,4873488
Industrial 4	816,42	43,465716	35,4862799
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			97,1283631

Luis Caraballo

Tabla G.21 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 1

Escenario 1			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	147,865	11,2643557
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	92,165	13,8136902
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	34,6465	0,8107281
C-1	42,72	1,8235	0,07789992
C-2	125,63	24,156	3,03471828
C-3	581,11	14,4936	8,4223759
Institucional 1	196,38	4,8312	0,94875106
Institucional 2	558,97	1,2078	0,67512397
Industrial 1	98,15	14,977032	1,46999569
Industrial 2	349,67	11,137581	3,89447795
Industrial 3	527,58	8,037009	4,24016521
Industrial 4	816,42	11,178378	9,12625137
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			94,5885333

Tabla G.22 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 2

Escenario 2			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	147,865	11,2643557
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	92,165	13,8136902
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	34,6465	0,8107281
C-1	42,72	1,8235	0,07789992
C-2	125,63	24,156	3,03471828
C-3	581,11	14,4936	8,4223759
Institucional 1	196,38	4,8312	0,94875106
Institucional 2	558,97	1,2078	0,67512397
Industrial 1	98,15	21,928648	2,1522968
Industrial 2	349,67	16,307109	5,7021068
Industrial 3	527,58	11,767401	6,20824542
Industrial 4	816,42	16,366842	13,3622171
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			103,282509

Tabla G.23 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 3

Escenario 3			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	147,865	11,2643557
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	92,165	13,8136902
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	34,6465	0,8107281
C-1	42,72	1,8235	0,07789992
C-2	125,63	24,156	3,03471828
C-3	581,11	14,4936	8,4223759
Institucional 1	196,38	4,8312	0,94875106
Institucional 2	558,97	1,2078	0,67512397
Industrial 1	98,15	18,475968	1,81341626
Industrial 2	349,67	13,739544	4,80430635
Industrial 3	527,58	9,914616	5,23075311
Industrial 4	816,42	13,789872	11,2583273
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			98,9644461

Tabla G.24 Demanda por área de servicio de Luis Caraballo Escenario 4

Escenario 4			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	147,865	11,2643557
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	92,165	13,8136902
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	34,6465	0,8107281
C-1	42,72	1,8235	0,07789992
C-2	125,63	24,156	3,03471828
C-3	581,11	14,4936	8,4223759
Institucional 1	196,38	4,8312	0,94875106
Institucional 2	558,97	1,2078	0,67512397
Industrial 1	98,15	20,398896	2,00215164
Industrial 2	349,67	15,169518	5,30432536
Industrial 3	527,58	10,946502	5,77515553
Industrial 4	816,42	15,225084	12,4300631
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			6,81
Metro			30
Total			101,369339

Nuevas Subestaciones Escenario 1

Belén: 29 MVA

Tabla G.25 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 1

Ruiz Pineda			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	122,615	9,3408107
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	54,3685	1,2722229
C-1	42,72	2,8615	0,12224328
C-2	125,63	12,338	1,55002294
C-3	581,11	7,4028	4,30184111
Institucional 1	196,38	2,4676	0,48458729
Institucional 2	558,97	0,6169	0,34482859
Industrial 1	98,15		0
Industrial 2	349,67		0
Industrial 3	527,58		0
Industrial 4	816,42		0
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			17,4165568

Tabla G.26 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 1

Las Rosas			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	103,285	7,8682513
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	67,465	10,1116542
RDP-5	216,88	74,835	16,2302148
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	99,123	2,3194782
C-1	42,72	5,217	0,22287024
C-2	125,63	24,788	3,11411644
C-3	581,11	14,8728	8,64273281
Institucional 1	196,38	4,9576	0,97357349
Institucional 2	558,97	1,2394	0,69278742
Industrial 1	98,15	21,885696	2,14808106
Industrial 2	349,67	16,275168	5,69093799
Industrial 3	527,58	11,744352	6,19608523
Industrial 4	816,42	16,334784	13,3360444
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			77,5468275

Tabla G.27 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 1

Valle Arriba			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18		0
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	114,235	17,1215418
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4		0
C-1	42,72	0	0
C-2	125,63	11,5	1,444745
C-3	581,11	6,9	4,009659
Institucional 1	196,38	2,3	0,451674
Institucional 2	558,97	0,575	0,32140775
Industrial 1	98,15	0	0
Industrial 2	349,67	0	0
Industrial 3	527,58	0	0
Industrial 4	816,42	0	0
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			23,3490276

Nuevas Subestaciones Escenario 2

Belén: 78 MVA

Tabla G.28 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 2

Las Rosas			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	97,065	7,3944117
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	74,905	11,2267614
RDP-5	216,88	74,835	16,2302148
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	99,123	2,3194782
C-1	42,72	5,217	0,22287024
C-2	125,63	24,91	3,1294433
C-3	581,11	14,946	8,68527006
Institucional 1	196,38	4,982	0,97836516
Institucional 2	558,97	1,2455	0,69619714
Industrial 1	98,15	29,095024	2,85567661
Industrial 2	349,67	21,636342	7,56557971
Industrial 3	527,58	15,613038	8,23712659
Industrial 4	816,42	21,715596	17,7290469
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			87,2704418

Tabla G.29 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 2

Valle Arriba			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	26,295	2,0031531
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	114,235	17,1215418
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4		0
C-1	42,72	0	0
C-2	125,63	14,206	1,78469978
C-3	581,11	8,5236	4,9531492
Institucional 1	196,38	2,8412	0,55795486
Institucional 2	558,97	0,7103	0,39703639
Industrial 1	98,15	26,659976	2,61667664
Industrial 2	349,67	19,825533	6,93239412
Industrial 3	527,58	14,306337	7,54773727
Industrial 4	816,42	19,898154	16,2452509
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			60,1595941

Tabla G.30 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 2

Ruiz Pineda			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	122,615	9,3408107
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	54,3685	1,2722229
C-1	42,72	2,8615	0,12224328
C-2	125,63	12,338	1,55002294
C-3	581,11	7,4028	4,30184111
Institucional 1	196,38	2,4676	0,48458729
Institucional 2	558,97	0,6169	0,34482859
Industrial 1	98,15		0
Industrial 2	349,67		0
Industrial 3	527,58		0
Industrial 4	816,42		0
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			17,4165568

Tabla G.31 Demanda por área de servicio de Vega Abajo Escenario 2

Vega Abajo			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	41,465	3,1588037
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08	119,835	14,7492918
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	12,939	0,3027726
C-1	42,72	0,681	0,02909232
C-2	125,63	16,283	2,04563329
C-3	581,11	9,7698	5,67732848
Institucional 1	196,38	3,2566	0,63953111
Institucional 2	558,97	0,81415	0,45508543
Industrial 1	98,15	60,763864	5,96397325
Industrial 2	349,67	45,186687	15,8004288
Industrial 3	527,58	32,607243	17,2029293
Industrial 4	816,42	45,352206	37,026448
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			103,051318

Nuevas Subestaciones Escenario 3

Belén: 97 MVA

Tabla G.32 Demanda por área de servicio de Mampote Escenario 3

Mampote			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	385,795	29,38986
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	45,505	1,064817
C-1	42,72	2,395	0,102314
C-2	125,63	38,656	4,856353
C-3	581,11	23,1936	13,47803
Institucional 1	196,38	7,7312	1,518253
Institucional 2	558,97	1,9328	1,080377
Industrial 1	98,15	0	0
Industrial 2	349,67	0	0
Industrial 3	527,58	0	0
Industrial 4	816,42	0	0
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			20
Total			71,49001

Tabla G.33 Demanda por área de servicio de Vega Abajo Escenario 3

Vega Abajo			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	41,465	3,158804
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08	187,155	23,03504
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	12,939	0,302773
C-1	42,72	0,681	0,029092
C-2	125,63	23,015	2,891374
C-3	581,11	13,809	8,024548
Institucional 1	196,38	4,603	0,903937
Institucional 2	558,97	1,15075	0,643235
Industrial 1	98,15	43,58637	4,278002
Industrial 2	349,67	32,41274	11,33376
Industrial 3	527,58	23,38942	12,33979
Industrial 4	816,42	32,53147	26,55934
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			93,4997

Tabla G.34 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 3

Valle Arriba			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	2,415	0,183975
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	162,175	24,30679
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4		0
C-1	42,72	0	0
C-2	125,63	16,612	2,086966
C-3	581,11	9,9672	5,79204
Institucional 1	196,38	3,3224	0,652453
Institucional 2	558,97	0,8306	0,46428
Industrial 1	98,15	26,65998	2,616677
Industrial 2	349,67	19,82553	6,932394
Industrial 3	527,58	14,30634	7,547737
Industrial 4	816,42	19,89815	16,24525
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			66,82856

Tabla G.35 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 3

Las Rosas			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demand a (MVA)
RDP-1	76,18	97,065	7,394412
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	74,905	11,22676
RDP-5	216,88	74,835	16,23021
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	99,123	2,319478
C-1	42,72	5,217	0,22287
C-2	125,63	24,91	3,129443
C-3	581,11	14,946	8,68527
Institucional 1	196,38	4,982	0,978365
Institucional 2	558,97	1,2455	0,696197
Industrial 1	98,15	25,0211	2,455839
Industrial 2	349,67	18,6068	6,506261
Industrial 3	527,58	13,4269	7,083773
Industrial 4	816,42	18,6750	15,246626
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			82,17554

Tabla G.36 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 3

Ruiz Pineda			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	122,615	9,340811
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	54,3685	1,272223
C-1	42,72	2,8615	0,122243
C-2	125,63	12,338	1,550023
C-3	581,11	7,4028	4,301841
Institucional 1	196,38	2,4676	0,484587
Institucional 2	558,97	0,6169	0,344829
Industrial 1	98,15		0
Industrial 2	349,67		0
Industrial 3	527,58		0
Industrial 4	816,42		0
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			17,41656

Nuevas Subestaciones Escenario 4

Belén: 97 MVA

Tabla G.37 Demanda por área de servicio de Mampote Escenario 4

Mampote			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	561,315	42,76098
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	45,505	1,064817
C-1	42,72	2,395	0,102314
C-2	125,63	56,208	7,061411
C-3	581,11	33,7248	19,59782
Institucional 1	196,38	11,2416	2,207625
Institucional 2	558,97	2,8104	1,570929
Industrial 1	98,15	0	0
Industrial 2	349,67	0	0
Industrial 3	527,58	0	0
Industrial 4	816,42	0	0
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			20
Total			94,36589

Tabla G.38 Demanda por área de servicio de Ruiz Pineda Escenario 4

Ruiz Pineda			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	122,615	9,340811
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	54,3685	1,272223
C-1	42,72	2,8615	0,122243
C-2	125,63	12,338	1,550023
C-3	581,11	7,4028	4,301841
Institucional 1	196,38	2,4676	0,484587
Institucional 2	558,97	0,6169	0,344829
Industrial 1	98,15		0
Industrial 2	349,67		0
Industrial 3	527,58		0
Industrial 4	816,42		0
Ciudad Belen			40
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			57,41656

Tabla G.39 Demanda por área de servicio de Vega Abajo Escenario 4

Vega Abajo			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	41,465	3,158804
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08	229,255	28,21671
RDP-4	149,88		0
RDP-5	216,88		0
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	12,939	0,302773
C-1	42,72	0,681	0,029092
C-2	125,63	27,225	3,420277
C-3	581,11	16,335	9,492432
Institucional 1	196,38	5,445	1,069289
Institucional 2	558,97	1,36125	0,760898
Industrial 1	98,15	45,68441	4,483925
Industrial 2	349,67	33,97294	11,87932
Industrial 3	527,58	24,51527	12,93377
Industrial 4	816,42	34,09738	27,83778
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			
Total			103,5851

Tabla G.40 Demanda por área de servicio de Valle Arriba Escenario 4

Valle Arriba			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	2,415	0,183975
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	241,595	36,21026
RDP-5	216,88	55,265	11,98587
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4		0
C-1	42,72	0	0
C-2	125,63	30,157	3,788624
C-3	581,11	18,0942	10,51472
Institucional 1	196,38	6,0314	1,184446
Institucional 2	558,97	1,50785	0,842843
Industrial 1	98,15	26,65998	2,616677
Industrial 2	349,67	19,82553	6,932394
Industrial 3	527,58	14,30634	7,547737
Industrial 4	816,42	19,89815	16,24525
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			98,0528

Tabla G.41 Demanda por área de servicio de Las Rosas Escenario 4

Las Rosas			
Zonificación	índice de demanda (kVA/Ha)	Área (Ha)	Demanda (MVA)
RDP-1	76,18	115,545	8,802218
RDP-2	96,28		0
RDP-3	123,08		0
RDP-4	149,88	126,305	18,93059
RDP-5	216,88	30,155	6,540016
RDP-6	250		0
RAE-1	23,4	99,123	2,319478
C-1	42,72	5,217	0,22287
C-2	125,63	27,43	3,446031
C-3	581,11	16,458	9,563908
Institucional 1	196,38	5,486	1,077341
Institucional 2	558,97	1,3715	0,766627
Industrial 1	98,15	36,46294	3,578838
Industrial 2	349,67	27,11545	9,48146
Industrial 3	527,58	19,56683	10,32307
Industrial 4	816,42	27,21478	22,21869
Ciudad Belen			0
Gran Consumidor			0
Metro			0
Total			97,27114

ANEXO H

Tabla H.1 Centro de carga Ruiz Pineda

Centro de Carga Ruiz Pineda						
Cuadrícula	Área	Zonificación	Índice	Demanda	Xi	Yi
00FS	7,84	RDP-1	76,18	597,2512	25,5	4,5
00FS	8,82	RAE-1	23,4	206,388	25,5	4,5
09FR	1,99	RAE-1	23,4	46,566	24,5	4,5
19FR	1,32	RAE-1	23,4	30,888	24,5	3,5
01FS	6,44	RAE-1	23,4	150,696	26,5	4,5
99ER	2,17	RDP-1	76,18	165,3106	24,5	5,5
99ER	3,86	RAE-1	23,4	90,324	24,5	5,5
90ES	3,68	RDP-1	23,4	86,112	25,5	5,5
90ES	13,25	RAE-1	23,4	310,05	25,5	5,5
91ES	14,87	RDP-1	76,18	1132,7966	26,5	5,5
92ES	5,41	RDP-1	76,18	412,1338	27,5	5,5
89ER	6,33	RDP-1	76,18	482,2194	24,5	6,5
89ER	3,03	RAE-1	23,4	70,902	24,5	6,5
80ES	10,21	RDP-1	76,18	777,7978	25,5	6,5
80ES	6,81	RAE-1	23,4	159,354	25,5	6,5
81ES	13,11	RDP-1	76,18	998,7198	26,5	6,5
82ES	11,74	RDP-1	76,18	894,3532	27,5	6,5
83ES	3,87	RDP-1	76,18	294,8166	28,5	6,5
79ER	1,86	RAE-1	23,4	43,524	24,5	7,5
70ES	5,99	RAE-1	23,4	140,166	25,5	7,5
70ES	13,41	RDP-1	76,18	1021,5738	25,5	7,5
71ES	18,37	RDP-1	76,18	1399,4266	26,6	7,5
72ES	8,64	RDP-1	76,18	658,1952	27,5	7,5
73ES	5,25	RDP-1	76,18	399,945	28,5	7,5

XCC YCC
26,3425648 6,44054948

Tabla H.2 Centro de carga Valle Arriba

Centro de Carga Valle Arriba						
Cuadrícula	Área	Zonificación	Índice	Demanda	Xi	Yi
18ET	10,98	RDP-4	149,88	1645,6824	43,5	13,5
19ET	8,02	RDP-4	149,88	1202,0376	44,5	13,5
27ET	7,65	RDP-4	149,88	1146,582	42,5	12,5
28ET	11,85	RDP-4	149,88	1776,078	43,5	12,5
29ET	10,06	RDP-4	149,88	1507,7928	44,5	12,5
37ET	11,98	RDP-4	149,88	1795,5624	42,5	11,5
37ET	2,52	RAE-1	23,4	58,968	42,5	11,5
38ET	18,36	RDP-4	149,88	2751,7968	43,5	11,5
39ET	8,78	RDP-4	149,88	1315,9464	44,5	11,5
48ET	12,5	RDP-4	149,88	1873,5	43,5	10,5
49ET	3,4	RDP-4	149,88	509,592	44,5	10,5

XCC YCC
 43,5984537 11,9968577

Tabla H.3 Centro de carga Las Rosas

Centro de Carga Las Rosas						
Cuadrícula	Área	Zonificación	Índice	Demanda	Xi	Yi
51EU	4,47	RDP-5	216,88	969,4536	46,5	9,5
52EU	4,26	RDP-5	216,88	923,9088	47,5	9,5
58ET	1,65	RDP-1	76,18	125,697	43,5	9,5
68ET	7,01	RDP-1	76,18	534,0218	43,5	8,5
68ET	2,85	INDUS	149,88	427,158	43,5	8,5
69ET	10,01	RDP-1	76,18	762,5618	44,5	8,5
69ET	1,19	INDUS	76,18	90,6542	44,5	8,5
60EU	14,99	RDP-1	76,18	1141,9382	45,5	8,5
60EU	3,45	RDP-5	216,88	748,236	45,5	8,5
61EU	2,76	RDP-1	76,18	210,2568	46,5	8,5
61EU	12,99	RDP-5	216,88	2817,2712	46,5	8,5
62EU	1,85	RDP-5	216,88	401,228	47,5	8,5
63EU	3,67	RDP-1	76,18	279,5806	48,5	8,5
64EU	6,88	RDP-1	76,18	524,1184	49,5	8,5
78ET	9,74	INDUS		4024,68279	43,5	7,5
79ET	2,27	INDUS		937,990752	44,5	7,5
70EU	19,78	RDP-5	216,88	4289,8864	45,5	7,5

71EU	15,65	RDP-5	216,88	3394,172	46,5	7,5
71EU	1,85	INDUS		764,441802	46,5	7,5
72EU	13,82	RDP-1	76,18	1052,8076	47,5	7,5
72EU	1,25	INDUS		516,514731	47,5	7,5
73EU	11,16	RDP-1	76,18	850,1688	48,5	7,5
73EU	6,98	RAE-1	23,4	163,332	48,5	7,5
77ET	3,67	INDUS		1516,48725	42,5	7,5
87ET	10,03	INDUS		4144,5142	42,5	6,5
87ET	3,29	RAE-1	23,4	76,986	42,5	6,5
88ET	2,87	RDP-1	76,18	218,6366	43,5	6,5
88ET	1,96	INDUS		809,895099	43,5	6,5
89ET	8,17	RDP-1	76,18	622,3906	44,5	6,5
89ET	3,84	INDUS		1586,73325	44,5	6,5
80EU	2,86	RDP-5	216,88	620,2768	45,5	6,5
80EU	2,92	INDUS		1206,57841	45,5	6,5
80EU	3,12	RDP-1	76,18	237,6816	45,5	6,5
80EU	2,79	RAE-1	23,4	65,286	45,5	6,5
82EU	8,87	RDP-1	76,18	675,7166	47,5	6,5
82EU	4,43	INDUS		1830,52821	47,5	6,5
83EU	1,53	RDP-1	76,18	116,5554	48,5	6,5
83EU	12,43	RAE-1	23,4	290,862	48,5	6,5
83EU	1,45	INDUS		599,157088	48,5	6,5
96ET	2,81	RDP-4	149,88	421,1628	41,5	5,5
96ET	5,44	INDUS		2247,87211	41,5	5,5
97ET	8,93	RDP-4	149,88	1338,4284	42,5	5,5
97ET	3,9	RAE-1	23,4	91,26	42,5	5,5
97ET	1,89	INDUS		780,970274	42,5	5,5
98ET	4,44	RDP-1	76,18	338,2392	43,5	5,5
98ET	4,35	RAE-1	23,4	101,79	43,5	5,5
98ET	2,51	RDP-4	149,88	376,1988	43,5	5,5
99ET	3,87	RDP-1	76,18	294,8166	44,5	5,5
99ET	10,67	RAE-1	23,4	249,678	44,5	5,5
99ET	0,7	INDUS		289,24825	44,5	5,5
90EU	14,92	RAE-1	23,4	349,128	45,5	5,5
91EU	10,55	RAE-1	23,4	246,87	46,5	5,5
92EU	4,95	RDP-1	76,18	377,091	47,5	5,5
93EU	2,62	RAE-1	23,4	61,308	48,5	5,5
93EU	1,36	INDUS		561,968028	48,5	5,5
94EU	3,97	RAE-1	23,4	92,898	49,5	5,5
06FT	10,31	INDUS		4260,2135	49,5	5,5
06FT	3,67	RDP-4	149,88	550,0596	41,5	4,5
07FT	17,63	RDP-4	149,88	2642,3844	42,5	4,5

08FT	19,71	RDP-4	149,88	2954,1348	43,5	4,5
09FT	9,69	RDP-4	149,88	1452,3372	44,5	4,5
81EU	5,82	RDP-5	216,88	1262,2416	46,5	6,5
81EU	4,45	INDUS		1838,79244	46,5	6,5
81EU	2,54	RAE-1	23,4	59,436	46,5	6,5
84EU	4,78	RAE-1	23,4	111,852	49,5	6,5

XCC YCC
45,8754784 6,68405773

Tabla H.4 Centro de carga Vega Abajo

Centro de Carga Vega Abajo							
Cuadrícula	Área	Zonificación	Índice	Demanda	Xi	Yi	
67ES	7,69	RAE	INDUS	3177,59863	32,5	8,5	
77ES	10,07	7,47	INDUS	23,4	4161,04267	32,5	7,5
87ES	7,13		RDP-3	123,08	877,5604	32,5	6,5
88ES	17,67		RDP-3	123,08	2174,8236	33,5	6,5
98ES	10,03		RDP-3	123,08	1234,4924	33,5	5,5
89ES	9,23		RDP-3	123,08	1136,0284	34,5	6,5
99ES	12,69		RDP-3	123,08	1561,8852	34,5	5,5
90ET	4,47		RDP-3	123,08	550,1676	35,5	5,5
91ET	9,62		RDP-3	123,08	1184,0296	36,5	5,5
80ET	9,09		INDUS		3756,09513	35,5	6,5
81ET	10,63		INDUS		4392,44127	36,5	6,5
82ET	18,82		INDUS		7776,64579	37,5	6,5
83ET	6,84		INDUS		2826,36861	38,5	6,5
92ET	17,69		RDP-3	123,08	2177,2852	37,5	5,5
93ET	10,56		RDP-3	123,08	1299,7248	38,5	5,5
72ET	8,02	RAE	INDUS		3313,95852	39,5	7,5
73ET	16,95	3,03	INDUS	23,4	7003,93976	38,5	7,5
74ET	8,91	8,47	INDUS	23,4	3681,717	39,5	7,5
63ET	5,47		RAE-1	23,4	127,998	38,5	8,5
64ET	2,83		RAE-1	23,4	66,222	39,5	8,5
75ET	16,93		INDUS		6995,67552	40,5	7,5
76ET	3,58	RDP-1	INDUS		1479,29819	41,5	7,5
84ET	12,44	8,06	INDUS	76,18	5140,35461	39,5	6,5
85ET	9,04	9,38	INDUS	76,18	3735,43454	40,5	6,5
86ET	11,91		INDUS		4921,35236	41,5	6,5
95ET	15,07		RDP-1	76,18	1148,0326	40,5	5,5

XCC YCC
 37,762207 6,81915147

Tabla H.5 Centro de carga Mampote

Centro de Carga Mampote								
Cuadrícula	Área	Zonificación	Índice	Demanda	Xi	Yi	DEM*Xi	DEM*Yi
59EP	16,9	RDP-1	76,18	1287,442	4,5	9,5	5793,489	12230,7
69EP	19,59	RDP-1	76,18	1492,366	4,5	8,5	6715,648	12685,11
79EP	13,33	RDP-1	76,18	1015,479	4,5	7,5	4569,657	7616,096
60EQ	25	RDP-1	76,18	1904,5	5,5	8,5	10474,75	16188,25
70EQ	25	RDP-1	76,18	1904,5	5,5	7,5	10474,75	14283,75
61EQ	21,26	RDP-1	76,18	1619,587	6,5	8,5	10527,31	13766,49
62EQ	18,52	RDP-1	76,18	1410,854	7,5	8,5	10581,4	11992,26
63EQ	25	RDP-1	76,18	1904,5	8,5	8,5	16188,25	16188,25
64EQ	15,98	RDP-1	76,18	1217,356	9,5	8,5	11564,89	10347,53
52EQ	0,12	RDP-1	76,18	9,1416	7,5	9,5	68,562	86,8452
53EQ	13,15	RDP-1	76,18	1001,767	8,5	9,5	8515,02	9516,787
54EQ	15,89	RDP-1	76,18	1210,5	9,5	9,5	11499,75	11499,75
74EQ	14,56	RDP-1	76,18	1109,181	9,5	7,5	10537,22	8318,856
75EQ	21,52	RDP-1	76,18	1639,394	10,5	7,5	17213,63	12295,45
76EQ	9,72	RDP-1	76,18	740,4696	11,5	7,5	8515,4	5553,522
77EQ	15,81	RDP-1	76,18	1204,406	12,5	7,5	15055,07	9033,044
78EQ	16,08	RDP-1	76,18	1224,974	13,5	7,5	16537,15	9187,308
79EQ	10,86	RDP-1	76,18	827,3148	14,5	7,5	11996,06	6204,861
70ER	25	RDP-1	76,18	1904,5	15,5	7,5	29519,75	14283,75
71ER	25	RDP-1	76,18	1904,5	16,5	7,5	31424,25	14283,75
72ER	18,58	RDP-1	76,18	1415,424	17,5	7,5	24769,93	10615,68
80ER	18,85	RDP-1	76,18	1435,993	15,5	6,5	22257,89	9333,955
81ER	11,39	RDP-1	76,18	867,6902	16,5	6,5	14316,89	5639,986
68EQ	8,26	RDP-1	76,18	629,2468	13,5	8,5	8494,832	5348,598
69EQ	19,32	RDP-1	76,18	1471,798	14,5	8,5	21341,07	12510,28

XCC YCC
 10,47674 8,005804

APÉNDICE A

Propuesta del programa

Objetivo: obtener los índices de demanda de una región determinada

Se utiliza la Base de datos de los usuarios de la región determinada que contenga los valores de consumo mensual promedio.

Se debe realizar un programa que lea directamente los valores de consumo mensual promedio de cada usuario y los convierta a valores de demanda. Para ello, se necesitan las curvas de cargas residenciales, comerciales, institucionales, industriales y mixtas (si es el caso) de la región. La metodología para convertir estos valores es la misma utilizada en el programa conversor de kWh a kVA, sólo se debe adaptar para aplicarse automáticamente en toda la base de datos. El programa debe ser capaz de evaluar automáticamente los tipos de usuario a los cuales se les calculará el valor de la demanda, para ello se puede utilizar la tarifa asociada a cada usuario. Los valores de demanda de cada uno de los usuarios quedan guardados en otra base de datos, junto con la tarifa y el punto de suministro.

Para obtener las áreas en hectáreas, se puede recurrir al Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Electricidad de Caracas. Las áreas que se utilizarán son las que delimitan a una urbanización, es decir cada urbanización está marcada por un contorno que indica los límites de la misma, se desea obtener el área de cada uno de los contornos. Es importante conocer si es posible obtener el valor de esas áreas con el SIG.

Cada urbanización contiene un número de usuarios con puntos de suministro únicos, por lo tanto con la información de las bases de datos del SIG y las áreas calculadas se puede asociar el valor del área junto con el valor de la demanda a través del punto de suministro y colocarse en la base de datos de usuarios.

El índice de demanda que se obtendrá está en función de la urbanización y no de la zonificación. Sin embargo, dependiendo de la región de estudio, se puede adaptar fácilmente, aplicando la zonificación establecida en los planes a las urbanizaciones.

La demanda se suma por urbanización y se divide con el área de cada urbanización, obteniendo el índice de demanda específico por urbanización. A continuación se muestra unos esquemas generales del proceso.

