



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PREDICCIÓN ESPACIAL DE LA DEMANDA  
A CORTO Y MEDIANO PLAZO DE LA  
CIUDAD DE VALERA UTILIZANDO EL  
MÉTODO DE LAS MICRO-ÁREA**

**Br. Wilmer Antonio Terán Briceño**

**Mérida, Noviembre, 2009**

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PREDICCIÓN ESPACIAL DE LA DEMANDA A  
CORTO Y MEDIANO PLAZO DE LA CIUDAD DE  
VALERA UTILIZANDO EL MÉTODO DE LAS  
MICRO-ÁREA**

*Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electricista*

**Br. Wilmer A. Teràn B**  
**Tutor: Prof. Ernesto J. Mora M**  
**Asesor: Ing. Wilmer Villareal**

**Mérida, Noviembre, 2009**

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PREDICCIÓN ESPACIAL DE LA DEMANDA A CORTO Y MEDIANO  
PLAZO DE LA CIUDAD DE VALERA UTILIZANDO EL MÉTODO DE  
LAS MICRO-ÁREA**

Br. Wilmer Antonio Terán Briceño

El Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de Los Andes por el siguiente jurado.

---

Prof. Jesús A. Velazco O.  
C.I: 8.088.307

---

Prof. Lelis N. Ballester U.  
C.I: 13.098.939

---

Tutor: Prof. Ernesto J. Mora N.  
C.I: 3.499.666

## DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios Todo Poderoso y a la Santísima Virgen María por haberme dado la fe, la vida, la salud y la esperanza para terminar con éxito mi trabajo de grado.

A mis padres, Ediles y Regulo ustedes seres maravillosos que lo dan todo por sus hijos, muchas gracias por confiar en mí, por aconsejarme y apoyarme, este logro es de ustedes, los AMO.

A mi abuelita Carmen, por todas las atenciones que siempre has tenido con migo, también te dedico este trabajo.

A mis hermanos Keyla, Juan, Karina y Katiuska, por apoyarme cada vez que lo necesite, por su inmenso cariño muestra de afecto y darme animo para alcanzar esta meta tan importante de mi vida.

A mi novia Sofía, gracias por ayudarme en los momentos que más he necesitado y has sabido llenarme de aliento y esperanzas, te amo mi preciosa.

A la familia Ramírez, por su ayuda y buenos consejos que me han impulsado a seguir adelante.

WILMER TERÁN

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todo Poderoso por darme la fuerza, la salud, la paciencia y el amor a lo largo de mi carrera.

A la ilustre Universidad de los Andes por darme esta herramienta para seguir forjando el futuro.

Al Profesor Ernesto Mora por la ayuda y amistad que me brindo en la realización de este trabajo de grado.

A los ingenieros: Wilmer Villarreal, Eufrosina Hernández, Adrian Morales, Manuel Rosario e Ysnel Suarez; a los Técnicos: Henry Bracamonte, Alexis Briceño y a los dibujantes: Giovanni Araujo, Carmen Gutierrez y Odalis Peña, a todos ustedes muchas gracias por su gran apoyo y amistad.

**Wilmer Antonio Terán Briceño. Predicción Espacial de la Demanda a Corto y Mediano Plazo de la Ciudad de Valera utilizando el Método de las Micro-área.** Universidad de Los Andes. Tutor: Prof. Ernesto Mora. Noviembre, 2009.

## **RESUMEN**

Con la finalidad de estimar el crecimiento del consumo eléctrico de la ciudad de Valera a corto y mediano plazo se utilizó para la predicción de la demanda el método de las microáreas regulares, el cual se basa en los métodos de proyección histórica con inferencia en áreas vacantes y el uso de la tierra en pequeñas áreas para el cálculo de demanda de saturación. Con el propósito de cumplir este objetivo, se realiza en primer lugar la actualización del sistema eléctrico de la ciudad para los veintidós circuitos a *13,8 KV* geográficamente referenciados, luego se crean las distintas divisiones para el uso del suelo de acuerdo a las zonificaciones normalizadas por la empresa distribuidora CADAFE, conjuntamente se traza una poligonal del área de estudio (plan rector) donde se incluye la mayor parte del centro de carga y al mismo tiempo se toman muestras de suscriptores residenciales, comerciales e industriales para la obtención de la densidad de carga y de saturación; a partir de estos datos se desarrolla una hoja de calculo en Excel para la predicción de la demanda, finalmente se utiliza un software de redes de distribución (PADEE) para la determinación y la ubicación de las nuevas subestaciones requeridas. Los resultados obtenidos del análisis a mediano plazo indican que se requiere la construcción urgente de dos nuevas subestaciones, así como también el acondicionamiento de la red pública de distribución.

**Descriptores:** Predicción de demanda, proyección histórica, uso de la tierra, sistema de distribución.

# ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>Capítulo</b>	<b>pp.</b>
<b>I. PREDICCIÓN ESPACIAL DE LA DEMANDA A CORTO Y MEDIANO PLAZO DE LA CIUDAD DE VALERA.....</b>	<b>3</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Generales.....	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA BAJO ESTUDIO.....	5
1.4.1 Ciudad de Valera.....	5
1.4.2 Economía del Área.....	6
1.4.3 Tendencia de Crecimiento.....	6
1.4.4 Aspecto Eléctrico.....	7
1.4.5 Descripción de las Subestaciones.....	7
<b>II. MARCO METODOLÓGICO Y TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 PERDICIÓN POR MICROÁREA.....	11
2.1.1 Método de Proyección Histórica.....	11
2.1.2 Método de Uso de la Tierra.....	14
2.2 METODOLOGÍA USADA EN LA PREDICCIÓN DE DEMANDA.....	15
2.2.1 Actualización y Digitalización de los Circuitos del Área en Estudio en Coordenadas UTM.....	18
2.2.2 Definición de las Áreas de Interés, las Zonificaciones del Plano de Uso de la Tierra de la ALCALDÍA al Plano de Redes Eléctricas Previamente Actualizado.....	19
2.2.3 Mediante el Uso del Comando Contorno de Autocad Determinar el Área Ocupada por Cada Zonificación en Cada Micro-área Regular.....	20
2.2.4 Cálculo del Índice de Consumo de Energía Anual por Suscriptor Residencial ( <i>MWH/sus</i> ) y la Densidad de Carga ( <i>KVA/Ha</i> ) para los Suscriptores Residenciales, Comerciales e Industriales en el Año Horizonte.....	20
2.2.5 Cálculo de la Demanda de Saturación.....	22
2.3 CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA PLANIFICACIÓN A MEDIANO PLAZO EN LA UBICACION DE SUBESTACIONES. ....	22
2.3.1 Capacidad Firme de las Subestaciones.....	23
2.3.2 Capacidad de Reserva de una Subestación.....	24
2.3.3 Ubicación de las Subestaciones.....	24
2.3.4 Número Mínimo de Unidades de Transformación en una	

Subestación.....	24
2.3.5 Tensiones Normalizadas.....	25
2.3.6 Capacidad de los Transformadores.....	25
2.3.7 Máxima Carga Permitida en los Alimentadores.....	26
2.4 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y CONFORMACIÓN DE ALTERNATIVAS A CORTO PLAZO.....	26
2.4.1 Puntos de Seccionamiento de la Red.....	26
2.4.2 Puntos de Transferencia y Porcentaje de Carga Transferible.....	27
2.4.3 Cambio de Calibre de Conductor para Eliminar los Problemas de Caída de Tensión.....	27
2.4.4 Sugerencias para Disminuir los Problemas de Excesiva Caída de Tensión.....	28
2.4.5 Criterios Económicos y Operativos para el Diseño de la Red de Distribución Primaria.....	28
<b>III. SISTEMA PRESENTE Y PREDICCIÓN DE DEMANDA.....</b>	<b>29</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EN EL SISTEMA PRESENTE.....	29
3.1.1 Subestación Valera I (La Plata) .....	29
3.1.2 Subestación Valera II.....	32
3.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE INTERÉS, LAS ZONIFICACIONES DEL PLANO DE USO DE LA TIERRA DE LA ALCALDIA AL PLANO DE REDES ELÉCTRICAS PREVIAMENTE ACTUALIZADO.....	38
3.3 MEDIANTE EL USO DEL COMANDO CONTORNO DE AUTOCAD DETERMINAR EL ÁREA OCUPADA POR CADA ZONIFICACIÓN EN CADA MICRO-ÁREA REGULAR.....	42
3.4 EVALUAR LA HISTORIA DE DEMANDA DE LOS CIRCUITOS.....	43
3.5 DELIMITAR EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS CIRCUITOS.....	44
3.5.1 Circuitos que Suplen Carga Fuera de la Poligonal.....	44
3.6 ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL POR SUSCRIPTOR RESIDENCIAL (MWH/SUS).....	50
3.7 DENSIDADES DE CARGA EN EL AÑO HORIZONTE POR TIPO DE SUSCRIPTORES.....	54
3.7.1 Densidad de Carga para los Consumidores Residenciales.....	54
3.7.2 Densidad de Carga Comercial e Industrial.....	55
3.8 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE SATURACIÓN POR CUADRICULA.....	56
3.9 ENTRADA DE DATOS EN EL SOFTWARE PADDE.....	57
3.9.1 Demanda por Cuadrícula.....	57
3.10 CALCULO DE DEMANDA POR MICROAREA UTILIZANDO EL MÉTODO DE LA TANGENTE HIPERBÓLICA.....	59
3.11 INGRESAR PREDICCIÓN POR CIRCUITO PARA REALIZAR LAS RESPECTIVAS MODIFICACIONES A CORTO PLAZO.....	60
3.12 REPARTIR LA CARGA CALCULADA POR CUADRICULA PARA EL MEDIANO PLAZO.....	61
3.12.1 Entrada de Carga.....	61
3.13 CÁLCULO DE PREDICCIÓN A MEDIANO PLAZO.....	62
<b>IV SISTEMA PROPUESTO.....</b>	<b>66</b>
4.1 PLANIFICACIÓN A MEDIANO PLAZO.....	66
4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL PARA EL PLAN A MEDIANO PLAZO PARA	

VALERA.....	66
4.3 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	66
4.3.1 Alternativa.....	67
4.3.2 Subestación Valera I (La Plata).....	67
4.3.3 Subestación Valera II.....	68
4.3.4 Subestación Valera III.....	69
4.3.5 Subestación Coco Frio.....	70
4.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A CORTO PLAZO.....	71
4.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUBSTRANSMISIÓN Y SUBESTACIONES A CORTO PLAZO.....	71
4.5.1 Subestación Valera I (La Plata).....	71
4.5.2 Subestación Valera II.....	71
4.5.3 Subestación Valera III.....	72
4.5.4 Subestación Valera IV.....	72
4.6 ANÁLISIS OPERATIVO DEL SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO.....	74
4.7 PROPUESTAS A CORTO PLAZO DE LA CIUDAD DE VALERA.....	74
4.8 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN VALERA I (LA PLATA) .....	74
4.8.1 Circuito Zona Industrial.....	75
4.8.2 Circuito San Luis.....	75
4.8.3 Circuito Favianca.....	75
4.8.4 Circuito Valera I.....	75
4.8.5 Circuito San Pedro.....	76
4.8.6 Circuito Valera III.....	76
4.8.7 Circuito El Amparo.....	77
4.8.8 Circuito Valera II.....	77
4.8.9 Circuito El Milagro.....	77
4.8.10 Circuito Nudo Panamericano.....	77
4.9 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN VALERA II.....	78
4.9.1 Circuito Las Acacias.....	78
4.9.2 Circuito El Country.....	78
4.9.3 Circuito Escuque.....	78
4.9.4 Circuito Las Palmas.....	79
4.9.5 Circuito La Mata.....	79
4.9.6 Circuito El Cementerio.....	79
4.9.7 Circuito Aminta.....	79
4.9.8 Circuito Santo Domingo.....	79
4.9.9 Circuito La Floresta.....	80
4.9.10 Circuito Hospital.....	80
4.9.11 Circuito La Cruz.....	80
4.10 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN VALERA III.....	80
4.10.1 Circuito El Cumbe.....	80
4.10.2 Circuito Carvajal.....	81
4.10.3 Circuito Campo Alegre.....	82

4.10.4 Circuito Bolivariana.....	82
4.10.5 Circuito Agua Clara.....	82
4.10.6 Circuito La Beatriz.....	83
4.10.7 Circuito Hidroandes.....	83
4.11 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN COCO FRIO.....	83
4.11.1 Circuito Chimpire.....	83
4.11.2 Circuito Cubita.....	84
4.11.3 Circuito El Turagual.....	84
4.11.4 Circuito Jalisco.....	85
4.11.5 Circuito El Baño.....	85
4.11.6 Circuito Motatan.....	85
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS.....	94

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>pp.</b>
1.1 Estadística de Población.....	7
1.2 Oficinas Comerciales.....	7
1.3 Características de la Subestación.....	8
1.4 Características de la Subestación Valera II.....	10
2.1 Tensiones Normalizadas.....	25
2.2 Capacidad de los Transformadores.....	25
3.1 Sistema Presente Subestación Valera I.....	36
3.2 Sistema Presente Subestación Valera II.....	37
3.3 Área por Cuadrícula.....	42
3.4 Demanda Máxima en Amperios del Circuito El Country.....	43
3.5 Demanda Máxima en Amperios.....	44
3.6 Área Correspondiente al Circuito Escuque.....	47
3.7 Delimitación del Área de Influencia de los Circuitos. 2007.....	48
3.8 Delimitación del Área de Influencia de los Circuitos. 2008.....	49
3.9 Registro de Ventas por Oficina Comercial.....	51
3.10 Promedio Anual de las Oficinas Comerciales (2004, 2005,2006).....	52
3.11 Promedio Anual de las Oficinas Comerciales (2007,2008).....	52
3.12 Proyección a Través de Mínimos Cuadrados R1.....	53
3.13 Índice de Consumo por Tipo de Zonificación.....	53
3.14 Factor de Carga y de Potencia de Cada Zonificación.....	54
3.15 Densidad de Población Neta y Factor de Ajuste de la Densidad de Carga Promedio a Cada Zonificación.....	55
3.16 Densidad de Carga (R1, R2, R3 y UBI).....	55
3.17 Densidad de Carga (Industrial y Comercial).....	56
3.18 Demanda de Saturación por Cuadrícula.....	56
3.19 Demanda por Microárea a Corto y Mediano plazo.....	59
3.20 Totalizar Carga por Cuadrícula.....	60
3.21 Predicción de Demanda a Corto Plazo.....	61
3.22 Crecimiento Interanual.....	65
4.1 Transferencias de Circuitos Valera I.....	67
4.2 Transferencias de Circuitos Valera II.....	69
4.3 Circuitos Transferidos a Mediano plazo.....	70
4.4 Circuitos Transferidos a Mediano plazo.....	70
4.5 Análisis a Corto Plazo.....	87
4.6 Resultados del Análisis de la Subestación Valera III.....	88
4.7 Resultados del Análisis de la Subestación Coco Frio.....	88
4.8 Análisis Corto Plazo Propuesto.....	89

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>pp.</b>
1.1 Ubicación Geográfica de la Ciudad de Valera Edo Trujillo.....	6
1.2 Diagrama Unifilar de la Subestación Valera I (La Plata).....	8
1.2 Diagrama Unifilar de la Subestación Valera II.....	9
2.1 Microáreas. (a) Irregular (b) Regular.....	12
2.2 Función Hiperbólica.....	13
2.3 Diagrama de la Metodología de la Predicción de Demanda.....	17
2.4 Determinación de Áreas por Cuadrícula.....	20
3.1 Identificación de Cuadrícula.....	38
3.2 Poligonal Ciudad de Valera.....	40
3.3 Zonificación Usos de la Tierra Ciudad de Valera.....	41
3.4 Cuadrícula (DCA).....	42
3.5 Circuitos Fuera de la Poligonal (amarillo) para el Año 2008 Las Palmas y Escuque.....	45
3.6 Carga Puntual para los Circuitos Las Palmas y Escuque.....	46
3.7 Zonificación Circuito Escuque.....	46
3.8 Modulo de Predicción de Demanda (PADEE).....	57
3.9 Totalizar Carga por Cuadrícula.....	58
3.10 Totales de Demanda por Cuadrícula en Excel.....	59
3.11 Cuadrícula DEC sin Data Histórica.....	60
3.12 Modulo de Predicción de Demanda.....	62
3.13 Entrada de Carga por Cuadrícula.....	62
3.14 Ubicación de Centro de Carga.....	63
3.15 Ubicación de Centro de Carga.....	64
4.1 Diagrama Unifilar Valera I.....	72
4.2 Diagrama Unifilar Valera II.....	73
4.3 Diagrama Unifilar Valera III.....	73
4.4 Diagrama Unifilar Coco Frio.....	74

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de distribución están sujetos a cambios de la demanda por causa de factores relacionados con las exigencias de la población así como también de los planes Nacionales y Regionales de desarrollo socioeconómicos. Es por ello, que CORPOELEC tiene la necesidad de retomar los estudios de predicción de demanda a corto y mediano plazo en las diferentes ciudades más importantes del país. En este caso el estudio de predicción de demanda compromete a la ciudad de Valera ubicada en el Edo Trujillo. Valera es la ciudad más importante del estado Trujillo por su crecimiento habitacional, comercial e industrial. La ciudad esta alimentada por dos subestaciones a  $115/34,5/13,8$  KVA. Valera I y Valera II, que incluyen veintidós circuitos a  $13,8$  KV, los cuales recorren un área aproximada de  $240$  Km<sup>2</sup>. Las zonas de desarrollo de la ciudad se extienden por el noroeste y suroeste con construcciones de gran envergadura, lo cual incide en los niveles de demanda de las subestaciones y ocasionando además problemas de caída de tensión y de sobre carga en los circuitos.

El estudio de predicción de demanda es esencial para garantizar la calidad del servicio de energía eléctrica, debido a que permite simular el estado de operación del sistema de distribución en el futuro, previniendo las posibles fallas que se puedan suscitar en el sistema, creando diversas alternativas de capacidad, localización e interconexión.

El objetivo principal de este trabajo es obtener la predicción de demanda de la ciudad de Valera, tomando en cuenta una serie de factores importantes como lo son: la demografía, la historia de la demanda, la densidad de carga y el uso futuro de los terrenos de la ciudad, para lo cual se desarrollara una hoja de cálculo y se hará uso de un software de análisis de redes de distribución (PADEE). La metodología de predicción de demanda utilizada en el pasado por la división de estudios de CADAFE, estaban basadas en programas como el SPD (Sistema de Predicción de Demanda) y el MAD (Modulo de Apoyo de Distribución), los cuales trabajaban con microáreas irregulares, determinadas por la áreas de influencia de los alimentadores. Estos programas son totalmente obsoletos debido a los cambios tecnológicos en los sistemas

computacionales. Por esta razón, la División de Estudio de CORPOELEC a nivel nacional ha recomendado la aplicación de una nueva metodología basada en la utilización de áreas regulares, con la finalidad de que el estudio de predicción de demanda sea compatible con el software PADEE. Estas microáreas más el porcentaje de carga asignada, correspondiente al resultado de la predicción a corto y mediano plazo es utilizada por el PADEE para la determinación y la localización de las nuevas subestaciones requeridas según el estudio.

Para una mejor comprensión de este trabajo de grado, su contenido se ha dividido en cinco capítulos, los cuales son:

En el capítulo I, se detallan las características más importantes del área bajo estudio tanto en el aspecto geográfico como eléctrico.

Luego en el capítulo II, se indica la metodología usada para la predicción de demanda de la ciudad de Valera basado en los métodos de proyección histórica y uso de la tierra, también se presentan algunos criterios de carácter teórico utilizados para la planificación a corto y mediano plazo.

En el capítulo III, se contemplan las condiciones en que se encuentran los circuitos de redes aéreas en el sistema presente y el procedimiento de cálculo utilizado para la determinación de la predicción de demanda.

En el capítulo IV, se describen las propuestas del sistema a corto y mediano plazo, considerando los datos obtenidos en la predicción de demanda ejecutando los pasos y criterios de planificación para redes de media tensión.

Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones referentes al estudio realizado.

# **CAPÍTULO I**

## **PREDICCIÓN ESPACIAL DE LA DEMANDA A CORTO Y MEDIANO PLAZO DE LA CIUDAD DE VALERA**

### **1.1 JUSTIFICACIÓN**

Los circuitos de distribución de energía eléctrica en media tensión, presentan grandes alteraciones e inestabilidades que afectan la calidad del servicio eléctrico a causa del progresivo aumento de la población, y la necesidad de una mejor calidad de vida.

Es necesario realizar una planificación en el área de influencia de las subestaciones Valera I y Valera II en media tensión, comprendiendo el área de los municipios Valera, Escuque, Carvajal y Urdaneta del Estado Trujillo. Esta subestaciones cuenta con veintidós circuitos en media tensión que abarca zonas Urbanas y rurales con cargas mixtas (comercial, residencial e industrial). La ciudad de Valera presenta innumerables cortes del servicio eléctrico que afectan directamente al consumidor debido a las fallas en el sistema, por interrupciones programadas, por maniobras o por no existir un plan de mantenimiento preventivo.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Con la finalidad de disponer de un sistema eléctrico confiable que garantice flexibilidad y continuidad de servicio, se requiere realizar el estudio de la demanda actual y futura que

contempla las subestaciones de Valera I y II. Se propone realizar el estudio por los métodos de proyección histórica y el uso de la tierra. A fin de establecer recomendaciones a corto y mediano plazo, buscando que el sistema opere dentro de los rangos aceptables de operación y así garantizar un suministro de energía eléctrica de acuerdo a los estándares de calidad establecidos en las normas y regulaciones técnicas.

Se propone realizar un estudio de predicción de demanda por microárea a corto y mediano plazo utilizando los métodos de proyección histórica y usos futuros de los suelos con la ayuda de un software de redes eléctricas (PADEE), motivado a que la ciudad no cuenta con un estudio desde hace más de diez años.

La calidad del servicio eléctrico y la satisfacción del consumidor, dependen en gran parte del mantenimiento del sistema de distribución; de no aplicar acciones preventivas o correctivas el área estará confinada a un ineficiente servicio eléctrico

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Generales**

Mejorar la calidad de servicio del área que comprende las subestaciones Valera I y II.

### **1.3.2 Específicos**

- 1 Actualización de la data topológica de los circuitos, haciendo uso del sistema de geoposicionamiento global (GPS)
- 2 Actualización de los planos del uso de la tierra, por medio de la zonificación de CADAPE.
- 3 Obtener la demanda actual e histórica de cada circuito primario de distribución, con el uso del software para redes de media tensión (PADEE).

- 4 Calcular la demanda de saturación en cada cuadrícula aplicando el consumo por tipo de carga del área.
- 5 Determinar la demanda a corto y mediano plazo mediante la utilización de diferentes herramientas computacionales.
- 6 Elaborar propuestas para mejorar la red pública de distribución de la ciudad de Valera.

## **1.4 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA BAJO ESTUDIO**

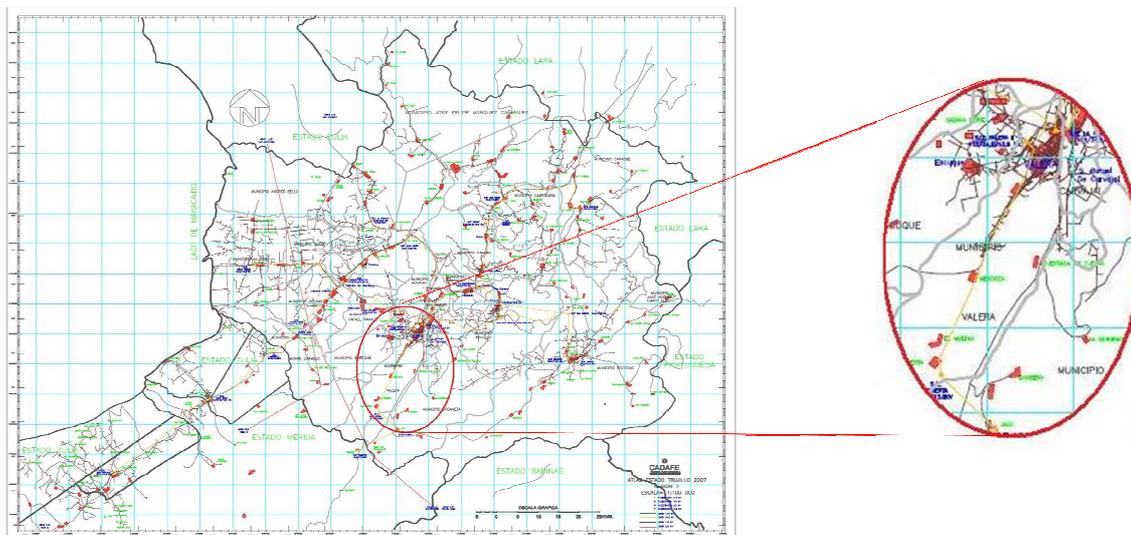
Para obtener la predicción de la demanda de la ciudad de Valera es necesario conocer ciertas características como: la tendencia de crecimiento, la economía del área, la ubicación demográfica y el aspecto eléctrico; las cuales se especifican en este capítulo.

Las áreas incluídas en el estudio poseen las siguientes particularidades.

### **1.4.1 Ciudad de Valera**

Centro Poblado del Edo. Trujillo, ubicado en el Municipio Valera presenta una altitud de 541 metros sobre el nivel del mar; tiene una superficie aproximada de  $240 \text{ Km}^2$  y una temperatura media de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se encuentra limitada al norte por el municipio Motatan, al sur por la mesa del municipio Urdaneta y Timotes del estado Mérida, al este con la parroquia Carvajal y Antonio Nicolas Briceño del municipio San Rafael Carvajal y parroquia Santiago del municipio Urdaneta y al oeste con la parroquia Monte Carmelo del Municipio Monte Carmelo y parroquia Escuque, Santa Rita y Sabana Libre del municipio Escuque. (Ver figura 1.1).

[<[http://www.alcaldiadevalera.gob.ve/municipio/municipio\\_valera.html](http://www.alcaldiadevalera.gob.ve/municipio/municipio_valera.html)>2009]



**Figura 1.1 Ubicación geográfica de la ciudad de Valera Edo Trujillo  
[División de estudios CADAFE]**

### 1.4.2 Economía del Área

La ubicación de Valera es privilegiada para su desarrollo comercial, pues es un punto de intersección entre las vías hacia los Estados Mérida, Zulia y Lara. El mayor impulso económico del Estado Trujillo lo tiene la ciudad de Valera, debido a que en ella tiene sus sedes: La Banca Comercial, Hipotecaria, Industrial, entre otros.

[< [http://www.alcaldiadevalera.gob.ve/municipio/municipio\\_valera.html](http://www.alcaldiadevalera.gob.ve/municipio/municipio_valera.html)>2009]

### 1.4.3 Tendencia de Crecimiento

Valera es una ciudad comercial, ligada a un desarrollo Industrial, su población aumenta día a día, su crecimiento tiende hacia los sectores: Carvajal, La Beatriz, Carmania, San Isidro, Eje Vial.

**Tabla 1.1. Estadística de Población.**  
**[Instituto Nacional de Estadística. Censo 2001]**

Ciudad	Población Año		% Crecimiento interanual
	Población Actual (2001)	Horizonte (2033)	
Valera	128190	184388	1.37

#### 1.4.4 Aspecto Eléctrico

Actualmente la ciudad es atendida por el Distrito Técnico Valera y cinco oficinas comerciales; Valera I, Valera II, Carvajal, Escuque y Betijoque. Ver tabla 1.2.

**Tabla 1.2. Oficinas Comerciales [datos estadísticos de la empresa distribuidora CADAFE]**

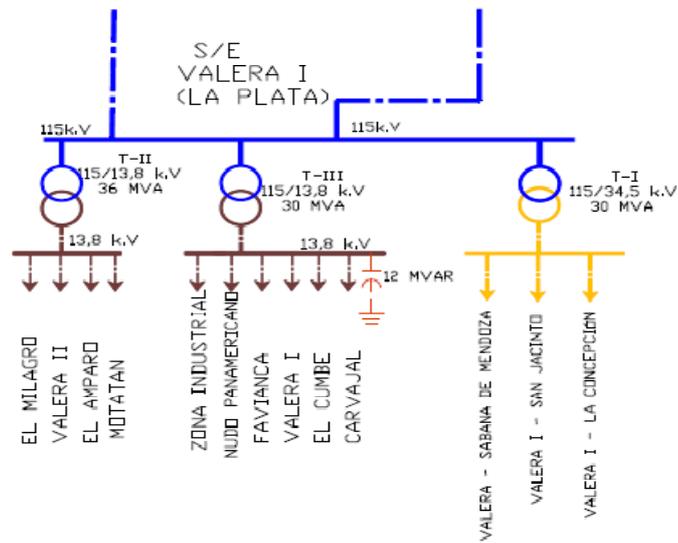
SERVICIO	RUBRO	VALERA				
		I	VALERA II	CARVAJAL	ESCUQUE	BETIJOQUE
PROMEDIO	SUSCRIPTORES	16685.7	19611.0	9824.7	5491.9	3988.6
	KWH.	6211406.1	7082500.8	2971627.8	1454059.4	947957.7
	BS.	484188.3	573833.5	218502.4	99221.8	58791.0

#### 1.4.5 Descripción de las Subestaciones

A continuación se realiza una descripción de las subestaciones que alimentan a la ciudad de Valera.

**a) Subestación Valera I (La Plata)** Está ubicada en la ciudad de Valera, en la urbanización Miranda (Plata II). Dicha subestación está conectada radialmente a través de una línea de 115 kV a la subestación Valera II [División de estudios CADAFE]

En la figura 1.2. Se muestra el diagrama unifilar de la subestación La Plata.



**Figura 1.2 Diagrama Unifilar de la Subestación Valera I (La Plata)**  
[División de estudios CADAPE]

S/E VALERA I (LA PLATA):

*115/13.8 kV 66 MVA 1x 30 MVA+1X36 MVA*

Diez Alimentadores en 13.8 kV 0 reserva

*115/34.5 kV 30 MVA 1x 30 MVA*

Tres Alimentadores en 34.5 kV 0 reserva

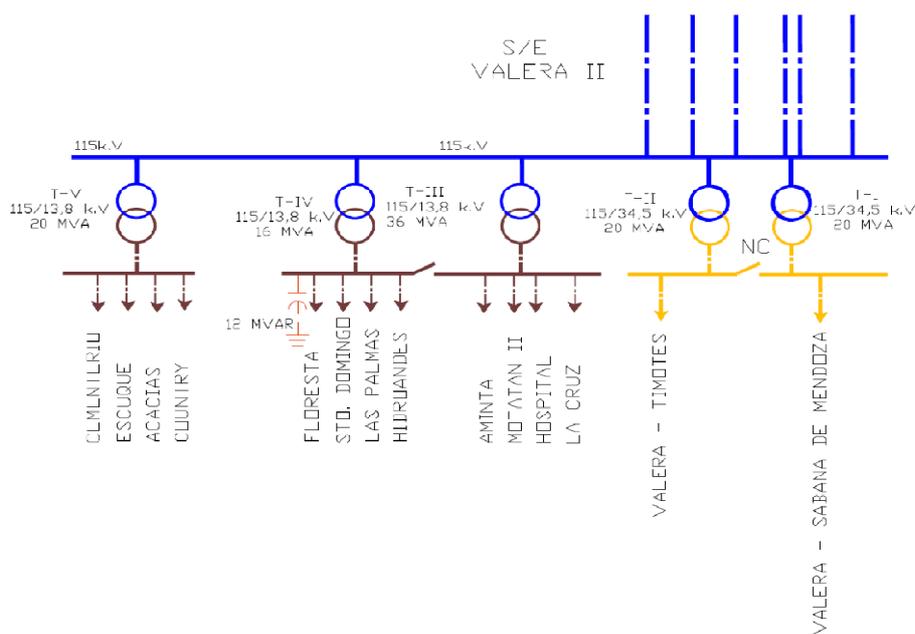
En la Tabla 1.3 se muestran los circuitos de la subestación Valera I.

**Tabla 1.3 Características de la Subestación [División de estudios CADAPE]**

Subestación	Tensión de S/E	Capacidad de S/E	Circuitos
Valera I (La Plata)	115/13,8	1x26	El Milagro
			Valera II
			El Amparo
		1x30	Zona Industrial
			Motatan
			Nudo Panamericano
			Favianca
			Valera I
			El cumbe
			Carvajal

Subestación	Tensión de S/E	Capacidad de S/E	Circuitos
Valera I (La Plata)	115/34,5	1x30	La Plata-San Jacinto
			La Plata-Agua Santa
			La Plata-Concepción

**b) Subestación Valera II** Está ubicada en la ciudad de Valera, cerca de la urbanización La Floresta, vía al centro poblado Escuque – Betijoque. Dicha subestación está interconectada a la subestación Planta Páez (Edo. Barinas) a través de una doble terna en 115 kV, y a la subestación San Lorenzo también con una doble terna en 115 kV. En la figura 1.2. Se muestra el diagrama unifilar de la subestación Valera II [División de estudios CADAFE].



**Figura 1.3 Diagrama Unifilar de la Subestación Valera II [División de estudios CADAFE]**

S/E VALERA II:

**115/13.8 kV 72 MVA 1x 16 MVA + 1x36 MVA + 1 x 20 MVA**

Doce Alimentadores en 13.8 kV 0 reserva

**115/34.5 kV 40 MVA 2x 20 MVA**

Dos Alimentadores en 34.5 kV 0 reserva

[División de estudios CADAFE]

En la Tabla 1.4 se muestran los circuitos de la subestación Valera II.

**Tabla 1.4 Características de la Subestación Valera II [División de estudios CADAFE]**

Subestación	Tensión de S/E	Capacidad de S/E	Circuitos
Valera II	115/13,8	1x36	La Cruz
			Hospital
			Motatan II
			Aminta
		1x16	La Floresta
			Santo Domingo
			Cementerio
			Hidroandes
		1x20	Las Palmas
			Escuque
	Las Acacias		
	El Country		
	115/34,5	2x20	Valera-Timotes
Sabana de Mendoza			

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO METODOLÓGICO Y TEÓRICO**

### **2.1 PREDICCIÓN POR MICROÁREA**

Es una predicción hecha sobre una pequeña área de planificación en distribución. Para su ejecución, el área de servicio se divide en áreas lo suficientemente pequeñas para localizar la carga y producir una predicción en cada microárea. No importa si las microárea se encuentran definidas de acuerdo a un reticulado uniforme y cuadrado o por el área de influencia de un equipo, tal como un alimentador o el área de una subestación; el resultado de ambas divisiones se conoce como predicción de microárea.

La estimación del crecimiento de la demanda de electricidad y su distribución espacial en áreas relativamente pequeñas (microáreas) es indispensable para la planificación de las redes de distribución primarias, así como de la instalación de nuevas subestaciones de distribución y líneas de subtransmisión. Existe una gran cantidad de métodos para efectuar pronósticos de la demanda eléctrica; casi todos tienen bondades especiales para alguna aplicación determinada; todos ellos pueden ser mal o bien aplicados, pueden dar buenos y malos resultados de acuerdo al acierto en su aplicación y al conocimiento que se tenga de sus limitaciones. [Guzmán R, 2007]

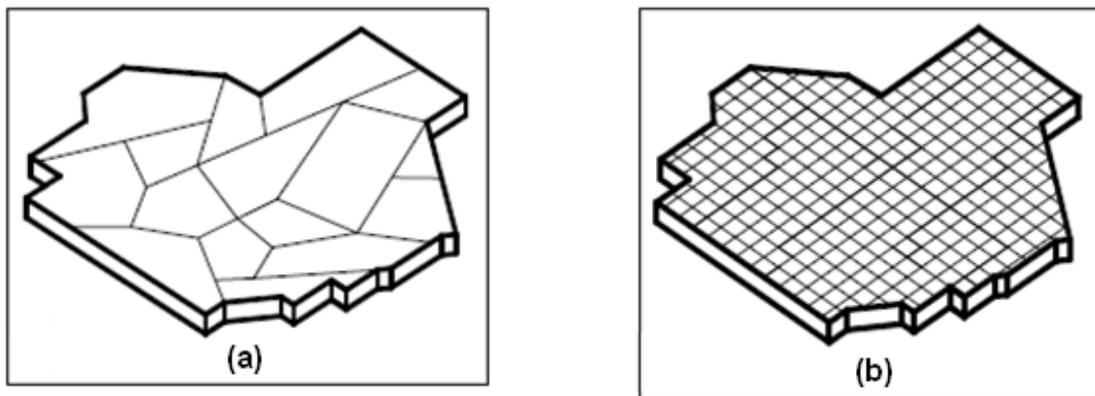
Para el presente estudio se utiliza los siguientes métodos.

#### **2.1.1 Método de Proyección Histórica**

La predicción de carga espacial por micro-área corresponde a divisiones del área bajo estudio de acuerdo a su forma. Estas se pueden clasificar en:

- Regulares
- Irregulares

Las microáreas irregulares resultan de la diferenciación del área de influencia de equipos en la zona de interés figura 2.1. (a). Mientras que las microáreas regulares son el producto del reticulado del área bajo estudio figura 2.1. (b).



**Figura 2.1 Microáreas. (a) Irregular (b) Regular. [Guzmán R. González E desarrollo de un sistema de predicción espacial de carga eléctrica en sistemas de distribución asistido por computador, 2007]**

En este trabajo se utiliza microáreas regulares de  $500 \times 500 \text{ m}$ . coincidente con el catastro nacional que representa el espacio de carga más pequeño de  $25 \text{ Ha}$  para tensiones de  $13,8 \text{ kV}$ .

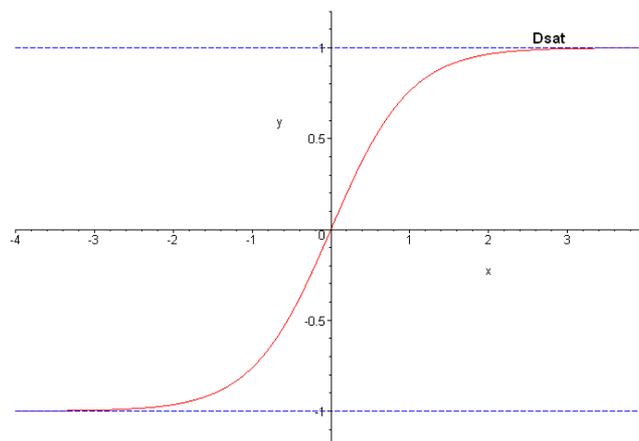
El crecimiento de la carga es simulado con la curva de la tangente hiperbólica de la siguiente forma:

$$Y_j = \frac{D_s}{2} + \frac{D_s}{2} \operatorname{tg} H(Ct + D) \quad (2.1)$$

- $Y_j$** : Carga en la microárea “j” para el año “t”
- $D_s$** : Demanda de saturación en el año “t”
- $C$** : Factor de inclinación de la curva
- $D$** : Factor de suavización de la curva horizontalmente
- $T$** : Año de la predicción

El comportamiento de la ecuación comienza a desarrollarse con un crecimiento lento para luego ascender en forma brusca durante pocos años, posteriormente tiende a estabilizarse hacia un determinado valor cuando se han llevado a cabo los proyectos previstos en esa microárea

En otras palabras, esta ecuación simula una curva en forma de “S” tal como se observa en la figura 2.3. Para evitar la sobre extrapolación o comportamientos extraños de la curva durante el periodo de predicción, se obliga pasar a la curva por un valor estimado de carga a largo plazo. Este valor se estima para un año horizonte, como puede ser  $t + 25$  donde  $t$  sea el año en curso y se denomina demanda de saturación (Dsat) [Matheus J, (2001)]



**Figura 2.2. Función Hiperbólica.**  
[\[http://es.wikipedia.org/wiki/Tangente\\_hiperb%C3%B3lica\]](http://es.wikipedia.org/wiki/Tangente_hiperb%C3%B3lica)

*El desarrollo de este método requiere de los siguientes datos:*

- Historia de la demanda eléctrica
- Proyectos en desarrollo o solicitudes
- Condiciones económicas del área

### **2.1.2 Método de Uso de la Tierra**

Este método está relacionado con el uso que se espera de la tierra y con los planes de urbanismo. Su utilidad principal sería para la ejecución de planes a largo plazo o de diseño, aunque también se utiliza para los planes de mediano plazo.

Para este método es necesario clasificar las celdas o cuadrículas de un plano de acuerdo al tipo de densidad de población o por la clase de construcción. Esto puede hacerse recorriendo el área de estudio con la ayuda de planos aerofotográficos y de las oficinas de planeamiento urbano [Matheus, J, (2001)].

*Zonificaciones establecidas por las oficinas de planificación:* Sobre la base del uso actual de la tierra, contemplado en el plan rector de desarrollo, CADELA tiene definido las siguientes zonificaciones:

- **Residencial (R1):** Incluye desarrollos residenciales de viviendas unifamiliares y bifamiliares de baja densidad neta de población de 65-210 habitantes por hectárea.
- **Residencial (R2):** Incluye desarrollos residenciales con predominio de viviendas unifamiliares y multifamiliares con una densidad media de población de 265-586 habitantes por hectárea.

- **Residencial (R3):** Incluye núcleos urbanos, con existencia de viviendas multifamiliares de alta densidad de población neta de 829-1600 habitantes por hectárea.
- **Residencial - comercial (R3C):** Engloba parcelas de uso residencial de alta densidad de población neta. En esta zonificación se contempla la existencia de comercio central mezclado en parcelas de uso comercial.
- **Urbanismos de bajos ingresos (UBI):** Contempla áreas de población a reubicar y áreas de barrios de formación espontánea, con una densidad neta de población media de hasta 600 habitantes por hectárea.
- **Industrial (I):** Comprende todas aquellas áreas de parcelas industriales, bien sean industrias de servicios, manufacturas, u otras.
- **Zonas sin carga (ZSC):** Dentro de esta zonificación pueden considerarse parques naturales y cualquier otro espacio que salga del área de interés.
- **Área vacante (AV):** Es aquel subespacio geográfico dentro del entorno de interés definido por la poligonal de los entes planificadores que tiene posibilidades de experimentar desarrollo, pero que hasta la fecha no posee carga de magnitud significativa, es decir no posee historia de demanda alguna.

*El desarrollo de este método requiere de los siguientes datos:*

- Índice de demanda o energía por clasificación de uso de la tierra
- Índice de saturación poblacional
- Determinación de áreas vacantes

## **2.2 METODOLOGÍA USADA EN LA PREDICCIÓN DE DEMANDA**

Todo estudio de planificación debe consistir de cuatro etapas fundamentales:

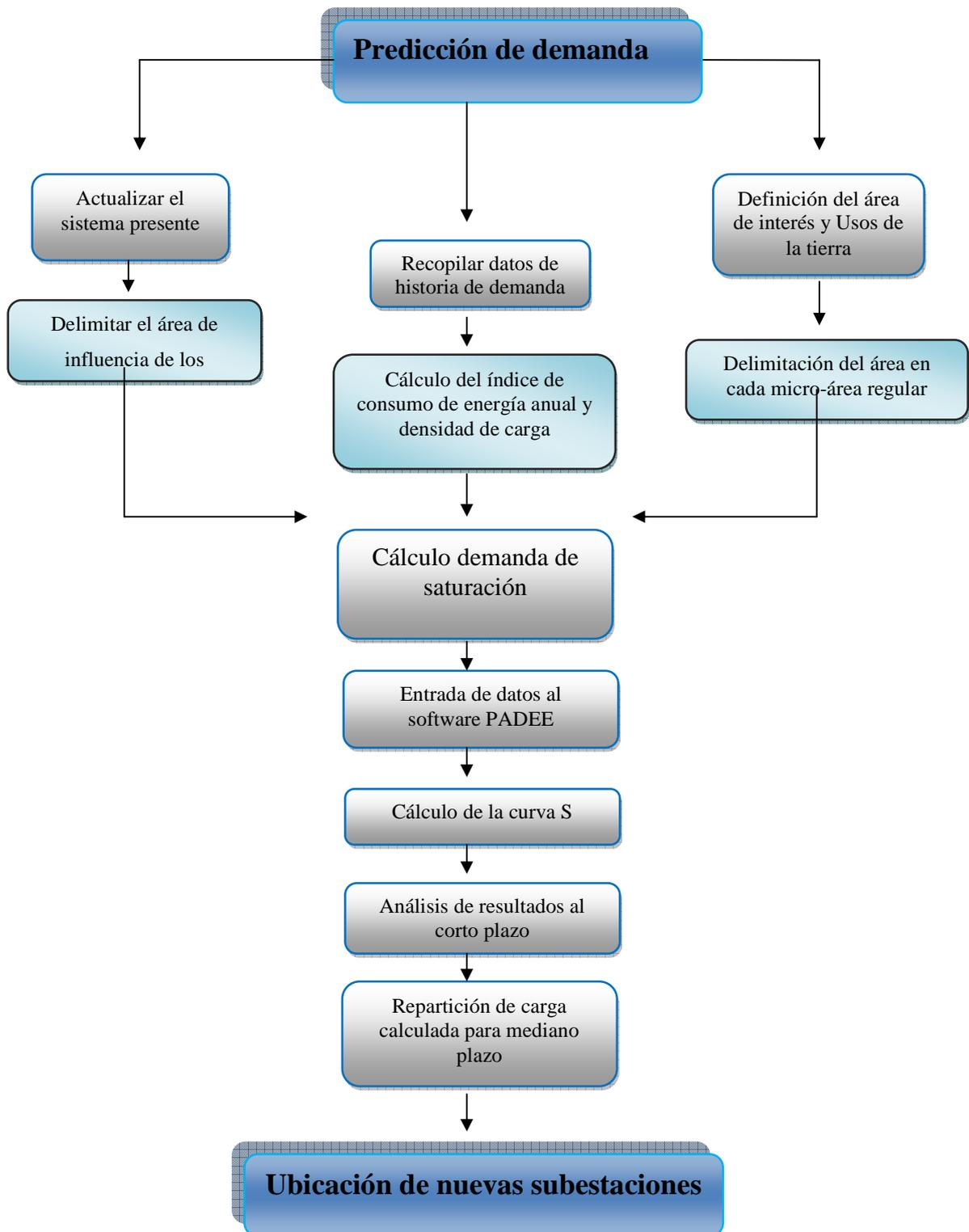
- Estudio y conocimiento de la metodología a estudiar.

- Obtención de datos
- Aplicación de métodos.
- Análisis de resultados y conclusiones.

Siguiendo con la orientación dada por estas cuatro etapas se han definido 12 actividades necesarias para la predicción de demanda figura 2.4.

La metodología a emplear cumple con las siguientes actividades:

1. Actualizar y digitalizar los circuitos del área en estudio.
2. Definir las áreas de interés, las zonificaciones del plano de uso de la tierra al plano de redes eléctricas previamente actualizado.
3. Mediante el uso del comando contorno de autocad determinar el área ocupada por cada zonificación en cada micro-área regular.
4. Evaluar la historia de demanda de los circuitos.
5. Delimitar el área de influencia de los circuitos
6. Calcular el índice de consumo de energía anual por suscriptor residencial ( $MWH/sus$ ) y la densidad de carga ( $KVA/Ha$ ) para los suscriptores residenciales, comerciales, industriales.
7. Cálculo de la demanda de saturación.
8. Cargar los datos de los circuitos en el software PADEE para repartir la demanda por cuadrícula.
9. Cálculo de la curva "S" por el método de la tangente hiperbólica.
10. Ingresar predicción por circuito para realizar las respectivas modificaciones a corto plazo.
11. Repartir la carga calculada por cuadrícula para el mediano plazo.
12. Ubicación de las nuevas subestaciones.



**Figura 2.3 Diagrama de la Metodología de la Predicción de Demanda**

### **2.2.1 Actualización y Digitalización de los Circuitos del Área en Estudio en Coordenadas UTM (Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator)**

La actualización y digitalización de los circuitos constituye una de las actividades más importantes de la predicción de demanda por microárea, debido a que cada punto de transformación del sistema debe quedar muy bien referenciado en cada cuadrícula.

En esta parte del estudio, se necesitan modificar los circuitos a tiempo presente. Se hace un recorrido riguroso poste a poste del área de estudio, se toma las coordenadas UTM de cada poste, se dibujan los nuevos ramales, bien sea producto de la ampliación, derivación o interconexión de circuitos que surgen como solución a una problema de emergencia, o como resultados de electrificaciones hechas por financiamiento de algún Organismo Público o un Particular.

***Levantamiento de la red existente en estudio:*** El levantamiento de la red existente se realiza mediante la ejecución de una serie de actividades, correspondientes a plasmar en planos en formato digitalizado requerido por el software de planificación PADEE (Programa de Análisis de Distribución de Energía Eléctrica), en el cual se ubica la red en estudio con los siguientes elementos y sus características [Matheus, J, (2001)].

- Topología de la red indicando la ubicación de cada elemento.
- Datos de los transformadores de S/E: Capacidad (*MVA*).
- Datos de los transformadores del centro de transformación en media tensión: Tipo y capacidad del banco (*kVA*.)
- Conductores; tipo, calibre, números de fases.
- Cortacorrientes.
- Seccionadores: condición normal y condición actual.
- Tipos de seccionadores, si son monoplares o tripolares.
- Reconectores.
- Condensadores: tensión normal y condición actual (*kVAR*).

- Reguladores de tensión :Margen de regulación y capacidad ( $kVA$ )
- Sobrecarga en transformadores.

**Cargas puntuales:** Se denomina cargas puntuales a las diferentes instalaciones oficiales, educativas, centros de salud y en general a cualquier otra dependencia de naturaleza similar; que posea suministro de energía eléctrica derivado de un circuito o un banco de transformación de uso exclusivo, cuyas condiciones de capacidad se suponen inalterables a lo largo del tiempo como resultado de un alto grado de desarrollo alcanzado por la infraestructura existente. En el desarrollo del pronóstico cada una de las cargas puntuales en la pequeña área se modela a partir de su capacidad nominal instalada. [Guzmán R, 2007]

### **2.2.2 Definición de las Áreas de Interés, las Zonificaciones del Plano de Uso de la Tierra de la ALCALDÍA al Plano de Redes Eléctricas Previamente Actualizado**

Para definir las áreas de interés fue necesario cumplir con los siguientes pasos:

1. Definir el área de interés trazando una poligonal que encierre la mayor carga posible; ignorando los circuitos más alejados del centro de carga.
2. Se crean las cuadrículas de  $500 \times 500$  m de manera que encierre toda la poligonal, cada una de estas cuadrículas están diferenciadas con sus respectivos nombres de acuerdo a la ubicación del espacio coordenado.
3. Se especifica la zonificación de acuerdo con el plan rector y el uso de los suelos de CADAFE: para obtener esta información se requiere de una serie de consultas a organismos planificadores como la ALCALDÍA, además de levantamiento en sitio de características particulares como: zona industrial, áreas residenciales, áreas vacantes de la ciudad.

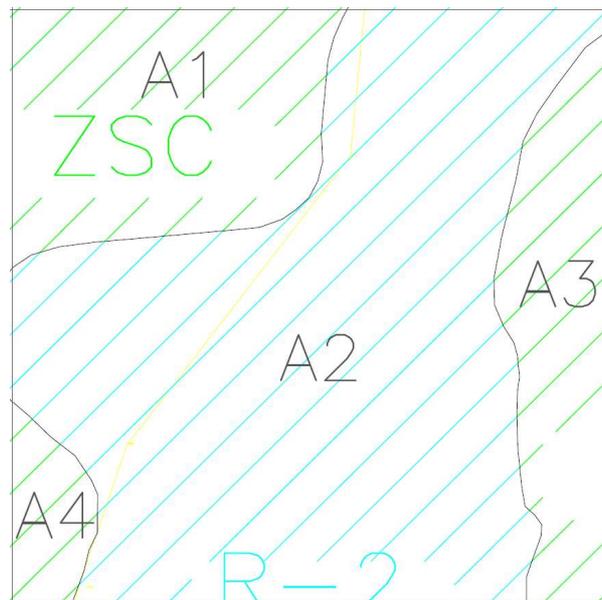
La Alcaldía del municipio Valera facilitó el plan rector del año 1984 donde indica las zonificaciones. Los planos de las zonificaciones se llaman planos de uso futuro. Estas zonificaciones fueron revisadas, visitando el área donde se pudo observar una cantidad de cambios que fueron modificados en los cuales se tienen: Jalisco,

Turagual, Motatán, Sector María Isabel de Chávez, Urb. Santa Cruz, Conucos la Paz, La Meseta, Carvajal, Sector San Benito.

Cabe destacar que la poligonal fue extendida por la zona norte de Valera específicamente en el sector Jalisco de Motatán, en la figura 3.3 se muestra el plano, la información del uso futuro de la tierra y la poligonal que encierra el área en estudio.

### 2.2.3 Mediante el Uso del Comando Contorno de Autocad Determinar el Área Ocupada por Cada Zonificación en Cada Micro-área Regular

Una vez definido el uso de la tierra y dibujadas las cuadrículas, se procede a medir el área de las diferentes zonificaciones (figura2.5) incluidas en cada cuadrícula ver Anexo B



**Figura 2.4 Determinación de Áreas por Cuadrícula**

### 2.2.4 Cálculo del Índice de Consumo de Energía Anual por Suscriptor Residencial ( $MWH/sus$ ) y la Densidad de Carga ( $KVA/Ha$ ) para los Suscriptores Residenciales, Comerciales e Industriales en el Año Horizonte

a) **Índices de consumo** El consumo de energía promedio anual, expresado en *MWH*, se clasifica según el tipo de suscriptor y sus requerimientos característicos de energía a lo largo del tiempo. La fuente de información para esta actividad corresponde a los datos estadísticos de la empresa distribuidora, se hace necesaria la recopilación de las planillas que contienen el consumo de energía y el número de suscriptores por tipo de consumo, para un mínimo de cinco años anteriores a la fecha de estudio, por cada una de las oficinas comerciales de la empresa de servicios presente en el área estudiada. [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

b) **Densidad de carga** La densidad de carga es la relación que existe entre el consumo energético del cliente y el área que contiene su ubicación, para un período específico. Sus máximos valores admisibles para este modelo, dependen directamente de la ubicación de los suscriptores en los municipios clasificados por densidades de energía (*kWH/Ha*). [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

- **Suscriptores residenciales**

$$D_{CR} = \frac{Esr}{Mhab} \times 1000 \times \frac{Dpi \times Ni}{FCi \times FPi \times 8760} \quad (2.2)$$

Donde:

$D_{CR}$ : densidad de carga (*kVA/Ha*) estimada para el año horizonte de la zonificación *i*

$FCi$  y  $FPj$ : factores de carga y potencia típicos, estimados para los suscriptores de la zonificación *i*

$Esr$ : consumo de energía anual por suscriptores (*MWH/sus*) estimados para el año horizonte.

$Mhab$ : media habitacional estimada para el año horizonte en el área bajo estudio.

$Dpi$ : densidad de población neta para la zonificación *i*

$N_i$ : factor de ajuste de la densidad de carga promedio a cada zonificación

- **Suscriptores industriales y comerciales**

Se realiza un muestreo del área, el cual consiste en hallar la capacidad (kVA) y el área (Ha) total de una poligonal que delimite la zona escogida como muestra.

$$D_c = \frac{\text{Capacidad}(kVA)}{\text{Area}(Ha)} \quad (2.3)$$

### 2.2.5 Cálculo de la Demanda de Saturación

Una vez calculado la densidad de carga en el año horizonte se procede a calcular la densidad de saturación por el método de uso de la tierra.

$$D_{Sk} = \sum_{i=1}^{\alpha} D_{Ci} \cdot UT_{Ki} \quad [kVA] \quad (2.4)$$

$$k=1, 2, 3 \dots N$$

Donde:

$N$ : Número de pequeñas áreas consideradas

$D_{Sk}$ : Demanda de saturación para el año horizonte en la zonificación “ $k$ ”.

$D_{Ci}$ : Densidad de carga para la zonificación “ $i$ ” (kVA/Ha)

$i$ : Cada una de las zonificaciones normalizadas:  $i=1$ : R1,  $i=2$ : R2,  $i=3$ : R3,  $i=4$ :

R3C,  $i=5$ : UBI,  $i=6$ : I, ...,  $i=\alpha$

$UT$ : Uso de la tierra para la zonificación “ $i$ ” en la pequeña área “ $k$ ” (Ha).

## 2.3 CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA PLANIFICACIÓN A MEDIANO PLAZO EN LA UBICACIÓN DE SUBESTACIONES

La ubicación, capacidad de subestación y los requerimientos de subtransmisión deben preverse con mayor antelación que las redes primarias (corto plazo) debido al mayor tiempo empleado en la construcción, así como, a la mayor sensibilidad de estas al comportamiento de la carga. Por lo tanto, la planificación de los esquemas urbanos de S/E de distribución se realizará en el mediano plazo, el cual comprende un periodo de diez años. Para la planificación a mediano plazo se utilizan las demandas obtenidas en el estudio de predicción [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

Los criterios utilizados para la planificación a mediano plazo son los que a continuación se mencionan:

- Capacidad firme de las subestaciones.
- Capacidad de reserva de las subestaciones.
- Ubicación de las subestaciones.
- Número mínimo de unidades de transformación en una subestación.
- Tensiones normalizadas.
- Máxima caída de tensión en los alimentadores.
- Máxima carga permitida en los alimentadores.

### **2.3.1 Capacidad Firme de las Subestaciones**

La capacidad de transformación de una subestación, debe ser tal que con el transformador de mayor capacidad fuera de servicio, aun sea posible alimentar la totalidad de la demanda. De acuerdo a las normas ANSI C-57, un transformador de potencia a una temperatura ambiente de  $35^{\circ} C$ , sometido a una carga previa al pico de demanda de 70 % de su capacidad de placa y una duración del pico de carga de 8 horas al 130 % de su capacidad nominal, sufre una pérdida de vida al 1 % [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

De acuerdo con esto la capacidad firme de una subestación, con todos sus transformadores idénticos y con posibilidades de transferencia de barras es:

$$CF = 1.3(NT - P) \quad (2.5)$$

Donde:

*P*: Capacidad nominal de cada transformador (*MVA*)

*NT*: Numero de unidades de transformación de la subestación.

*CF*: Capacidad firme de la subestación (*MVA*)

### **2.3.2 Capacidad de Reserva de una Subestación**

Se adoptará como criterio de Planificación de Mediano plazo, la política mencionada como “carga máxima en emergencia aceptando pérdida de vida”. Esta política hace un mayor uso de la capacidad instalada en condiciones normales de carga, evita la pérdida excesiva de vida útil del equipo de transformación, limitándola de hecho hasta un 5% durante una condición de emergencia, basándose en el hecho que la norma lo recomienda como tolerable. [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

### **2.3.3 Ubicación de las Subestaciones**

La ubicación de las subestaciones de distribución está determinada fundamentalmente por la distribución de la carga que se alimenta, estas deben ubicarse en el centro de carga de su área de influencia, tomando en cuenta la dirección y rata de crecimiento de la carga. También debe considerarse la disponibilidad de terreno y la factibilidad de alimentación con líneas de *115kV*. [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

### **2.3.4 Número Mínimo de Unidades de Transformación en una Subestación**

Todas las subestaciones urbanas existentes o a implementarse a mediano plazo deberán tener un mínimo de dos transformadores idénticos que permita el traspaso de la carga de uno a otro en caso de emergencia. [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

### 2.3.5 Tensiones Normalizadas

A fin de facilitar la adquisición de equipos y mantener la reserva necesaria en almacén, se ha normalizado la capacidad y las tensiones de los transformadores utilizados en las Subestaciones. Atendiendo a la finalidad del equipo se utilizarán las siguientes tensiones. [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]

**Tabla 2.1. Tensiones Normalizadas [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]**

<b>Transmisión</b>	800, 400, 230 y 115kV.
<b>Subtransmisión</b>	115 y 34.5 kV.
<b>Distribución</b>	13.8kV.

### 2.3.6 Capacidad de los Transformadores

Para futuras ampliaciones de las subestaciones existente se utilizarán transformadores normalizados por CADAFE, con las siguientes características:

**Tabla 2.2. Capacidad de los Transformadores [Departamento de Redes Eléctricas, 1991]**

<b>Relación de transformación</b>	<b>Capacidad por transformador</b>	<b>Número máximo de transformadores</b>
115/13,8 kV	18/24/30 MVA	4
115/13,8 kV	20/30/36 MVA	4
34,5/13,8 kV	5 MVA	2
34,5/13,8 kV	10 MVA	2

### 2.3.7 Máxima Carga Permitida en los Alimentadores

Ningún circuito deberá transportar en condiciones normales de funcionamiento una carga superior a los 6 MVA (250 A) basado en lo siguiente:

- 6 MVA es 2/3 de la capacidad del Arvidal calibre 4/0.
- En caso de interrupción quedarán afectados solo 6 MVA, los cuales podrán transferirse a dos circuitos adjuntos (3MVA c/u).
- Las pérdidas aumentan en forma cuadrática con la corriente. En consecuencia no es recomendable el manejo de cantidades elevadas de corrientes. [C.A.D.A.F.E, 1991]

## 2.4 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y CONFORMACIÓN DE ALTERNATIVAS A CORTO PLAZO

- Cálculo de la demanda a corto plazo
- Demanda total del sistema a corto plazo
- Se definen los circuitos del sistema.
- Se corren los circuitos a través del PADEE
- Se realiza el análisis de cada circuito y se proponen las soluciones respectivas.

### 2.4.1 Puntos de Seccionamiento de la Red

#### Criterios:

- Un punto de seccionamiento cada 200 kVA para baja densidad de carga y cada 750 kVA para alta densidad de carga.

- Un punto de seccionamiento en todas las derivaciones importantes.
- Un punto de seccionamiento cada 23 Km. en aquellos tramos con baja densidad de carga (circuitos rurales) [C.A.D.A.F.E, 1991]

#### **2.4.2 Puntos de Transferencia y Porcentaje de Carga Transferible**

Dependen de las condiciones operativas de los circuitos adyacentes.

##### **Criterios:**

- Caída de Tensión < 6 % en distribución < 13 % en Subtransmisión.
- Capacidad de carga.
- Protecciones
- Considerar falla en inicio y punto medio del troncal del alimentador para definir número mínimo de los puntos de transferencia. [C.A.D.A.F.E, 1991]

#### **2.4.3 Cambio de Calibre de Conductor para Eliminar los Problemas de Caída de Tensión**

Se aconseja esta práctica como medio de disminuir los problemas de caída de tensión debido a:

- Costo ( alrededor del 30 % al 50% del costo de una línea nueva)
- Rígidez: si aumenta ligeramente las cargas se supera nuevamente el tope máximo permitido de caída de tensión.
- Desperdicios de materiales: se requiere exagerar enormemente el calibre del conductor para lograr que los niveles de tensión bajen a valores aceptables. [C.A.D.A.F.E, 1991]

#### **2.4.4 Sugerencias para Disminuir los Problemas de Excesiva Caída de Tensión**

##### **Posibles causas:**

- Ineficiente distribución de la carga entre alimentadores.
- Bajo números de alimentadores para la cantidad de demanda a ser aplicada.
- Demanda provocada probablemente por escasez de subestaciones.

##### **Soluciones:**

- Redistribución de carga entre alimentadores.
- Diseño de nuevos alimentadores a fin de descargar los existentes siempre y cuando exista disponibilidad de salidas, capacidad y ruta.
- Implementar algunas de las subestaciones previstas a mediano plazo.

#### **2.4.5 Criterios Económicos y Operativos para el Diseño de la Red de Distribución Primaria**

- La red a diseñar a corto plazo tendrá la configuración en anillo abierto
- Debe evitarse siempre que sea posible la configuración del tipo radial
- Para la alimentación de nuevos sectores deberá exigirse la configuración en lazo

Se alimentará con la configuración de primario selectivo aquellas cargas que requieren una alta confiabilidad del servicio.

# **CAPÍTULO III**

## **SISTEMA PRESENTE Y PREDICCIÓN DE DEMANDA**

### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS EN EL SISTEMA PRESENTE**

Se realizará una breve descripción de los circuitos actualizados que alimentan a la ciudad de Valera.

#### **3.1.1 Subestación Valera I (La Plata)**

**a) Circuito Valera I** Este circuito alimenta los sectores Plata III, Plata IV, Plata I, sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal y 2/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el Milagro, La Cruz y La Floresta. Presenta 1,48 % de caída de tensión y sobrecarga del 59,02 %, lo cual indica que sus valores se encuentran dentro de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 3408.7 kW con pérdidas de 31.57 kW las cuales representan el 0,92 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

**b) Circuito Valera II** Este circuito alimenta los sectores Barrio San Isidro, Siete Colinas, La Plata, Los Bomberos, El Bolo, parte de la Subestación La Plata con conductor 4/0 Arvidal ,1/0 Arvidal y 2/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito La Floresta, El Hospital y La Cruz. Presenta 3 % de caída de tensión y sobrecarga del 81,71 %, lo cual indica que su valor en cuanto a capacidad de conductor se encuentra fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 6930 kW con pérdidas de 96.81 kW las cuales representan el 1.4 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

c) **Circuito El Amparo** Este circuito alimenta los sectores El Amparo, La Cejita, Chimpire, Pie de Sabana; parte de la Subestación La Plata con conductor 4/0 Arvidal ,1/0 Arvidal y 2/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Motatán I, Aminta y Amparo. Presenta 13,39 % de caída de tensión y sobrecarga del 96,89 %, lo cual indica que sus valores se encuentran fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 5663.58 kW con pérdidas de 393.71 kW las cuales representan el 6,95 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

d) **Circuito El Milagro** Este circuito alimenta los sectores Barrio el Milagro, Av. 4, Sector Bella Vista, La Plata; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Valera I, El Cumbe, Aminta, Hospital, La Cruz y Las Acacias. Presenta 3,93 % de caída de tensión y sobrecarga del 60 %, lo cual indica que sus valores se encuentran dentro de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 5079,34 kW con pérdidas de 115,47 kW las cuales representan el 2,27 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

e) **Circuito Motatán I** Este circuito alimenta los sectores casco central de Motatán, Urb María Isabel de Chávez, Jiraluna, Jalisco; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Agua Viva, El Amparo, Motatán II, y Favianca. Presenta 14,82 % de caída de tensión y sobrecarga del 53,86 %, lo cual indica que sus valores en cuanto a caída de tensión se encuentra fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 4558,7 kW con pérdidas de 301,49 kW las cuales representan el 6.61 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

f) **Circuito Nudo Panamericano** Este circuito alimenta los sectores Sabana Libre; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Escuque, Isnotú, y La Cruz. Presenta 2,45 % de caída de tensión y sobrecarga del 22,59 %, lo cual indica que sus valores se encuentran dentro de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 1376,93 kW con pérdidas de 23,5 kW las cuales representan el 1,7 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

**g) Circuito Carvajal** Este circuito alimenta los sectores Carvajal, Campo Alegre, Cubita; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito El Cumbe. Presenta 5,86 % de caída de tensión y sobrecarga del 78,64 %, lo cual indica que su valor en cuanto a capacidad del conductor se encuentra fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 5437,79 kW con pérdidas de 158,79 kW las cuales representan el 2,92 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

**h) Circuito Zona Industrial** Este circuito alimenta los sectores Zona Industrial de San Luis y San Luis parte baja; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Motatán I, y Favianca. Presenta 7,12% de caída de tensión y sobrecarga del 89,03 %, lo cual indica que sus valores se encuentran fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 5441,57 kW con pérdidas de 241,2 kW las cuales representan el 4,44 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

**i) Circuito Favianca** Este circuito alimenta exclusivamente a la empresa de vidrios Favianca; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con Zona Industrial. Presenta 2,54 % de caída de tensión y sobrecarga del 41,86 %, lo cual indica que sus valores se encuentran dentro de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 3542,69 kW con pérdidas de 61,27 kW las cuales representan el 1,73 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.1).

**j) Circuito El Cumbe** Este circuito alimenta los sectores la arboleda, la Cabecera de Carvajal, San Jenaro, Quebrada de Cuevas, La Quebrada, Lomas del medio y Cabimbú; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito El Milagro, Carvajal, El Amparo, Aminta e Hidroandes. Presenta 29,53 % de caída de tensión y sobrecarga del 112.25 %, lo cual indica que sus valores se encuentran fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 5810,33 kW con pérdidas de 1218,46 kW las cuales representan el 20,97 % de la demanda total del circuito.

Como puede observarse este circuito se encuentra en un estado crítico de funcionamiento. (Tabla 3.1).

### 3.1.2 Subestación Valera II

a) **Circuito El Country** Este circuito alimenta los sectores El Country, Carmania, Agua Clara, Mendoza Fría, San Pablo y San Isidro; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Las Acacias y Momboy. Presenta 9,27 % de caída de tensión y sobrecarga del 63,3 %, lo cual indica que sus valores se encuentran fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 4197,91 kW con pérdidas de 213,65 kW las cuales representan el 5,09 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

b) **Circuito Las Acacias** Es un circuito residencial y comercial que alimenta el área residencial desde el Country Club comprendiendo las Av. Los Médicos, Av. Momboy, Av. 6 y las calles 23 hasta la calle 15, partiendo de la Subestación Valera II con conductor 4/0 Arvidal en la totalidad de su troncal. Tiene interconexión con el circuito Aminta, El milagro, El Country y Santo Domingo. Presenta 7,66 % de caída de tensión y sobrecarga del 70,97 %, lo cual indica que sus valores se encuentran fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 5441.97 kW con pérdidas de 271,56 kW las cuales representan el 0.92 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

c) **Circuito La Cruz** Alimenta los sectores del centro de Valera, Calle 5, Calle 14 con Av. 6; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Nudo Panamericano, Valera I, Valera II, El Milagro y Hospital. Presenta 4,93 % de caída de tensión y sobrecarga del 75,31 %, lo cual indica que su valor en cuanto a capacidad de conductor se encuentra fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 6003,02 kW con pérdidas de 196,34 kW las cuales representan el 3,27 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

**d) Circuito Cementerio** Este circuito alimenta los sectores Lazo de la Vega, Los Bambues, Barrio Las Mercedes; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Hospital, La Floresta y Las Palmas. Presenta 2.37 % de caída de tensión y sobrecarga del 41.63 %, lo cual indica que su valor en cuanto a capacidad de conductor se encuentra dentro de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 3524,47 kW con pérdidas de 43,24 kW las cuales representan el 1,22 % de la demanda total del circuito (Tabla 3.2).

**e) Circuito Hospital** Este circuito es residencial y comercial, alimenta el casco central de Valera y al Hospital, partiendo de la Subestación Valera II con conductor 4/0 Arvidal en la totalidad de su troncal. Tiene interconexión con el Cementerio, La Cruz, Valera II, El Milagro y Santo Domingo. Presenta 4,82 % de caída de tensión y sobrecarga del 62,94 %, lo cual indica que su valor en cuanto a capacidad de conductor se encuentra dentro de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 5326,9 kW con pérdidas de 152,02 kW las cuales representan el 2,85 % de la demanda total del circuito (Tabla 3.2).

**f) Circuito Hidroandes** Este circuito es exclusivo para Hidroandes, sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal, 2/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con El Cumbe y Aminta. Presenta 7,23 % de caída de tensión y sobrecarga del 68,73 %, lo cual indica que sus valores se encuentran fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 3769,42 kW con pérdidas de 187,32 kW las cuales representan el 4,97 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

**g) Circuito Escuque** Este circuito alimenta los sectores del pueblo de Escuque y el Alto de Escuque; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Las Palmas y Nudo Panamericano. Presenta 8,2 % de caída de tensión y sobrecarga del 56,86 %, lo cual indica que su valor en cuanto a caída de tensión se encuentra fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 4289,87 kW con pérdidas de 202.7 kW las cuales representan el 4,72 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

**h) Circuito Aminta** Este circuito alimenta los sectores Urb. La Beatriz y Caja de Agua; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito El Milagro, El Cumbe, Hidroandes y Las Acacias. Presenta 9,04 % de caída de tensión y sobrecarga del 120,57 %, lo cual indica que sus valores se encuentran fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 4964 kW con pérdidas de 387,9 kW las cuales representan el 7,81 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

**i) Circuito La Floresta** Este circuito alimenta los sectores La Floresta, Los Sin Techos, Morón, Las Lomas; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito cementerio, Valera I y Valera II. Presenta 2,54 % de caída de tensión y sobrecarga del 44,21 %, lo cual indica que sus valores se encuentran dentro de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 3702,6 kW con pérdidas de 56,17 kW las cuales representan el 1,52 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

**j) Circuito Las Palmas** Este circuito es exclusivo para alimentar el acueducto Las Palmas en Escuque; sale de las subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Escuque. Presenta 7,76% de caída de tensión y sobrecarga del 25,79 %, lo cual indica que su valor en cuanto a caída de tensión se encuentra fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de 1647,13 kW con pérdidas de 85,99 kW las cuales representan el 5,22 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

**k) Circuito Santo Domingo** Este circuito alimenta los sectores Calle 16, Santo Domingo, Valera, Calle 17 y 18 entre Av.10 y Av. Bolivar; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Acacias y Hospital. Presenta 5,3 % de caída de tensión y sobrecarga del 69,6 %, lo cual indica que su valor en cuanto a capacidad de conductor se encuentra fuera de los rangos

permitidos de operación. Tiene una demanda de  $5890,43 \text{ kW}$  con pérdidas de  $196,68 \text{ kW}$  las cuales representan el 3,39 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

**I) Circuito Motatán II** Este circuito alimenta los sectores Urb La Bolivariana, Cacao I, Cacao II, Urb. El Baño, Casino Militar; sale de la subestación con conductor 4/0 Arvidal ,2/0 Arvidal y 1/0 Arvidal distribuido en su troncal. Tiene interconexión con el circuito Motatán I. Presenta 16,92 % de caída de tensión y sobrecarga del 85,97 %, lo cual indica que su valor en cuanto a caída de tensión se encuentra fuera de los rangos permitidos de operación. Tiene una demanda de  $5235,6 \text{ kW}$  con pérdidas de  $592,93 \text{ kW}$  las cuales representan el 11,32 % de la demanda total del circuito. (Tabla 3.2).

De los veintidós (22) circuitos del sistema presente once presentan problemas de caída de tensión y sobre corriente lo cual indica que el 50% del sistema de distribución tiene problemas en la actualidad. Ver tabla 3.1 y 3.2

**Tabla 3.1 Sistema Presente Subestación Valera I (La Plata)**

<b>CIRCUITO</b>	<b>DEMANDA MAX (AMP)</b>	<b>FACTOR DE UTILIZACIÓN (%)</b>	<b>CAÍDA DE VOLTAJE MAX (%)</b>	<b>CARGA CONDUCTOR MAX. (%)</b>	<b>PÉRDIDAS (KW)</b>	<b>DEMANDA TOTAL (KW)</b>	<b>CONDUCTOR</b>
<b>EL AMPARO</b>	272	0,68	13,39	96,89	393,71	5663,58	2/0 ARV
<b>EL CUMBE</b>	253	0,56	29,53	112,25	1218,46	5810,33	4/0 ARV
<b>MOTATÁN I</b>	202	0,33	14,82	53,86	301,49	4558,7	4/0 ARV
<b>ZONA INDUSTRIAL</b>	241	0,35	7,12	89,03	241,2	5441,57	4/0 ARV
<b>CARVAJAL</b>	241	0,74	5,86	78,64	158,79	5437,79	4/0 ARV
<b>EL MILAGRO</b>	225	0,52	3,93	60	115,47	5079,34	4/0 ARV
<b>VALERA II</b>	245	0,56	3	81,71	96,81	6930	4/0 ARV
<b>FAVIANCA</b>	157	0,97	2,54	41,86	61,27	3542,69	4/0 ARV
<b>NUDO PANAMERICANO</b>	61	0,58	2,45	22,59	23,5	1376,93	4/0 ARV
<b>VALERA I</b>	151	0,57	1,48	59,02	31,57	3408,7	4/0 ARV

Tabla 3.2 Sistema Presente Subestación Valera II

<b>CIRCUITO</b>	<b>DEMANDA MÁX (AMP)</b>	<b>FACTOR DE UTILIZACIÓN (%)</b>	<b>CAÍDA DE VOLTAJE MAX (%)</b>	<b>CARGA CONDUCTOR MAX. (%)</b>	<b>PÉRDIDAS (KW)</b>	<b>DEMANDA TOTAL (KW)</b>	<b>CONDUCTOR</b>
<b>MOTATÁN II</b>	232	0,99	16,92	85,97	592,93	5235,6	2/0 ACSR
<b>AMINTA</b>	216	0,57	9,04	120,57	387,9	4964	2/0 ARV
<b>LAS PALMAS</b>	73	0,76	7.76	25.79	85.99	1647,13	4/0 ARV
<b>HIDROANDES</b>	167	0,37	7.23	68.73	187.32	3769,42	4/0 ARV
<b>ESCUQUE</b>	190	0,69	8.20	56.86	200.7	4289,87	4/0 ARV
<b>EL COUNTRY</b>	186	0,41	9.27	63.30	213.65	4197,91	3/0 ARV
<b>LA CRUZ</b>	266	0,53	4,93	75,31	196,34	6003,02	4/0 ARV
<b>HOSPITAL</b>	236	0,46	4,82	62,94	152,07	5326,9	4/0 ARV
<b>SANTO DOMINGO</b>	261	0,4	5,3	69,6	196,68	5890,43	4/0 ARV
<b>LAS ACACIAS</b>	241	0,3	7,66	70,97	271,56	5441,97	4/0 ARV
<b>LA FLORESTA</b>	164	0,6	2,54	44,21	56,17	3702,6	4/0 ARV
<b>CEMENTERIO</b>	156	0,72	2,37	41,63	43,24	3524,47	4/0 ARV

### 3.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE INTERÉS, LAS ZONIFICACIONES DEL PLANO DE USO DE LA TIERRA DE LA ALCALDÍA REMITIDAS AL PLANO DE REDES ELÉCTRICAS PREVIAMENTE ACTUALIZADO

Pasos a seguir para la definición de las áreas de interés de uso de la tierra:

1. Definir el área de interés trazando una poligonal que encierre la mayor carga posible; ignorando los circuitos más alejados del centro de carga ver figura 3.2.
2. Se crean cuadrículas de  $2500 \times 2500$  m (fucsia) que a su vez se subdividen en microáreas de  $500 \times 500$  m (azul) de manera que encierre toda la poligonal, cada una de ellas están diferenciadas con sus respectivos nombres de acuerdo a la ubicación del espacio coordenado tal como se indica en la figura 3.1

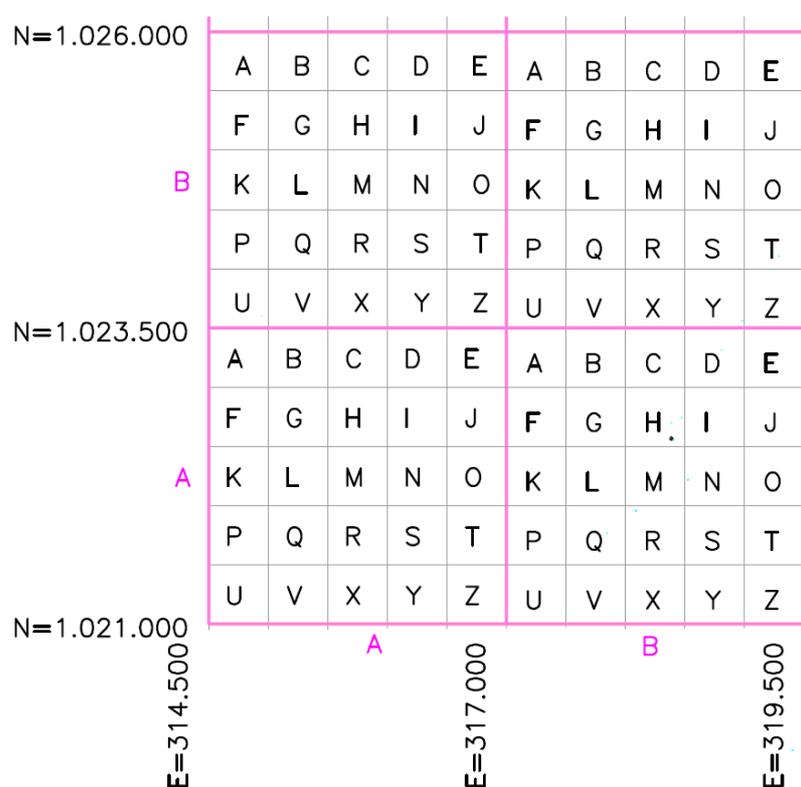
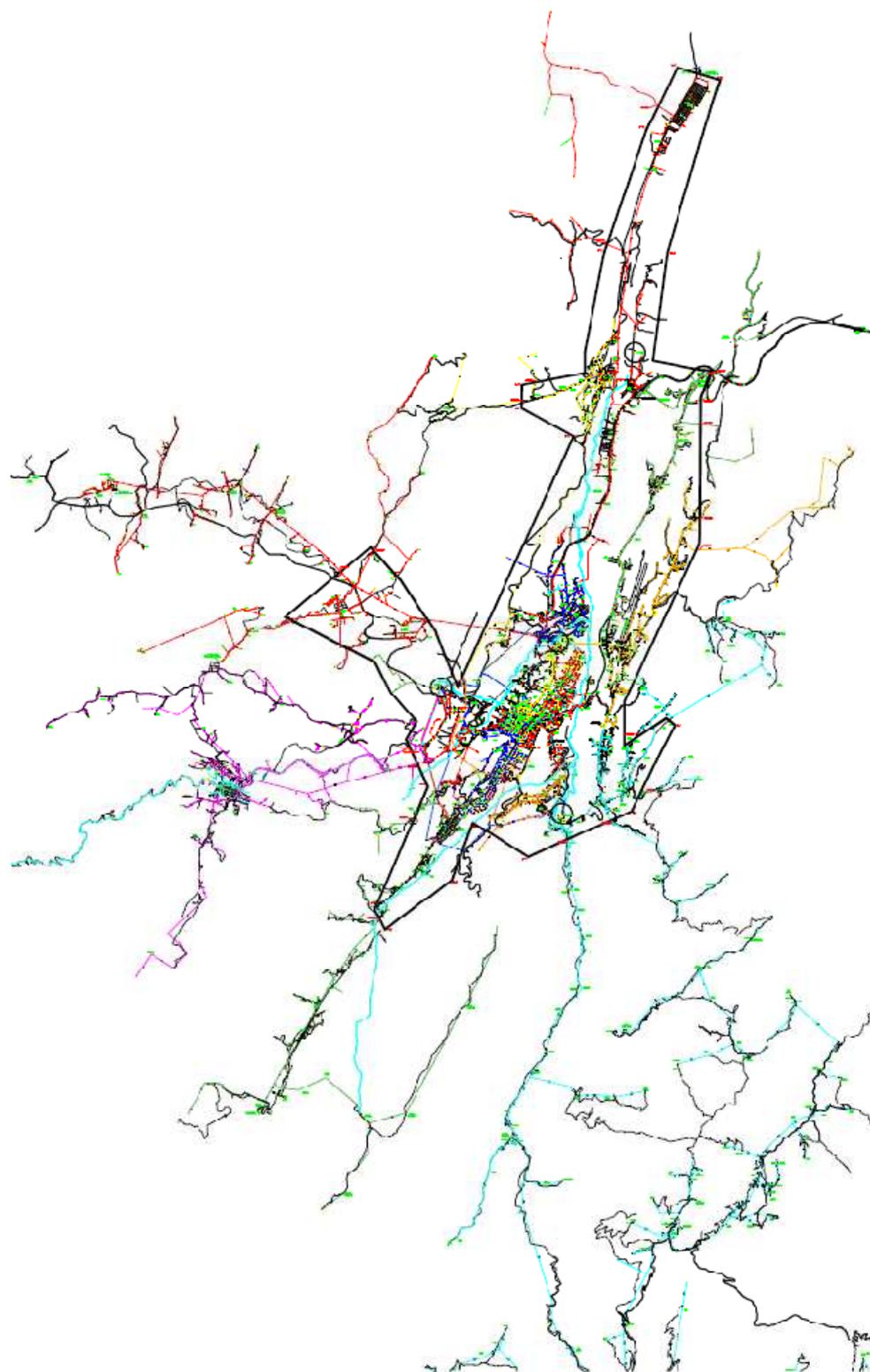


Figura 3.1 Identificación de Cuadrículas

3. Se especifica la zonificación de acuerdo con el plan rector y el uso de los suelos de CADAFE. Para obtener esta información se requiere de una serie de consultas a organismos planificadores tales como DINFRA, ALCALDÍAS, además del levantamiento en sitio de características particulares de la ciudad como: zona industrial, áreas residenciales, áreas vacantes.

La Alcaldía del municipio Valera facilitó el plan rector del año 1984 donde indica las zonificaciones. Los planos de las zonificaciones se llaman planos de uso futuro. Estas zonificaciones fueron revisadas visitando el área, en donde se observaron una cantidad de cambios que fueron modificados. Entre en los cuales se tienen: Jalisco, Turagual, Motatán, Sector María Isabel de Chávez, Urb. Santa Cruz, Conucos la Paz, La Meseta, Carvajal, Sector San Benito.

En la figura 3.3 se muestra el plano, la información del uso futuro de la tierra y la poligonal que encierra el área en estudio.



**Figura 3.2 Poligonal Ciudad de Valera**

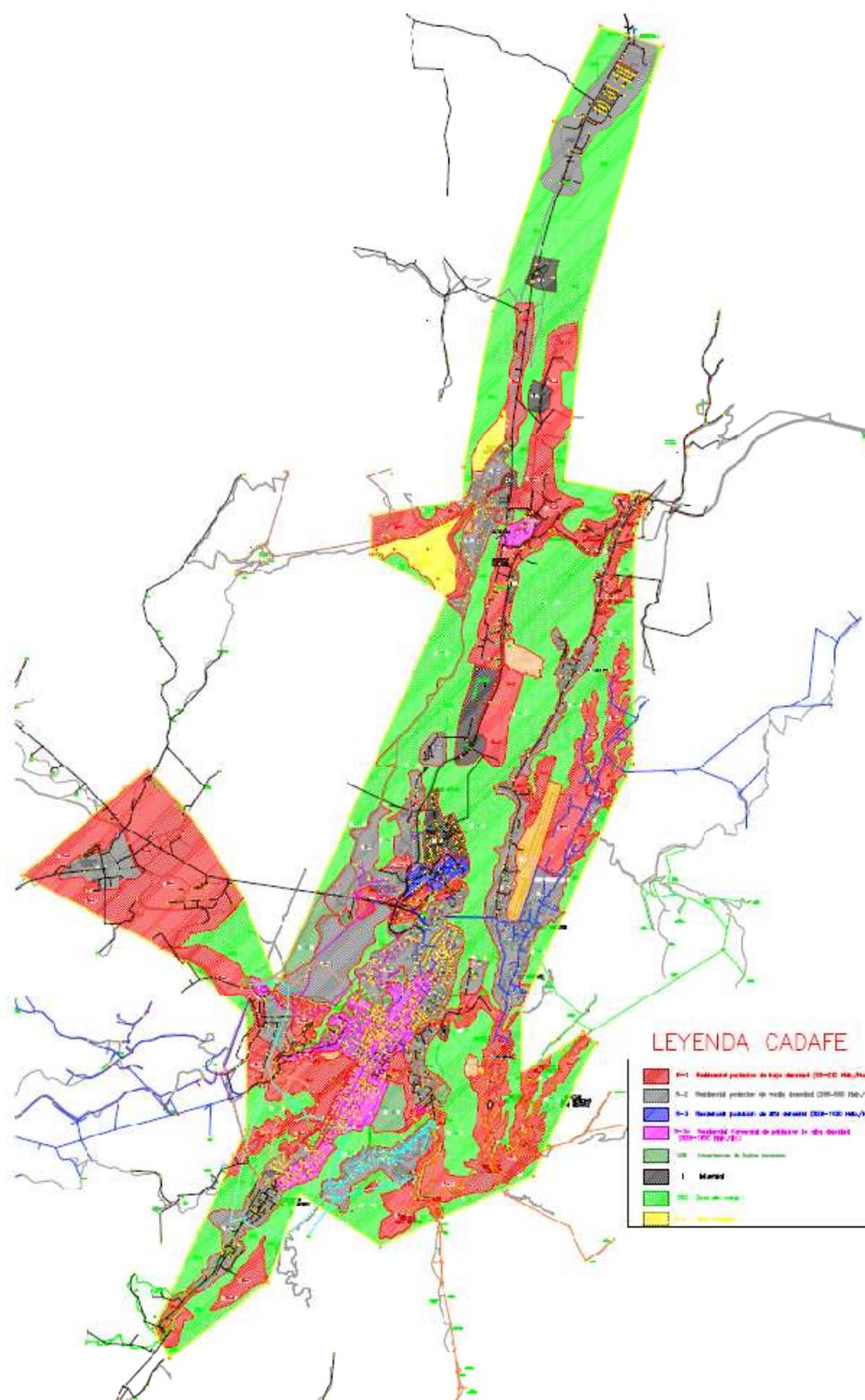


Figura 3.3 Zonificación Usos de la Tierra Ciudad de Valera

### 3.3 MEDIANTE EL USO DEL COMANDO CONTORNO DE AUTOCAD DETERMINAR EL ÁREA OCUPADA POR CADA ZONIFICACIÓN EN CADA MICRO-ÁREA REGULAR

Para hallar la demanda de saturación por microárea es necesario obtener el área de cada zonificación dentro de cada cuadrícula tal como se aprecia en la figura 3.4. Todos estos valores se llevan a una tabla ordenada alfabéticamente por el nombre de la cuadrícula y clasificada por tipo de uso del suelo; en la tabla 3.3 se observa una pequeña muestra de ella.

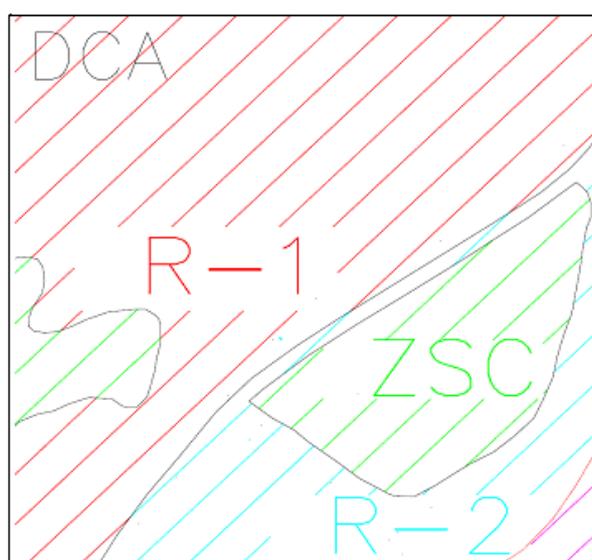


Figura 3.4 Cuadrícula (DCA)

Tabla 3.3 Área por Cuadrícula

X	Y	Cuadrícula	R1 (Ha)	R2 (Ha)	R3 (Ha)	R3C (Ha)	I (Ha)	UBI (Ha)	ZSC (Ha)	AV (Ha)	Total (Ha)
D	C	A	14,74	4,85	0	0,41	0	0	4,99	0	25
D	C	B	0,27	3,82	0	13,21	0	0	7,69	0	25
D	C	C	0	1,92	0	4,41	0	3,73	14,95	0	25
D	C	D	2,25	5,82	0	0	0	6,84	10,09	0	25
D	C	E	5,68	12,15	0	0	0	0	7,17	0	25
D	C	F	0,3	5,54	0	17,78	0	0	1,38	0	25
D	C	G	0	7,2	0	2,68	0	0	15,13	0	25
D	C	H	0,09	20,08	0	0	0	0	4,83	0	25

**R1**=Residencial de baja densidad **R2**= Residencial de media densidad

**R3**= Residencial de alta densidad **R3C**= Residencial comercial de alta densidad  
**I**= Industrial **UBI**= Urbanización de Bajos Ingresos **ZSC**= Zona Sin Carga  
**AV**= Área Vacante

### 3.4. EVALUAR LA HISTORIA DE DEMANDA DE LOS CIRCUITOS

Consiste en obtener los valores de demandas máximas en amperios por mes, para cada uno de los circuitos con niveles de tensión *13,8 kV* (últimos dos años) y que suplan cargas dentro del área bajo estudio.

Los datos de demanda se obtienen de la información mensual que lleva el Departamento de Redes Eléctricas en la Coordinación de División de Estudios denominada “Sistema de Control de Demanda” (S.C.D.), y de acuerdo a los datos que se obtienen de la Coordinación de Transmisión de CADAFE para las subestaciones atendidas con niveles de tensión de *115/34.5/13.8 kV*. En la tabla 3.4 se muestra un ejemplo de la obtención de estas demandas máximas.

**Tabla 3.4 Demanda Máxima en Amperios del Circuito El Country**

Mes \ Año	2007 (A)	2008 (A)
ENE	190	168
FEB	170	171
MAR	168	179
ABR	172	183
MAY	172	179
JUN	172	186
JUL	171	182
AGO	164	174
SEP	174	176
OCT	163	166
NOV	168	171
DIC	205	211
<b>Dmáx(A)</b>	<b>172</b>	<b>186</b>

En la tabla 3.4 se observa que la demanda máxima en el año 2007 es 205 A. Pero de acuerdo a la “división de estudio Trujillo región 7” este valor es causa de una transferencia de carga temporal, el comportamiento normal es alrededor de los 160 a 170 A, es por ello que la demanda máxima es 172 A. Este procedimiento se efectuó para el año 2008 y para el resto de los circuitos. En la tabla 3.5 se encuentran las demandas máximas de los veintidós circuitos.

**Tabla 3.5 Demanda Máxima**

<b>Circuito \ Año</b>	<b>2007 (A)</b>	<b>2008 (A)</b>
Valera I	131	151
Valera II	269	307
El Amparo	256	272
El Milagro	212	225
Motatán	168	202
Nudo Panamericano	140	164
Carvajal	210	232
Zona Industrial	221	241
Favianca	148	157
El Cumbe	239	253
El Country	172	186
Las Acacias	208	241
La Cruz	257	266
Cementerio	142	156
Hospital	223	236
Hidroandes	165	167
Escuque	173	190
Aminta	209	216
Floresta	150	164
La Palma	64	73
Santo Domingo	248	261
Motatán II	217	232

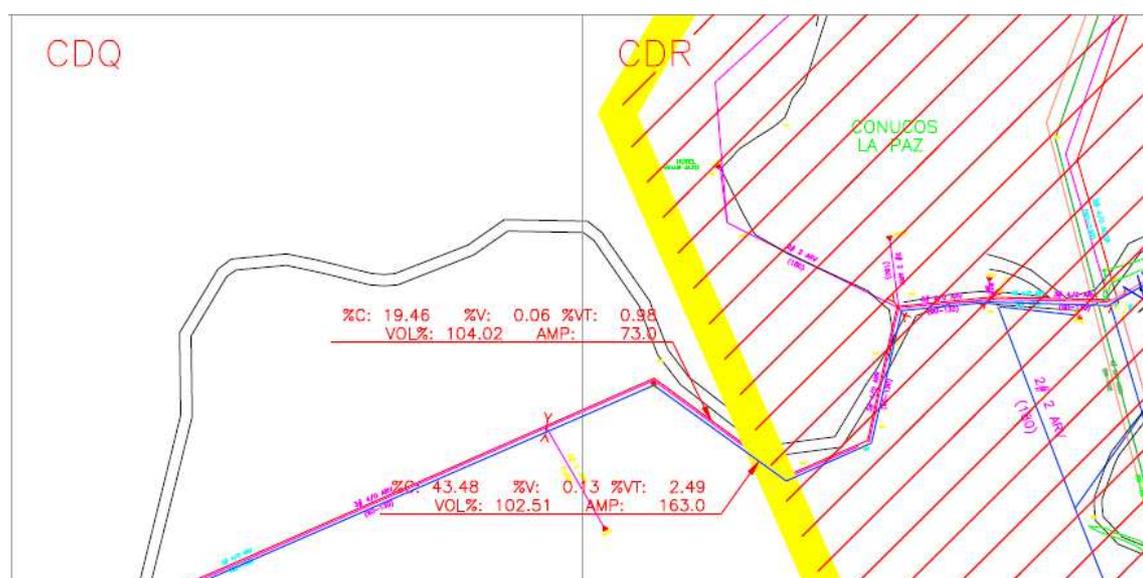
### **3.5 DELIMITAR EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS CIRCUITOS**

Para delimitar el área se presentó el siguiente problema:

#### **3.5.1 Circuitos que Suplen Carga Fuera de la Poligonal**

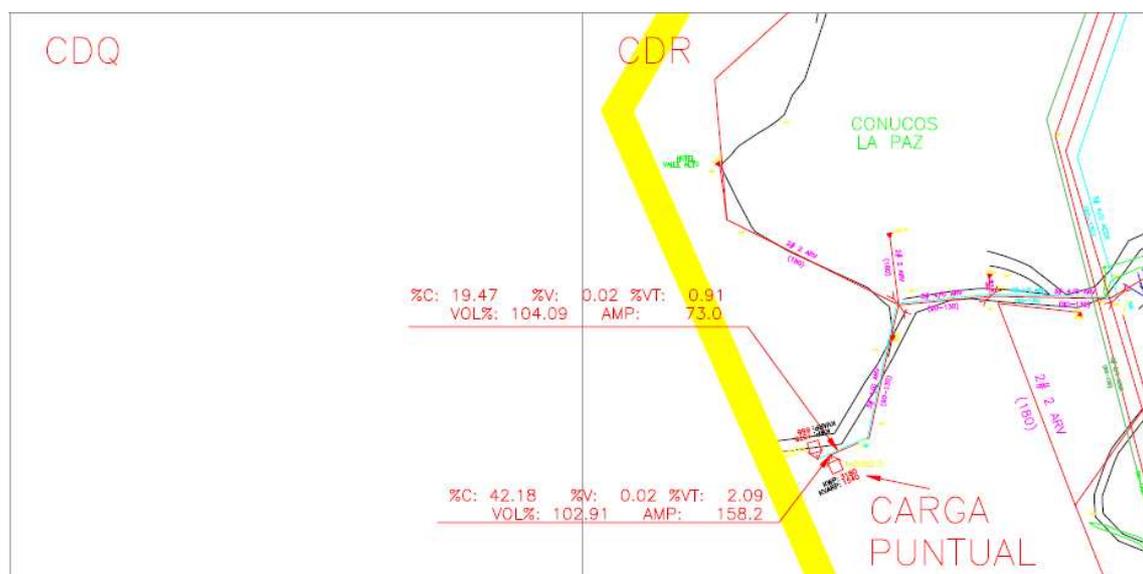
En los circuitos que alimentan carga fuera del área de influencia (poligonal) se recomienda hacer mediciones de la carga externa de manera que esta no sea tomada en cuenta en el estudio. En este sentido se fijaron los puntos de mediciones correspondientes, utilizando el software PADEE se obtiene la corriente fuera de la poligonal. (Ver figura 3.5 y tablas 3.7 y 3.8).

Aquellos circuitos con cargas importantes para la predicción, en el cual queda más del 60% de la carga fuera de la poligonal, que por razones de estudio es necesario incluir en la predicción, se representa como una carga puntual en la cuadrícula de salida del alimentador (para los dos años) (figura 3.6), además, es indispensable crear una mini-zonificación que represente el área de influencia del circuito y asignarla en la cuadrícula de salida (figura 3.7).



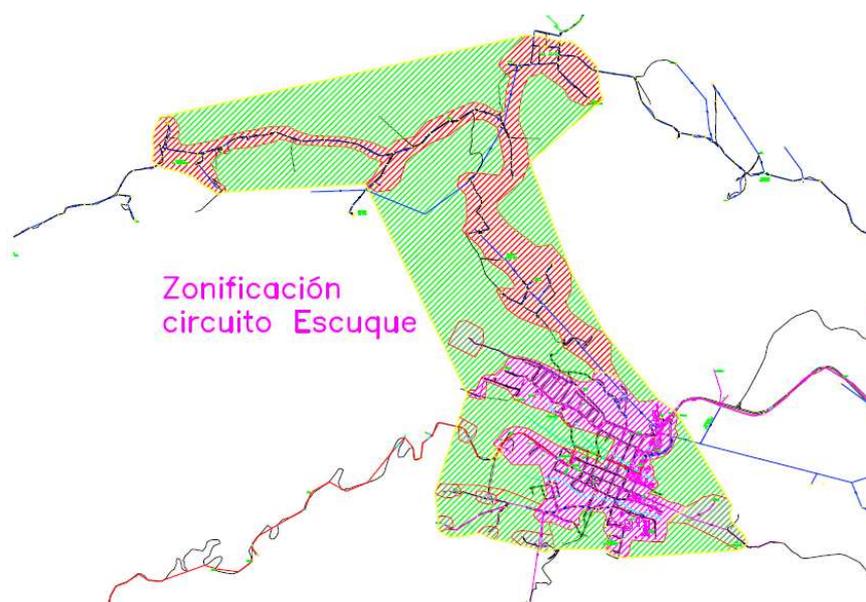
**Figura 3.5 Circuitos Fuera de la Poligonal (amarillo) Para el Año 2008 Las Palmas y Escuque**

En la figura 3.5 se observa una de las cuadrículas de salida de los circuitos donde se mide la demanda fuera de la poligonal siendo estas 73 A para Las Palmas y 163 A para Escuque respectivamente.



**Figura 3.6 Carga Puntual Para los Circuitos Las Palmas y Escuque**

En la figura 3.6 se muestra como los circuitos son sustituidos por cargas puntuales dando valores muy similares a los originales 73 A para Las Palmas y 158 A para Escuque con un error de 3.06%.



**Figura 3.7 Zonificación Circuito Escuque**

En la figura 3.7 se muestra la zonificación del circuito Escuque y en la tabla 3.6 el área correspondiente. Estos valores son insertados en la tabla 3.3 específicamente en la cuadrícula “CDR” que es donde se coloca la carga puntual.

De igual manera se realiza el mismo procedimiento para todos los circuitos que se incluyen en la predicción.

**Tabla 3.6 Área Correspondiente al Circuito Escuque**

<b>R1 (Ha)</b>	<b>R2 (Ha)</b>	<b>R3 (Ha)</b>	<b>R3C (Ha)</b>	<b>I (Ha)</b>	<b>UBI (Ha)</b>	<b>ZSC (Ha)</b>	<b>AV (Ha)</b>
127,11	0	0	134,11	0	25,36	407,16	0

**Tabla 3.7 Delimitación del Área de Influencia de los Circuitos. 2007**

<b>Circuito \ Año</b>	<b>Demanda máxima 2007 (A)</b>	<b>fuera 1 (A)</b>	<b>fuera 2 (A)</b>	<b>fuera 3 (A)</b>	<b>fuera 4 (A)</b>	<b>Fuera (%)</b>	<b>carga puntual (A)</b>	<b>Demanda máxima corregida (A)</b>	<b>CP (KVA)</b>
Valera I	131					0.00		131	0
Valera II	269					0.00		269	0
El Amparo	256	2.9	0.4	31.5		13.59		221	0
El Milagro	212					0.00		212	0
Motatán	168	2.9	2.5			3.21		163	0
Nudo Panamericano	140	21.2	50.3	16.6		64.79		52	0
Carvajal	210	5.9	4.9			5.14		199	0
Zona Industrial	221					0.00		221	0
Favianca	148					0.00		148	0
El Cumbe	239	134.9	6.6	1.8	4	61.63	134.9	227	3221
El Country	172	2.4	37.2			23.02		132	0
Las Acacias	208					0.00		208	0
La Cruz	257					0.00		257	0
Cementerio	142					0.00		142	0
Hospital	223					0.00		223	0
Hidroandes	165					0.00		165	0
Escuque	173	18.9	148			96.47	148	154	3533
Aminta	209					0.00		209	0
Floresta	150					0.00		150	0
La Palma	64	64				100.00	64	64	1528
Santo Domingo	248					0.00		248	0
Motatán II	217	41.5	2.6			20.32		173	0
<b>totales</b>	<b>6229</b>	<b>294.6</b>	<b>252.5</b>	<b>49.9</b>	<b>4</b>		<b>346.9</b>	<b>3968</b>	

**Tabla 3.8 Delimitación del Área de Influencia de los Circuitos 2008**

<b>Circuito \ Año</b>	<b>Demanda máxima 2008 (A)</b>	<b>fuera 1 (A)</b>	<b>fuera 2 (A)</b>	<b>fuera 3 (A)</b>	<b>fuera 4 (A)</b>	<b>Fuera (%)</b>	<b>carga puntual (A)</b>	<b>Demanda máxima corregida (A)</b>	<b>CP (KVA)</b>
Valera I	151					0.00		151	0
Valera II	307					0.00		307	0
El Amparo	272	3	0.5	33.6		13.64		235	0
El Milagro	225					0.00		225	0
Motatan I	202	3.5	3			3.22		196	0
Nudo Panamericano	164	24.8	59.1	19.5		64.76		61	0
Carvajal	232	6.8	5.7			5.39		220	0
Zona Industrial	241					0.00		241	0
Favianca	157					0.00		157	0
El Cumbe	253	145.3	6.9	1.9	4.2	62.57	145.3	240	3469
El Contry	186	2.5	40.3			23.01		143	0
Las Acacias	241					0.00		241	0
La Cruz	266					0.00		266	0
Cementerio	156					0.00		156	0
Hospital	236					0.00		236	0
Hidroandes	167					0.00		167	0
Escuque	190	20.6	163			96.63	163	169	3891
Aminta	216					0.00		216	0
Floresta	164					0.00		164	0
La Palma	73	73				100.00	73	73	1743
Santo Domingo	261					0.00		261	0
Motatan II	232	44.5	2.8			20.39		185	0
<b>totales</b>	<b>6600</b>	<b>324</b>	<b>281.3</b>	<b>55</b>	<b>4.2</b>		<b>381.3</b>		

<b>Carga total fuera de la poligonal</b>	664.50
<b>%Fuera total</b>	10.07
<b>Si se incluye cumbe, escuque y las palmas (%)</b>	4.29

En la tabla 3.8 se muestran las demandas que se encuentran fuera de la poligonal, en total son nueve circuitos con una carga de  $664,5 A$  que representa el 10% de la demanda total de estudio. Se deciden incluir los circuitos: El Cumbe, Escuque y Las Palmas principalmente por la carga porcentual que estos representan, por esta razón se reemplazan como una carga puntual en la cuadrícula de salida del circuito.

Al sustituir los circuitos por una carga puntual en la cuadrícula de salida y no se toma en cuenta la zonificación que esta representa, la ecuación (2.1) de la tangente hiperbólica arrojará un error, debido a que esta depende de la demanda de saturación. Lo que hace imprescindible representar el área del uso de los suelos que abarca el circuito fuera de la poligonal.

### **3.6 ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL POR SUSCRIPTOR (*MWH/SUS*)**

Para calcular el índice de consumo de energía anual por suscriptor se utiliza como fuente de información las planillas sus-50 (registro de ventas por oficina comercial mensual) que contiene el número de suscriptores por servicio y venta de energía por servicio (*KWH*) de las oficinas comerciales que cubren el área de interés. Para la ciudad de Valera se tomaron en cuenta cinco oficinas las cuales corresponden a: Valera I, Valera II, Carvajal, Escuque y Betijoque (ver tabla 3.9).

Se realiza un promedio mensual *KWH* por suscriptor de las oficinas comerciales dentro del área en estudio para los últimos 5 años y se clasifican según el tipo de consumidor (tabla 3.10 y 3.11). Con estos valores se realiza una proyección a través de mínimos cuadrados (tabla 3.12) para obtener el valor del índice de consumo de cada tipo de zonificación para el año horizonte 2009+25 (2034). Por último se lleva al promedio anual (ver tabla 3.13).

Tabla 3.9 Registro de Ventas por Oficina Comercial

PROMEDIO MENSUAL 2008	Valera 1		Valera 2		Carvajal		Escuque		Betijoque		TOTAL		
	SUS	KWH	SUS	KWH	SUS	KWH	SUS	KWH	SUS	KWH	SUS	KWH	KWH/ SUS
<b>RESID. SOCIAL</b>	5.958	1.050.116	8.230	1.395.865	3.268	620.470	1.965	304.846	2.068	354.938	21.490	3.726.236	173,4
<b>RESD. GRAL. 019</b>	175	136.796	112	110.268	84	64.359	24	14.751	15	12.114	410	338.288	825,09
<b>RESD. GRAL. 039</b>	50	38.535	28	18.100	19	12.665	10	4.780	2	715	109	74.796	684,63
<b>RESID. GRAL</b>	7.005	2.091.798	7.042	2.318.993	5.309	1.632.825	3.134	806.914	1.586	436.823	24.077	7.287.352	302,67
<b>RESID. ALTO CONSUMO</b>	1.170	833.992	2.395	2.061.333	663	489.466	211	152.446	130	87.306	4.569	3.624.544	793,26
<b>COMERCIAL</b>	2.278	2.136.836	1.781	1.667.195	453	267.824	210	155.323	162	118.201	4.884	4.345.378	889,81
<b>INDUSTRIAL</b>	46	62.103	17	29.801	26	54.568	5	5.851	11	15.239	104	167.562	1.607,30
<b>AGROPECUARIO</b>	3	36.940	5	37.257	4	4.955	11	60.616	14	17.872	37	157.640	4.213,10
<b>SUB- TOTAL</b>	16.686	6.387.116	19.611	7.638.811	9.825	3.147.132	5.570	1.505.527	3.989	1.043.209	55.680	19.721.796	354,2
<b>COMERCIAL " 00 "</b>	103	1.259.919	103	2.382.929	10	282.172	1	10.839			217	3.935.860	18.179,49
<b>INDUSTRIAL " 00 "</b>	16	1.440.123	4	83.344	3	60.106	0	0			23	1.583.572	69.607,55
<b>SUB- TOTAL</b>	119	2.700.042	106	2.466.273	13	342.278	1	10.839	0	0	239	5.519.431	23.069,72
<b>NACIONAL 10</b>	4	42.310	4	34.046	1	64.715	0	0	1	11.410	10	152.480	15.638,97
<b>ESTADAL 10</b>	13	157.167	3	20.420	0	0	5	663.320	0	0	21	840.907	41.019,87
<b>INST. AUTON. 10</b>	16	2.530.447	5	724.246	1	30.500	1	2.524	3	142.324	26	3.430.041	134.511,41
<b>SUB- TOTAL</b>	32	2.729.924	12	778.712	2	95.215	6	665.843	4	153.734	56	4.423.428	79.344,00
<b>NACIONAL 09</b>	62	131.464	41	86.980	19	20.825	16	26.726	9	9.404	147	275.398	1.879,85
<b>ESTADAL 09</b>	93	186.226	82	139.227	37	46.848	33	31.473	30	21.041	275	424.815	1.547,59
<b>INST. AUTON. 09</b>	19	77.262	22	36.418	3	5.667	7	6.625	2	4.273	53	130.245	2.457,44
<b>TARIFA 029</b>	8	61.517	6	56.485	4	7.357	1	2.528	1	1.943	20	129.829	6.491,44
<b>ALUMB. PUBLICO 09</b>	11	875.247	12	1.428.700	2	441.020	2	262.209	2	151.555	29	3.158.731	110.832,67
<b>DEPEN. MUN. 09</b>	42	248.976	30	38.814	10	52.091	27	56.018	26	45.407	135	441.304	3.268,92
<b>SUB- TOTAL</b>	234	1.580.691	193	1.786.623	75	573.807	86	385.579	70	233.622	658	4.560.322	6.935,85
<b>TOTAL</b>	17.070	13.397.773	19.922	12.670.419	9.915	4.158.432	5.663	2.567.788	4.062	1.430.566	56.632	34.224.977	604,34

**Tabla 3.10 Promedio Anual de las Oficinas Comerciales (2004, 2005, 2006)**

	2004			2005			2006		
	SUS	KWH	KWH/SUS	SUS	KWH	KWH/SUS	SUS	KWH	KWH/SUS
<b>RESID. SOCIAL</b>	23454,0	3651522,3	155,7	23025,9	3741246,5	162,5	20811,0	3502545,9	168,3
<b>RESID. R1</b>	19239,1	4902055,7	254,8	18817,2	5131593,8	272,7	22233,3	6073311,0	273,2
<b>RESID. R2</b>	3278,6	2207256,8	673,2	3551,3	2426504,1	683,3	3749,6	2742912,6	731,5
<b>RESID. R3</b>	4197,3	3576892,9	852,2	4228,8	3600528,9	851,4	4482,4	3814178,2	850,9
<b>COMERCIAL R3C</b>	881,5	7402291,8	8397,4	913,2	8481948,3	9288,5	962,9	8610597,7	8942,3
<b>INDUSTRIAL</b>	12,8	800147,3	62756,7	18,3	2141255,8	117329,1	20,8	1055871,4	50718,7
<b>ZONAS SIN CARGAS</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>51063</b>	<b>22540167</b>		<b>50555</b>	<b>25523077</b>		<b>52260</b>	<b>25799417</b>	

**Tabla 3.11 Promedio Anual de las Oficinas Comerciales (2007, 2008)**

	2007			2008		
	SUS	KWH	KWH/SUS	SUS	KWH	KWH/SUS
<b>RESID. SOCIAL</b>	22285,7	3690500,0	165,6	21489,5	3726236,1	173,4
<b>RESID. R1</b>	22208,0	6423150,3	289,2	24076,8	7287352,1	302,7
<b>RESID. R2</b>	3998,7	3156926,3	789,5	5088,4	4037627,5	793,5
<b>RESID. R3</b>	4662,2	3992910,7	856,4	4883,5	4345378,3	889,8
<b>COMERCIAL R3C</b>	999,8	9528716,5	9530,3	1044,9	10193585,5	9755,4
<b>INDUSTRIAL</b>	22,2	861484,8	38864,0	22,8	1583571,8	69607,5
<b>ZONAS SIN CARGAS</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>54177</b>	<b>27653689</b>		<b>56606</b>	<b>31173751</b>	

Con los datos de la tabla 3.11 se proyecta el índice de consumo (*KWH/sus*) al año horizonte (tabla 3.12). Para esto se extrapoló con la curva logarítmica (3.1) siendo la que mejor represento la tendencia.

$$Y = a + b * \ln(x) \quad (3.1)$$

$$a_0 = \frac{B * C - A * D}{N * C - A^2} \quad (3.2)$$

$$a_i = \frac{N * D - A * B}{N * C - A^2} \quad (3.3)$$

**Tabla 3.12 Proyección a través de Mínimos Cuadrados R1**

R1				
	X	Y (KWH/SUS)	X^2	X*Y
	1	254.80	1	254.80
	2	272.71	4	545.42
	3	273.16	9	819.49
	4	289.23	16	1156.91
	5	302.67	25	1513.35
Total	15	1392.57	55	4289.97
	A	B	C	D
	a0	244,84		
	a25	11,23		
	Y (2033)	280,97		

**Tabla 3.13 Índice de Consumo por Tipo de Zonificación**

	Índice de consumo mensual (KWH/Sus)	Índice de consumo anual (MWH/Sus)
RESID. R1	280,97	3,37
RESID. R2	741,79	8,90
RESID. R3	861,92	10,34
COMERCIAL R3C	9247,51	110,97
INDUSTRIAL	66437,68	797,25
UBI	165,94	1,99

### 3.7 DENSIDADES DE CARGA EN EL AÑO HORIZONTE POR TIPO DE SUSCRIPTORES

#### 3.7.1 Densidad de Carga para los Consumidores Residenciales

Se calcula la densidad de carga para los consumidores residenciales a través de la ecuación (2.2)

Para hallar la densidad de carga se requieren conocer:

*Fci* y *Fpi*: factores de carga y potencia típicos, estimados para los suscriptores de la zonificación *i*

*Mhab*: media habitacional estimada para el año horizonte en el área bajo estudio.

*Dpi*: densidad de población neta para la zonificación *i*

*Ni*: factor de ajuste de la densidad de carga promedio a cada zonificación.

Que se determinan de la siguiente manera:

- a) **Factores de carga y de potencia por zonificación** Para obtener los factores de carga y de potencia para cada una de las zonificaciones se procede a colocar el RPM (Reliable Power Meters), para realizar estas mediciones a través de la Coordinación de Transmisión de CADAFE en la tabla 3.14 se muestran los valores obtenidos para cada zonificación.

**Tabla 3.14 Factor de Carga y de Potencia de Cada Zonificación**

Zonificación	Factor de Carga	Factor de Potencia
R1	0,61	0,88
R2	0,63	0,91
R3	0,50	0,95
R3C	0,63	0,94
UBI	0,6	0,8
I	0,49	0,85

b) *Densidad de población neta y factor de ajuste de la densidad de carga promedio a cada zonificación* Tomando en consideración la tabla de nuevos desarrollos de DINFRA y ALCALDÍA se elabora la tabla 3.15 donde se indican los porcentajes de usos netos y el factor de ajuste de las zonificaciones definidas.

**Tabla 3.15 Densidad de Población Neta y Factor de Ajuste de la Densidad de Carga Promedio a cada Zonificación**

Zonificación	Densidad de población (Hab/Ha)		Media habitacional		Factor de ajuste
<b>R1</b>	0	210	0	5	2
<b>R2</b>	0	580	0	5	1
<b>R3</b>	0	1000	0	5	1
<b>R3C</b>	0	1000	0	5	
<b>UBI</b>	0	300	0	5	0,5
<b>I</b>	0	0	0	0	

En la tabla 3.16 se muestran los resultados de la densidad de carga para las zonas residenciales.

**Tabla 3.16 Densidad de Carga (R1, R2, R3 y UBI)**

RESIDENCIAL R1						DR1 (KVA/Ha)
Esr (KWH/Sus)	3.372	Mhab (Hab/Sus)	5.000	Dpi (Hab/Ha)	210	
Ni	2	Fci	0.610	Fpi	0.880	<b>60.23</b>
RESIDENCIAL R2						Dr2 (KVA/Ha)
Esr (KWH/Sus)	8.902	Mhab (Hab/Sus)	5.000	Dpi (Hab/Ha)	580	
Ni	1	Fci	0.630	Fpi	0.910	<b>205.61</b>
RESIDENCIAL R3						Dr3 (KVA/Ha)
Esr (KWH/Sus)	10.343	Mhab (Hab/Sus)	5.000	Dpi (Hab/Ha)	1000	
Ni	1	Fci	0.500	Fpi	0.950	<b>497.14</b>
UBI						Dubi (KVA/Ha)
Esr (KWH/Sus)	19.912	Mhab (Hab/Sus)	5.000	Dpi (Hab/Ha)	300	
Ni	0.5	Fci	0.500	Fpi	0.950	<b>49.82</b>

### 3.7.2 Densidad de Carga Comercial e Industrial

Para calcular la densidad de carga para los suscriptores comerciales e industriales se mide la capacidad total instalada (*kVA*) de la zona (comercial o industrial) y el tamaño del área que cubren los transformadores bajo la ecuación (2.3). En la tabla 3.17 se observan los resultados.

**Tabla 3.17 Densidad de Carga (Industrial y Comercial)**

INDUSTRIAL		
Dci	Capacidad	Área
347.98	12902.5	37.078

COMERCIAL		
Dcc	Capacidad	Área
715.25	16345	22.852185

### 3.8 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE SATURACIÓN POR CUADRÍCULA

Se calcula la demanda de saturación para cada una de las cuadrículas utilizando la densidad de carga y el área de cada zonificación por cuadrícula bajo la ecuación (2.4) (ver anexo B)

En la tabla 3.18 se observa parte del resultado.

**Tabla 3.18 Demanda de Saturación por Cuadrícula**

ZONIFICACIÓN			R1	R2	R3	R3C	I	UBI	ZSC	A.V	DEM SAT. (kVA)
DENSIDAD (kVA/Ha)			60,22	205,60	497,14	715,25	347,98	14,35	0,00	60,22	
X	Y	CUAD.	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(Ha)
D	C	A	14,74	4,85	0,00	0,41	0,00	0,00	4,99	0,00	2.180,064
D	C	B	0,27	3,82	0,00	13,21	0,00	0,00	7,69	0,00	10.252,226
D	C	C	0,00	1,92	0,00	4,41	0,00	3,73	14,95	0,00	3.599,773
D	C	D	2,25	5,82	0,00	0,00	0,00	6,84	10,09	0,00	1.430,313
D	C	E	5,68	12,15	0,00	0,00	0,00	0,00	7,17	0,00	2.840,727
D	C	F	0,30	5,54	0,00	17,78	0,00	0,00	1,38	0,00	13.876,405
D	C	G	0,00	7,20	0,00	2,68	0,00	0,00	15,13	0,00	3.394,631
D	C	H	0,09	20,08	0,00	0,00	0,00	0,00	4,83	0,00	4.134,903

### 3.9 ENTRADA DE DATOS EN EL SOFTWARE PADEE

Antes de cargar los datos en el software es necesario colocar una bancada de transformadores (sin conectar en la red y con una capacidad baja) en aquellas cuadrículas en donde no exista ninguna carga, de manera de identificar las microáreas para el cálculo de predicción de demanda a corto y mediano plazo, además, se representarán las cargas puntuales para lograr una mejor distribución de la demanda.

#### Programación PADEE

- Cargar los datos de los circuitos
- Identificar los circuitos
- Repartir carga
- Asignar carga (Para asignar carga se usa el control de demanda y se toma el valor máximo del año para los periodos 2007 y 2008)
- Analizar (resultados)

#### 3.9.1 Demanda por Cuadrícula

**Totalizar Carga:** Totaliza la demanda asignada a cada punto de transformación y genera un listado de cada una de las cuadrículas con su carga asociada.

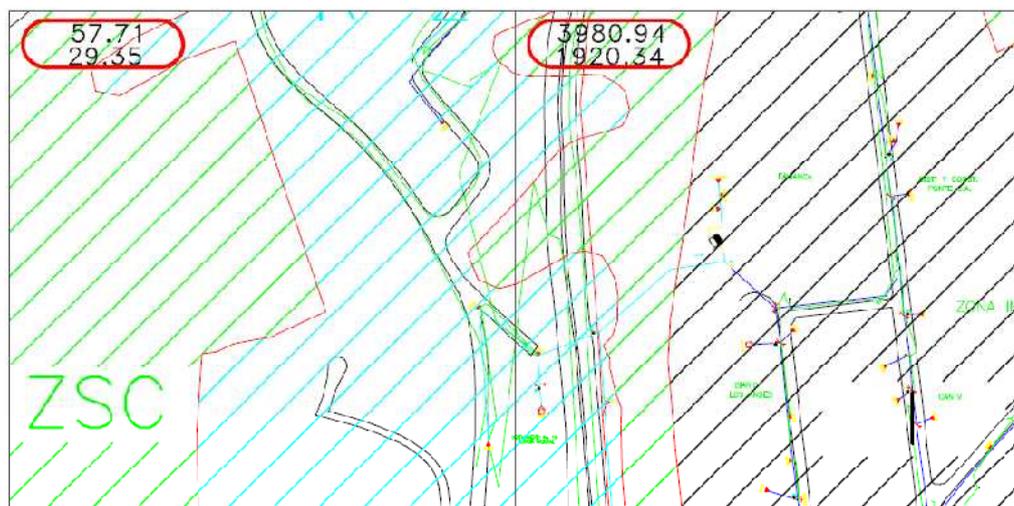
OPCIONES DE TOTALIZAR DEL PPDCM

Ciudad  Año  Alternativa

Coord. Pto de Inicio Sist. de Planos de AUTOCAD

### Figura 3.8 Módulo de Predicción de Demanda (PADEE)

El programa colocará óvalos en cada cuadrícula indicando los  $kW$  y  $kVAR$  totales de los transformadores que se encuentran dentro de la microárea, tal como se muestra en la figura 3.9.



**Figura 3.9 Carga total por cada Cuadrícula**

Este programa, además de los óvalos gráficos genera un archivo de nombre VA081kSAL.csv cuyo nombre corresponde a las dos primeras letras de la ciudad, las dos últimas cifras del año, la alternativa y la letra “k” de KVA y “S” de salida. Este archivo se puede abrir para realizar los cálculos pertinentes y así obtener una tendencia histórica.

Al abrir el archivo se deberán ver los totales de demanda por cuadrícula tal como se muestra en la figura 3.10. En la hoja de EXCEL la primera y segunda columna representan el plano de media tensión, la tercera columna la subcuadrícula o plano de baja tensión. Luego viene los  $kVA$  instalados,  $kW$  y  $kVAR$  de demanda totales de la subcuadrícula en las columnas “D”, “E” y “F” o cuarta, quinta y sexta columnas respectivamente.

	A	B	C	D	E	F
1	A	A	A	2307.5	342.88	266.12
2	A	A	B	240	71.83	55.74
3	A	A	C	1660	183.47	101.96
4	A	A	D	1032.5	122.76	71.23
5	A	A	E	2740	299.94	171.46
6	A	A	F	2577.5	1055.25	818.96
7	A	A	G	1500	899.55	670.13
8	A	A	H	1590	656.15	498
9	A	A	I	1072.5	492.24	371.39
10	A	A	J	362.5	61.79	41.94
11	A	A	K	40	10.24	7.94
12	A	A	L	165	67.55	52.43
13	A	A	M	4612.5	2744.7	2046.14
14	A	A	N	510	363.35	241.63

Figura 3.10 Totales de Demanda por Cuadrícula en Excel

### 3.10. CÁLCULO DE DEMANDA POR MICROÁREA UTILIZANDO EL MÉTODO DE LA TANGENTE HIPERBÓLICA

El crecimiento de la carga es simulado con la curva de la tangente hiperbólica ecuación (2.1) ingresando los valores de la demanda por cuadrícula 2007 y 2008 y con los valores de la demanda de saturación (ver anexo C)

Tabla 3.19 Demanda por Microárea a Corto y Mediano Plazo

EJE X	EJE Y	CUAD.	Demanda 2007 (kVA)	Demanda 2008 (kVA)	Dsat (kVA)	D(5años) (kVA)	D(10 años) (kVA)
D	C	A	556,4	579,3	2.180,1	702,5	838,1
D	C	B	5.404,2	5.669,4	10.252,2	6.926,5	7.977,1
D	C	C	219,4	236,7	3.599,8	343,3	490,9
D	C	D	187,8	187,8	1.430,3	187,8	187,8
D	C	E	838,5	840,5	2.840,7	851,0	861,5
D	C	F	1.046,8	1.187,6	13.876,4	2.175,2	3.741,8
D	C	G	207,1	210,0	3.394,6	225,0	240,9
D	C	H	860,3	860,3	4.134,9	860,3	860,3

En las cuadrículas donde actualmente no existe carga conectada, debe multiplicarse por el factor de crecimiento para así obtener demanda a corto y mediano plazo (ver tabla 3.20).

**Tabla 3.20 Totalizar Carga por Cuadrícula**

2007	2008	Dsat	D(5años)	D(10 años)
Dsat*0.007	Dsat*0.01			

**Ejemplo:** En la cuadrícula DEC actualmente no existe carga (ver figura 3.11) pero de acuerdo al plano de uso futuro de los suelos esta previsto (R2), el hecho que no tenga carga significa que la cuadrícula no tiene data historia para los años 2007 y 2008 lo cual lleva a la curva de la tangente hiperbólica a no arrojar ningún resultado. Para corregir esto se multiplica la demanda de saturación en el año horizonte por un factor muy pequeño (tabla 3.20) de manera que exista un crecimiento y obtener un valor de predicción a corto y mediano plazo.

**Figura 3.11 Cuadrícula DEC sin data Histórica**

### **3.11. INGRESAR PREDICCIÓN POR CIRCUITO PARA REALIZAR LAS RESPECTIVAS MODIFICACIONES A CORTO PLAZO**

Se calcula un factor de aporte (fa) por cada circuito con la data histórica del control de demanda, luego se multiplica con la demanda a corto plazo de todas las cuadrículas. Estos valores por circuito son las corrientes de predicción para el 2014.

$$f_a = \frac{D_{ci}}{D_{total}} \quad ; \text{ En donde } i=1, 2, 3, \dots, n \quad (8)$$

**Tabla 3.21 Predicción de Demanda a Corto Plazo**

Demanda 2014 (A)		12.382,8	6316,05				Predicción	%
Circuito \ Año	2004	2005	2006	2007	2008	$f_a$	2014 (A)	Crecimiento
Valera I	146	153	158	131	151	0,03	201,38	5,00%
Valera II	208	227	227	269	307	0,06	398,27	4,58%
El Amparo	242	275	289	256	272	0,06	370,52	5,32%
El Milagro	198	214	231	212	225	0,05	305,04	5,25%
Motatán	0	0	159	168	202	0,07	411,39	10,18%
Nudo Panamericano	158	188	221	140	164	0,04	225,01	5,42%
Carvajal	239	239	240	210	232	0,05	301,00	4,58%
Zona Industrial	188	190	212	221	241	0,05	320,40	4,96%
Favianca	165	187	156	148	157	0,03	204,26	4,63%
El Cumbe	170	169	215	239	253	0,05	345,46	5,35%
El Country	169	167	190	172	186	0,04	248,72	5,04%
Las Acacias	206	218	260	208	241	0,05	321,47	5,01%
La Cruz	160	166	256	257	266	0,06	379,41	5,98%
Cementerio	145	149	151	142	156	0,03	204,26	4,73%
Hospital	207	213	234	223	236	0,05	318,24	5,17%
Hidroandes	140	151	157	165	167	0,04	228,51	5,38%
Escuque	183	190	203	173	190	0,04	252,22	4,93%
Aminta	189	194	204	209	216	0,05	291,29	5,17%
Floresta	120	139	150	150	164	0,04	221,50	5,19%
La Palma	69	71	76	64	73	0,02	95,39	4,69%
Santo Domingo	202	208	219	248	261	0,06	349,23	5,05%
Motatán II	138	126	207	217	232	0,05	323,09	5,64%

### 3.12. REPARTIR LA CARGA CALCULADA POR CUADRÍCULA PARA EL MEDIANO PLAZO

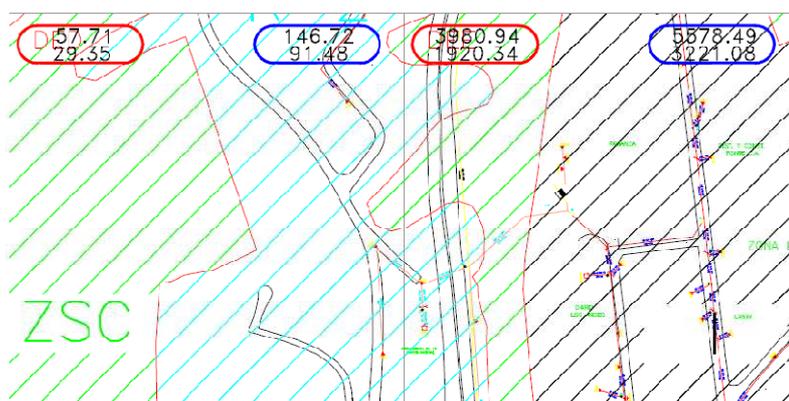
#### 3.12.1 Entrada de Carga

Esta opción realiza el proceso de totalizar la carga en forma inversa. Toma de un archivo de texto (VA081kENT.csv) la carga o demanda de cada una de las cuadrículas y las incorpora proporcionalmente a la capacidad instalada de los transformadores de distribución existentes dentro de cada una de las cuadrículas (ver figura 3.13).

Para realizar esta actividad se cargan los datos de predicción del 2019 (ver tabla 3.19), en el archivo VA081kSAL.csv creado por el TOTALCAR y se cambia la extensión de salida (SAL) a entrada (ENT) quedando de la siguiente forma VA081kENT.csv.

Se presiona el botón de Entrada de Carga (figura 3.12). Este botón coloca los nuevos óvalos sobre las cuadrículas y la nueva carga sobre los transformadores tal como lo muestra la figura 3.13.

**Figura 3.12 Módulo de Predicción de Demanda**



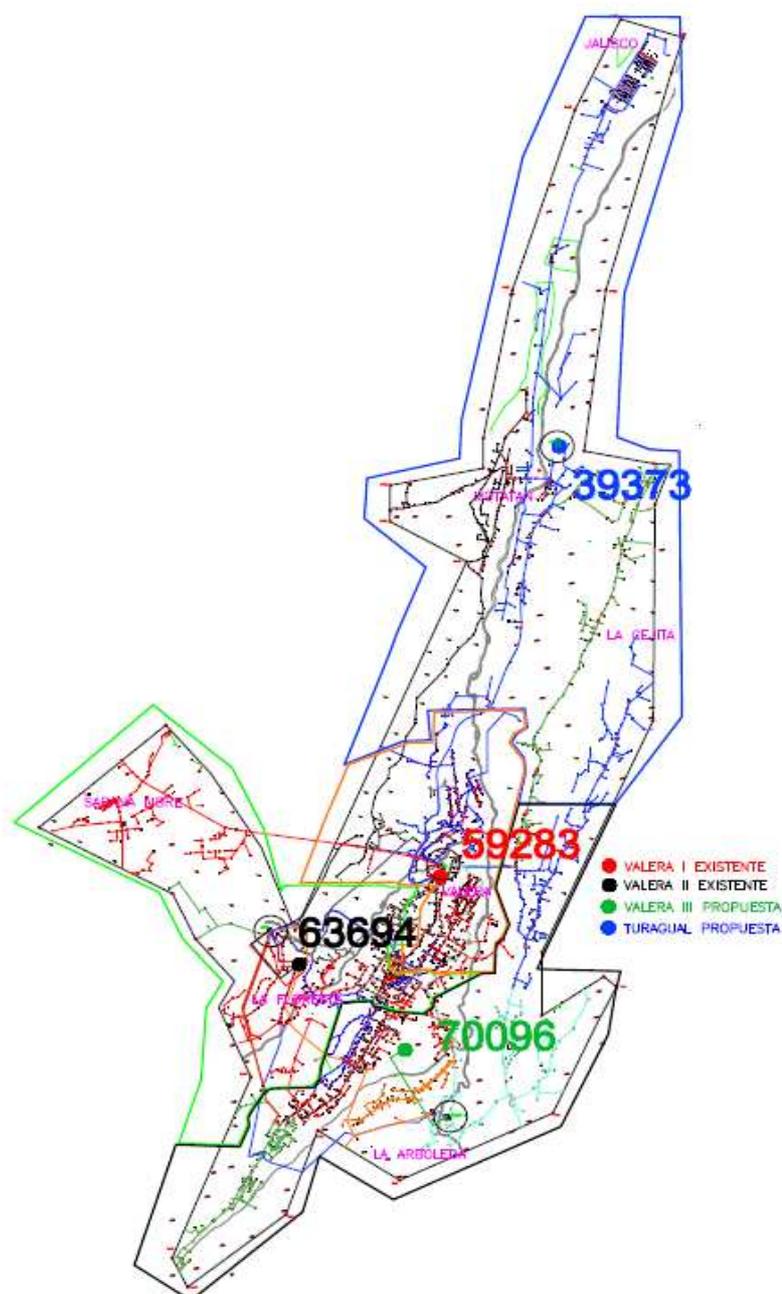
**Figura 3.13 Entrada de Carga por Cuadrícula**

### **3.13 CÁLCULO DE PREDICCIÓN A MEDIANO PLAZO (UBICACIÓN DE LAS NUEVAS SUBESTACIONES)**



Luego se va recortando la poligonal de manera de quitar los circuitos más alejados quedando a criterio del planificador sustraer la carga conveniente a la subestación, hasta poder obtener una carga por debajo de la capacidad de la subestación.

En la figura 3.15 se observa la división del área de influencia propuesta para cada una de las subestaciones (tabla 3.22)



**Figura 3.15 Ubicación de Centro de Carga**

**Tabla 3.22 Crecimiento Interanual**

S/E	Capacidad (MVA)	Presente (MVA)	Mediano (MVA)	% crecimiento anual
Valera I	66	62.39	118.43	4.73%
Valera II	72	70.86	97.51	2.37%

En la tabla 3.22 se observa los resultados de predicción a mediano plazo por cada subestación se puede notar como en el sistema presente se tiene una demanda de *62.39 MVA* para Valera I y *70.86 MVA* para Valera II, valores muy cercanos a la capacidad de las subestaciones y para mediano plazo las demandas superan las capacidades de los transformadores lo que conlleva a la construcción urgente de nuevas subestaciones en la ciudad de Valera.

# **CAPÍTULO IV**

## **SISTEMA PROPUESTO**

### **4.1 PLANIFICACIÓN A MEDIANO PLAZO**

El objeto principal de este capítulo es proponer alternativas que nos sirvan de soporte para elaborar el plan a mediano plazo para la ciudad de Valera. Para este se ubicarán y dimensionarán las nuevas subestaciones, así como también se diagnosticarán las ampliaciones de las existentes. Tomando en consideración los criterios mencionados en el capítulo I.

### **4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL PARA EL PLAN A MEDIANO PLAZO PARA VALERA**

Se procede a la configuración del plan de expansión de la ciudad de Valera. Tomando como base los resultados obtenidos de la predicción de demanda por microáreas a mediano plazo, utilizando el método de proyección histórica y uso de la tierra.

### **4.3 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Tomando como base los criterios de dimensionamiento y localización de subestaciones se propondrá varios esquemas que sean capaces de abastecer la demanda a mediano plazo de una manera confiable. En dichos esquemas se plantea la construcción de nuevas subestaciones.

A mediano plazo los circuitos de ambas subestaciones sufren un crecimiento importante. Valera I se eleva a *118.43 MVA* y Valera II a *97.51 MVA* quedando por encima de la capacidad de las subestaciones que son *66* y *72 MVA* respectivamente.

### 4.3.1 Alternativa

Se estudiará la alternativa, en la cual se considera las subestaciones siguientes:

- Valera I (La Plata), existente con  $1x 30 MVA + 1x36 MVA 115/13.8 kV 66 MVA$
- Valera II, existente con  $1x 16 MVA + 1x36 MVA + 1 x 20 115/13.8 kV 72 MVA$
- Valera III, propuesta con  $2x36 MVA 115/13.8 kV 72 MVA$
- Coco Frio, Propuesta con  $2x36 MVA 115/13.8 kV 72 MVA$

A continuación se describe las características de las subestaciones, con su respectiva área de influencia.

### 4.3.2 Subestación Valera I (La Plata)

Es una subestación existente y el esquema actual es a nivel de tensión  $115/13.8kV$ ,  $30 MVA + 1x36 MVA$  y a nivel de tensión  $115/34.5kV 1 x 30 MVA$  (Tabla 4.1).

Se encuentra ubicada en la ciudad de Valera, urbanización Miranda (plata II). Su área de influencia actual la compone el área urbana de Valera, Motatán, la Quebrada, El Amparo, Sabana Libre, Zona industrial de Valera y Carvajal.

**Tabla 4.1. Transferencias de Circuitos Valera I**

Circuitos Actuales	Circuitos Transferidos	Circuitos en S/E a mediano plazo
El Milagro	El Amparo(coco frio)	El Milagro
Valera II	Motatán (coco frio)	Valera II
El Amparo	El Cumbe (Valera III)	Zona Industrial
Zona Industrial	Carvajal (parte de la carga a Valera III y la otra a coco frio)	Nudo Panamericano
Motatán		Favianca

Circuitos Actuales	Circuitos Transferidos	Circuitos en S/E a mediano plazo
Nudo Panamericano		Valera I
Favianca		
Valera I		
El cumbe		
Carvajal		

Los resultados de la predicción de demanda indica que la S/E Valera I presenta una demanda a mediano plazo de 118.43 MVA (valor que sobrepasa la capacidad de la S/E) al transferir los circuitos a las nuevas subestaciones su demanda sería de 59.2 MVA (ver figura 3.9)

Como se puede observar en la tabla 4.1 de llevarse a cabo esta alternativa la subestación Valera I tendrá cuatro circuitos de reserva, que sirve para la expansión de la misma permitiendo mayor confiabilidad del sistema.

#### 4.3.3 Subestación Valera II

Es una subestación existente y el esquema actual es a nivel de tensión 115/13.8kV, 1x36 MVA+1x16 MVA+1x20 MVA y a nivel de tensión 115/34.5kV 2 x 30 MVA (tabla4.2)

Se encuentra ubicada en la ciudad de Valera, urbanización la Floresta. Su área de influencia actual es urb. La floresta, Buenos aires, San Antonio, Sta Elena, La Cabaña, el Country, la Haciendita, Escuque y la Puerta.

**Tabla 4.2. Transferencias de Circuitos Valera II**

<b>Circuitos Actuales</b>	<b>Circuitos Transferidos</b>	<b>Circuitos en S/E a mediano plazo</b>
El Country	El Country (parte de la carga a Valera III)	La Cruz
Las Acacias	Las Acacias (parte de la carga a Valera III)	Hospital
Hidroandes	Hidroandes (Valera III)	La Floresta
La Cruz	Aminta (Valera III)	Santo Domingo
Hospital	Motatán II (coco frío)	Cementerio
Motatán II		Las Palmas
Aminta		Escuque
La Floresta		El Country
Santo Domingo		Las Acacias
Cementerio		
Las Palmas		
Escuque		

Los resultados de la predicción de demanda indica que la S/E Valera I presenta una demanda a mediano plazo de 97.5 MVA (valor que sobrepasa la capacidad de la S/E) al transferir los circuitos a las nuevas subestaciones su demanda sería de 63.6 MVA.

#### **4.3.4 Subestación Valera III**

Es una subestación planificada con un nivel de tensión 115/13.8kV, 2x36 MVA. Se encuentra ubicada en la ciudad de Valera, urbanización la Beatriz. Su área de influencia sería la Quebrada, urb la Beatriz, Las Acacias, la Esperanza, el Country. Los circuitos a transferir se muestran en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3 Circuitos Transferidos a Mediano Plazo**

<b>Circuitos a mediano plazo</b>
El Cumbe
Carvajal (parte de la carga)
El Country (parte de la carga)
Las Acacias (parte de la carga)
Hidroandes
Aminta

#### 4.3.5 Subestación Coco Frío

Es una subestación planificada con un nivel de tensión  $115/34.5/13.8kV$ ,  $2x36 MVA$  en  $13.8 kV$  y  $2x36 MVA$  en  $34.5 kV$ .

Se encuentra ubicada en el Sector San José del Turagual, Parroquia José Leonardo Suárez, Municipio San Rafael de Carvajal .Su área de influencia sería los Municipios San Rafael de Carvajal y Motatán. Los circuitos a transferir se muestran en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4 Circuitos Transferidos a Mediano Plazo**

<b>Circuitos a mediano plazo</b>
El Amparo
Motatán
Carvajal (parte de la carga)
Motatán II

#### **4.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A CORTO PLAZO**

El objetivo principal es plantear una descripción general del plan a corto plazo, para los sistemas de distribución de la ciudad de Valera. Esta descripción comprende: La ubicación y características de las subestaciones que conforman el sistema de la ciudad estudiada, los diagramas unifilares de las subestaciones, sistema de subtransmisión, ruta de los circuitos de distribución, demanda y máxima caída de tensión de los mismos.

#### **4.5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN Y SUBESTACIONES A CORTO PLAZO**

Las subestaciones que abastecerán el sistema a corto plazo en subtransmisión y distribución para la ciudad de Valera son las siguientes:

- Subestación Valera I (*115/34.5/13.8 kV*) Existente
- Subestación Valera II (*115/34.5/13.8 kV*) Existente
- Subestación Valera III (*115/13.8 kV*) Propuesta
- Subestación Coco Frío (*115/13.8 kV*) Propuesta

##### **4.5.1 Subestación Valera I (La Plata)**

Es una subestación existente y el esquema actual es a nivel de tensión 115/13.8kV, 30 MVA+1x36 MVA y a nivel de tensión 115/34.5kV 1 x 30 MVA. Su diagrama unifilar a mediano plazo se muestra en la figura 4.7.

##### **4.5.2 Subestación Valera II**

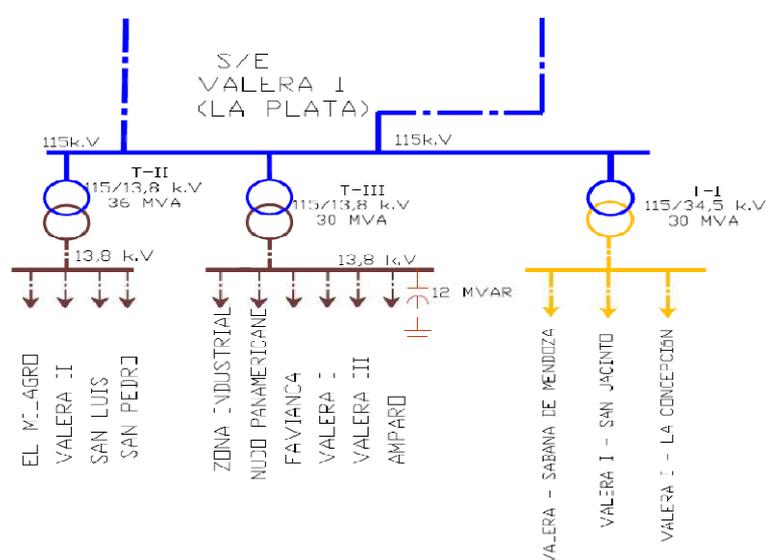
Es una subestación existente y el esquema actual es a nivel de tensión 115/13.8kV, 1x36 MVA+1x16 MVA+1x20 MVA y a nivel de tensión 115/34.5kV 2 x 30 MVA. Su diagrama unifilar a mediano plazo se muestra en la figura 4.8.

#### 4.5.3 Subestación Valera III

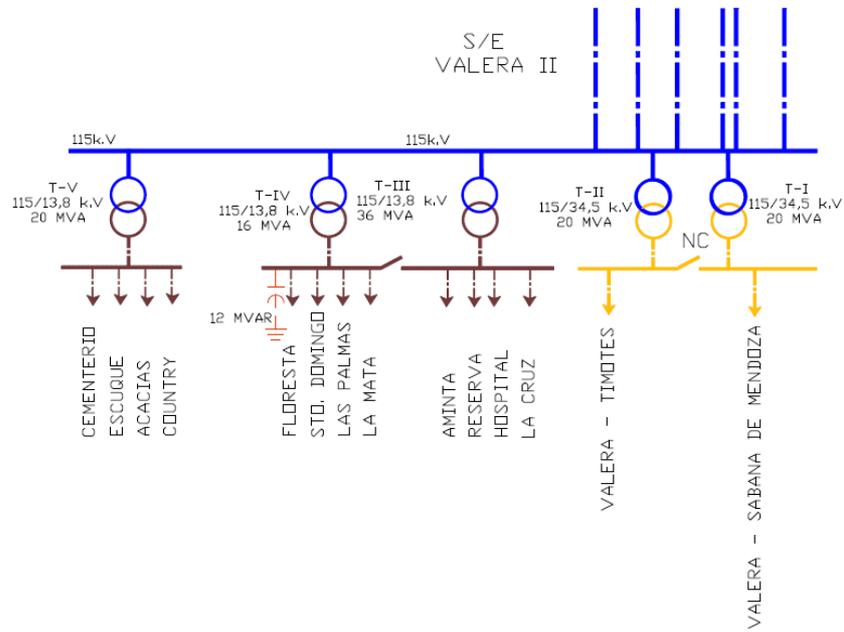
Es una subestación planificada con un nivel de tensión 115/13.8kV, 2x36 MVA. Su diagrama unifilar a mediano plazo se muestra en la figura 4.9.

#### 4.5.4 Subestación Coco Frío

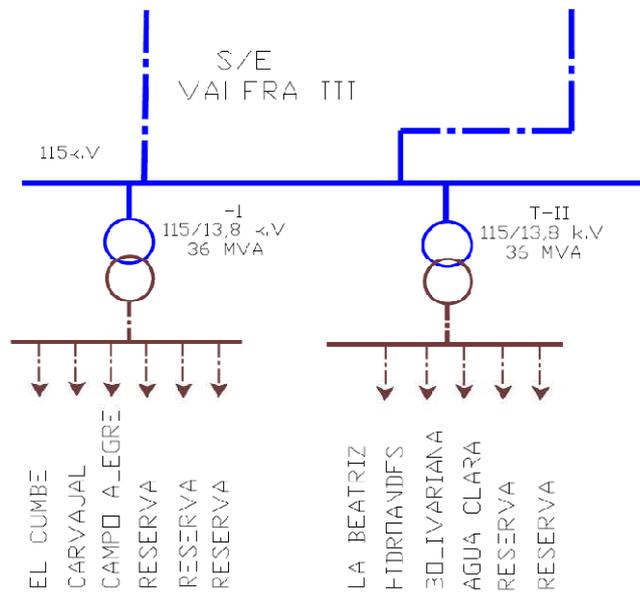
Es una subestación planificada con un nivel de tensión 115/34.5/13.8kV, 2x36 MVA en 13.8 y 2x36 MVA en 34.5 kV. Su diagrama unifilar a mediano plazo se muestra en la figura 4.10.



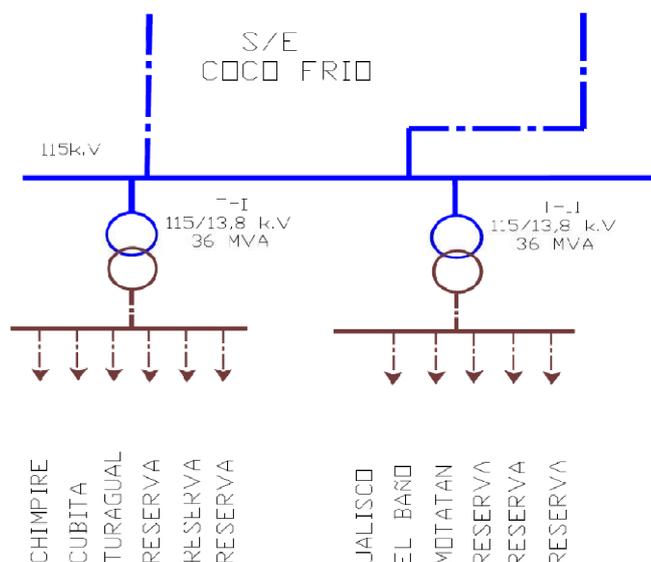
**Figura 4.1 Diagrama Unifilar Valera I.**



**Figura 4.2 Diagrama Unifilar Valera II.**



**Figura 4.3 Diagrama Unifilar Valera III.**



**Figura 4.4 Diagrama Unifilar Coco Frío.**

#### 4.6 ANÁLISIS OPERATIVO DEL SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO

En caso de falla de cualquiera de los innumerables elementos que conforman un sistema de distribución, este debe estar en capacidad de abastecer un alto porcentaje de la carga, lo cual se denomina diseño para la operación de emergencia, y tiene como objetivo determinar un esquema para el sistema más apropiado para minimizar las interrupciones del servicio.

#### 4.7 PROPUESTAS A CORTO PLAZO DE LA CIUDAD DE VALERA

Con los resultados obtenidos en la predicción de demanda a corto plazo (tabla 3.21) se efectúa el análisis de los circuitos en la ciudad de Valera. Realizando una serie de propuesta que a continuación se mencionan

#### 4.8 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN VALERA I (LA PLATA)

#### **4.8.1 Circuito Zona Industrial**

Es un circuito existente de tipo industrial que sufre una división con el nuevo circuito San Luis que recibe toda la carga residencial. El circuito Zona Industrial transfiere el 48,8 % de la carga.

- Para dividir este circuito con el circuito San Luis se debe abrir seccionador en el sector Los Manguitos detrás de la comercializadora Santa Bárbara.

#### **4.8.2 Circuito San Luis**

Es un circuito nuevo de tipo residencial urbano que toma su salida de la reserva que deja el circuito Motatán I recibe el 48,8% del circuito Zona Industrial y el 6% de Motatán I y alimentará los sectores San Luis parte alta, San Luis parte baja Santa Cruz, Urb. San Rafael, Los Manguitos, Av. Las Ferias, Polideportivo Luis Loreto Lira.

- Para dividir este circuito con Zona Industrial se debe abrir seccionador en el sector Los Manguitos detrás de la comercializadora Santa Bárbara.
- Abrir seccionadores frente al restaurant la Ganadera y diagonal a Mapreca en el eje vial.

#### **4.8.3 Circuito Favianca**

Es un circuito existente exclusivo a la empresa Favianca. No sufre modificaciones ya que entra en los parámetros de confiabilidad ver tabla 4.5.

#### **4.8.4 Circuito Valera I**

Este circuito es Residencial-Comercial urbano, alimenta los sectores Plata I, Plata III, Plata IV. Se propone cambio de conductor 1/0 ARV a 4/0 ARV para bajar la sobre carga

específicamente en la Av. Santa Bárbara entrada Urb. Plata II hasta Urb. Plata III aproximadamente *0.6 Km.* de línea y alimenta los sectores Santa Bárbara, Urb. Plata III, parte de la Urb. Plata IV y Plata I.

#### **4.8.5 Circuito San Pedro**

Es un circuito nuevo residencial rural-urbano que surge de la división del circuito El Milagro. Toma como salida el circuito El Cumbe, recibe 67.1% de la carga del Milagro y 40% del circuito La Cruz y alimenta los sectores San Pedro, Plaza Sucre.

- Conexión con el circuito El Milagro sector Bella Vista Av. Circunvalación (Punto Mérida).
- Cambio de conductor de 2 CU a 4/0 ARV desde la calle 14 con Av. 4 hasta la Av. 8, con un aproximado de *0.3 Km.* de línea.
- Cambio de conductor de 1/0 CU a 4/0 ARV desde la Av.6 entre calle 14 hasta la calle 12, con un aproximado de *0.2 Km.* de línea.
- Cerrar seccionadores en la Av. 6 entre calle 11 y 12, y abrir en Av. 6 con calle 7.

#### **4.8.6 Circuito Valera III**

Es un circuito nuevo residencial-comercial urbano que surge de la división del circuito Valera II. Toma como salida el circuito Carvajal, recibe 23,7% de la carga de Valera II y 31,8% del circuito Hospital.

- Construcción de línea con conductor 4/0 ARV desde la Plata II hasta la calle 6 con Av. 6, con un aproximado de *2 Km.* de línea.
- Conexión con el circuito Valera II en la Av. 10 con calle 6 y abrir seccionadores en la Av. 6 con calle siete.

- Toma carga del circuito Hospital cerrando seccionador en Av. 11 entre calles 7 y 8 y se abren en la Av. 11 entre calles 9 y 10.

#### **4.8.7 Circuito El Amparo**

Este circuito es residencial urbano. Transfiere el 48% de su carga al nuevo circuito Chimpire (Coco Frío) recibe 9,57% de Valera II.

- División con el circuito Chimpire, abriendo seccionadores en el sector la Hollada después de la entrada al aeropuerto.
- Toma carga de Valera II abriendo seccionadores en la Urb. La Plata II en la entrada a la subestación La Plata y cerrar enlace Amparo-Valera II.

#### **4.8.8 Circuito Valera II**

Este circuito es residencial-Comercial urbano transfiere 23,7% de su carga al circuito Valera III.

- División con el circuito Valera III, abriendo seccionadores en la calle 6 con Av. 10
- Cambio de conductor 4/0 ARV a 336 ASCR de la subestación hasta la entrada de Plata II, con un aproximado de 0,4 Km. de línea

#### **4.8.9 Circuito El Milagro**

Este circuito es residencial urbano transfiere 67,10% de su carga al circuito San Pedro

- División con el circuito San Pedro, abriendo seccionadores en el sector Bella Vista diagonal a la casa sindical.

#### **4.8.10 Circuito Nudo Panamericano**

Es un circuito residencial rural. Alimenta los sectores El Pencil, Sabana Libre, San Juan de Isnotú, Las Cruces de San Juan. Transfiere el 21,42% de su carga al circuito Isnotú.

- Abrir seccionadores en el sector San Juan de Isnotú.

## **4.9 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN VALERA II**

### **4.9.1 Circuito Las Acacias**

Este circuito es residencial-Comercial urbano transfiere 51,4% de su carga al circuito Bolivariana.

- Para dividir este circuito con La Bolivariana se debe abrir seccionador en la calle 21 con Av.6

### **4.9.2 Circuito El Country**

Este circuito es residencial-Comercial urbano transfiere 47,17% de su carga al Agua Clara.

- Para dividir este circuito con Agua Clara se debe abrir seccionador al final de la Av. Bolívar frente a terrazas el Country.

### **4.9.3 Circuito Escuque**

Este circuito es residencial rural transfiere 36,11% de su carga al circuito La Mata.

- Para transferir carga al circuito La Mata se crea un punto de seccionamiento antes de la parada Conucos La Paz
- Se transfiere carga cerrando seccionadores en Quevedo y abriendo corta corrientes en la entrada de Escuque.

#### **4.9.4 Circuito Las Palmas**

Este circuito es exclusivo para alimentar el acueducto Las Palmas en Escuque No sufre modificaciones ya que entra en los parámetros de confiabilidad ver tabla 4.5.

#### **4.9.5 Circuito La Mata**

Es un circuito nuevo de tipo residencial rural que surge de la división del circuito Escuque. Toma la salida del circuito Hidroandes, recibe el 24,2% de Escuque.

- Para división con el circuito Escuque, se crea un punto de seccionamiento antes de la parada Conucos La Paz
- Se cierran seccionadores en Quevedo y se abren corta corrientes en la entrada de Escuque.
- Construcción de una subestación reguladora de tensión después de la Mata vía Quevedo, lo cual mejoraría los perfiles de tensión a un 4.22%.

#### **4.9.6 Circuito El Cementerio**

Es un circuito residencial urbano. No sufre modificaciones ya que entra en los parámetros de confiabilidad ver tabla 4.5.

#### **4.9.7 Circuito Aminta**

Es un circuito residencial urbano que transfiere 94,41% de su carga al circuito La Beatriz y recibe 43,4% del circuito Santo Domingo.

- Para dividir el circuito con La Beatriz se cierra seccionadores en la calle 23 diagonal al hotel plaza.
- Conexión con el circuito Santo Domingo en la calle 23 con Av. 6 frente al Instituto Médico Valera.

#### **4.9.8 Circuito Santo Domingo**

Es un circuito residencial urbano con problemas de caída de tensión 7.05% y sobre carga de 92,79% a mediano plazo ver tabla 4.5. Se propone transferir el 43,67% de carga al circuito Aminta, mejorando sus perfiles ver tabla 4.8.

- Conexión con el circuito Aminta en la calle 23 con Av. 6 frente al Instituto Médico Valera.

#### **4.9.9 Circuito La Floresta**

Es un circuito residencial urbano. No sufre modificaciones ya que entra en los parámetros de confiabilidad ver tabla 4.5.

#### **4.9.10 Circuito Hospital**

Es un circuito residencial-Comercial urbano que transfiere 31,8% de su carga al circuito Valera III.

- Transfiere carga al circuito Valera III cerrando seccionador en Av. 11 entre calles 7 y 8 y se abren en la Av. 11 entre calles 9 y 10.

#### **4.9.11 Circuito La Cruz**

Es un circuito residencial-Comercial urbano que transfiere 40% de su carga al circuito nuevo San Pedro.

- Cerrar seccionadores en la Av. 6 entre calle 11 y 12, y abrir en Av. 6 con calle 7.

### **4.10 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN VALERA III**

#### **4.10.1 Circuito El Cumbe**

Es un circuito netamente rural, que actualmente es alimentado por la Subestación Valera I y alimenta los sectores de la arboleda, la Cabecera de Carvajal, San Jenaro, Quebrada de Cuevas, La Quebrada, Lomas del medio y Cabimbú. Al transferirlo a la S/E Valera III, sufre una división con el circuito Carvajal; específicamente los sectores San Genaro, Alto de la cruz, Corozo y filo de Carvajal se transfieren a este circuito, con el fin de obtener una mayor flexibilidad al sistema.

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la Urb. Caminos de Carvajal, con un aproximado de *0.13 Km* de línea abriendo seccionador en la calle 8 frente al estadio olímpico
- Para transferir la carga al circuito Carvajal se abre seccionador en la Urb. Caminos de Carvajal después de la subestación Valera III.

#### **4.10.2 Circuito Carvajal**

Este circuito es urbano que actualmente es alimentado por la Subestación Valera I y alimenta los sectores de La Horqueta, Carvajal, Campo Alegre. Al transferirlo a la S/E Valera III se divide asignándole el 70 % de su carga al nuevo circuito Campo Alegre; como la mayor parte de este circuito es transferido, se le asigna parte de la carga del Cumbe específicamente los sectores San Jenaro, Alto de la cruz, Corozo y filo de Carvajal.

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la Urb. Caminos de Carvajal, con un aproximado de *0,21 Km.* de línea abriendo seccionador en la Urb. Caminos de Carvajal después de la subestación Valera III y colocar seccionador en el amparo diagonal al centro comercial Vista Park.
- Para recibir carga del circuito Carvajal se abre seccionador en la Urb. Caminos de Carvajal después de la subestación Valera III y se cierra seccionadores en enlace Carvajal-El Cumbe
- Para dividir el circuito Carvajal con el nuevo circuito Campo Alegre se abren el seccionadores ubicados en la calle principal de Campo Alegre diagonal a la bloquera San Rafael y en la Av. El Limón con callejón Buenos Aires.

#### **4.10.3 Circuito Campo Alegre**

Es un circuito nuevo netamente urbano que recibe el 70 % de la carga de Carvajal que alimentará los sectores de la Horqueta, Campo Alegre, Santa Rita.

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR en doble terna con el circuito Carvajal de la subestación hasta la calle principal de Campo Alegre diagonal a la bloquera San Rafael, con un aproximado de *4,24 Km.* de línea.
- Abrir seccionador en la Av. El Limón con callejón Buenos Aires y en Campo Alegre después de la empresa KELL

#### **4.10.4 Circuito Bolivariana**

Es un circuito nuevo netamente urbano que recibe 51.4 % de la carga de Las Acacias que alimentará gran parte del centro de la ciudad, desde la calle 21 a la 17 entre Av. Bolivar y 6.

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la Av. Bolivariana con calle 21, con un aproximado de *3 Km.* de línea.
- Para dividir este circuito con Las Acacias se debe abrir seccionador en la calle 21 con Av.6

#### **4.10.5 Circuito Agua Clara**

Es un circuito nuevo rural-urbano que recibe 47.17 % de la carga de el Country que alimentará los sectores Auto Rancho, Agua Clara, Carmania y San Isidro.

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la planta de tratamiento Hidroandes, con un aproximado de *1 Km.* de línea. Se abre seccionador en la planta de tratamiento Hidroandes.
- Para dividir este circuito con El Country se debe abrir seccionador al final de la Av. Bolívar frente a terrazas el Country.

#### **4.10.6 Circuito La Beatriz**

Este circuito es residencial urbano que actualmente es alimentado por la Sub estación Valera II y alimenta los sectores de Urb. La Beatriz y Caja de Agua. Recibe el 94,15% del circuito Aminta. Bajando la caída de tensión ya que recorta la longitud del circuito.

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la planta de tratamiento Hidroandes, con un aproximado de *1,1 Km.* de línea.
- Se abre seccionador en la Urb. La Beatriz frente al colegio de contadores y se cierra en la calle 23 diagonal al hotel plaza. Asimismo se cierra corta corriente frente al bloque 23.

#### **4.10.7 Circuito Hidroandes**

Este circuito es exclusivo para Hidroandes, actualmente es alimentado por la Sub estación Valera II .Se transfiere completamente a la S/E Valera III bajando la caída de tensión ya que recorta la longitud del circuito.

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la planta de tratamiento Hidroandes, con un aproximado de *0,89 Km* de línea.
- Cerrar seccionadores en el enlace Hidroandes-Cumbe y montar seccionadores NA entre Hidroandes-Cumbe detrás del bloque 11.

### **4.11 SISTEMA PROPUESTO A CORTO PLAZO DE LA SUBESTACIÓN COCO FRÍO**

#### **4.11.1 Circuito Chimpire**

Es un circuito nuevo rural-urbano que nace de la división del circuito el Amparo recibiendo 48% de la carga, que alimentará los sectores (Chimpire, Pie de Sabana, La Cejita, La Hoyada, Urb. Santa Ana, parte del Turagual).

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta el distribuidor Turagual, con un aproximado de *1.4 Km.* de línea.
- Para dividir el circuito es necesario abrir seccionador en la Hoyada específicamente después del aeropuerto frente al auto lavado la iguana.

#### **4.11.2 Circuito Cubita**

Es un circuito nuevo rural-urbano que recibe 8.81% de la carga del Amparo y 25% de la carga de Carvajal que alimentará los sectores (Cubita, Mesas de Chimpire, Coco Frio, La mesa de Chipuem).

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta Cubita, con un aproximado de *7.8 Km.* de línea.
- Toma carga del Amparo abriendo seccionador en la entrada de la Meseta de chimpire.
- Toma carga de Carvajal abriendo seccionador en Campo Alegre después de la empresa KELL

#### **4.11.3 Circuito El Turagual**

Es un circuito nuevo rural-urbano que recibe 32.6% de la carga de Motatán I, que alimentará los sectores (El Turagual, Brisas el Araguañey, Mirabel, Eje Vial).

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la vía principal del Turagual, con un aproximado de *0.8 Km.* de línea.
- Conexión con Motatán I en el distribuidor el Turagual.

- Toma carga de Motatán I abriendo seccionadores en el eje vial diagonal a MAPRECA, también en el sector Gira Luna diagonal a la prefectura y en el barrio Alberto Ravell frente a estadio de Motatán.

#### **4.11.4 Circuito Jalisco**

Es un circuito nuevo rural-urbano que recibe 53.7% de la carga de Motatán I, que alimentará los sectores (Agua Blanca, La Candelilla, Jalisco, Brisas de Jalisco).

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta el sector Jalisco en la piscina Agua y Sol, con un aproximado de 7 Km. de línea.
- Cambio de conductor de 1/0 ARV a 4/0 ARV de la piscina Agua y Sol hasta Brisas de Jalisco, con un aproximado de 1.2 Km. de línea.
- Toma carga de Motatán I abriendo seccionador en Gira Luna diagonal a la prefectura.

#### **4.11.5 Circuito El Baño**

Es un circuito nuevo rural-urbano que recibe 47.8% de la carga de Motatán II, que alimentará los sectores (Alto de Motatan, Gira Luna, El Baño, Cacao).

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta el central azucarero, con un aproximado de 1.8 Km. de línea.
- Toma carga de Motatán II abriendo seccionador en Motatán carretera vieja

#### **4.11.6 Circuito Motatán**

Es un circuito nuevo rural-urbano que recibe 52.17% de la carga de Motatán II y 7.3% de la carga de Motatán I, que alimentará los sectores (Motatán, Gira Luna, La Caricia).

- Construcción de línea con conductor 336 ASCR de la subestación hasta la entrada de San José de Turagual, con un aproximado de 0.8 Km. de línea.

- Conexión con Motatán II antes del puente Motatán
- Toma carga de Motatán II abriendo seccionador en Motatán con el circuito el turagual calle principal trapiche.
- Absorbe parte de la carga de Motatán I cerrando el enlace entre Motatán I y Motatán II, abriendo seccionadores en el sector Gira Luna y abriendo puente diagonal al central Motatán.

**Tabla 4.5 Análisis a Corto Plazo sin Propuestas**

	SUMARIO VA091S.sal	11/08/2009	95:06:00							
No.	Nombre del Circuito	AMP	FP	FU	FP	CARGA (kVA)	% V	%Carga	Pérdidas	DEMANDA
		Prom.	Res.		Carga	Conectada			(kW)	(kVA)
36	EL MILAGRO LA PLATA	304	0.91	0.69	0.91	10525.00	5.30	81.06	211.06	7629.58
37	VALERA II LA PLATA	397	0.89	2.01	0.89	4942.50	2.65	105.88	113.39	9965.15
38	EL AMPARO LA PLATA	370	0.84	0.89	0.84	9292.50	18.44	131.84	741.35	9289.13
39	CARVAJAL LA PLATA	300	0.91	0.91	0.91	7887.50	7.30	98.00	246.58	7529.27
40	EL CUMBE LA PLATA	390.2	0.887	0.67	0.92	9325.00	57.61	168.12	2992.53	9793.88
41	VALERA I LA PLATA	201	0.90	0.76	0.90	6540.00	1.97	78.58	55.97	5044.31
42	FAVIANCA LA PLATA	204	0.91	0.78	0.91	3955.00	3.30	54.39	103.45	5119.27
43	ZONA INDUSTRIAL LA PLATA	320	0.88	0.44	0.88	17332.50	9.39	118.23	424.26	8032.81
44	MOTATÁN I LA PLATA	412.6	0.899	0.59	0.95	13747.50	30.42	110.01	1544.58	10353.90
45	NUDO PANAMERICANO LA PLATA	224	0.91	0.72	0.91	7050.75	13.99	82.99	449.29	5622.92
50	LA CRUZ VALERA II	379	0.90	0.73	0.90	12365.00	7.00	107.45	398.74	9511.73
51	HOSPITAL VALERA II	317	0.90	0.61	0.90	12676.50	6.48	84.54	274.99	7956.17
52	MOTATÁN 2 VALERA II	322	0.94	1.28	0.94	5055.00	23.38	119.33	1143.67	8081.16
53	AMINTA VALERA II	300.2	0.894	0.74	0.90	9090.50	12.30	163.38	714.73	7533.05
54	HIDROANDES VALERA II	228	0.92	0.49	0.92	10562.50	9.85	93.86	349.16	5720.11
55	LAS PALMAS VALERA II	95	0.92	0.97	0.92	2250.00	5.41	32.14	139.07	2383.80
56	ESCUQUE VALERA II	252	0.92	0.89	0.92	6520.00	10.89	75.60	358.16	6330.31
57	SANTO DOMINGO VALERA II	348	0.92	0.52	0.92	15702.50	7.05	92.79	349.81	8732.82
58	LA FLORESTA VALERA II	221	0.88	0.80	0.88	6937.50	3.37	59.06	100.61	5547.67
59	CEMENTERIO VALERA II	204	0.90	0.94	0.90	5317.50	3.10	54.46	74.17	5126.05
60	EL COUNTRY VALERA II	248	0.91	0.53	0.91	10742.50	12.42	84.53	381.34	6224.39
61	LAS ACACIAS VALERA II	321	0.87	0.38	0.87	20125.00	10.23	94.60	482.19	8058.25

**Tabla 4.6 Resultados del Análisis de la Nueva Subestación Valera III**

<b>CIRCUITO</b>	<b>KM. LÍNEAS</b>	<b>CORRIENTE(A)</b>	<b>F.U.</b>	<b>KVA INST</b>	<b>% C. V</b>	<b>%C.C</b>	<b>DEMANDA KVA</b>	<b>PÉRDIDAS (KW)</b>
Cumbe	150,76	241	0,96	5272,5	13,07	64,19	6041.86	809,22
Carvajal	37,64	200	0,83	5932,5	3,13	53,33	5019.36	67,98
Campo Alegre	27,99	151	0,86	4277.50	3.63	40.26	3789.15	68.25
Bolivariana	6,84	117	0,42	7517.50	2.35	31.21	2937.41	40.14
Agua Clara	41,41	127	0,43	7190.00	4.08	33.86	3187.34	80.25
LA BEATRIZ	11,4	274	0,83	8255.50	3.38	51.74	6877.30	92.06
Hidroandes	1,72	160	0,38	10517.50	0.73	58.50	4015.93	15.64

**Tabla 4.7 Resultados del Análisis de la Nueva Subestación Coco Frío**

<b>CIRCUITO</b>	<b>KM. LÍNEAS</b>	<b>CORRIENTE(A)</b>	<b>F.U.</b>	<b>KVA INST</b>	<b>% C. V</b>	<b>%C.C</b>	<b>DEMANDA KVA</b>	<b>PÉRDIDAS (KW)</b>
CHIMPIRE	17,99	196	0,93	5070.00	5.87	52.27	4919.14	136.92
CUBITA	35,74	112	0,93	2905.00	4.57	37.99	2812.67	66.83
TURAGUAL	13,89	134	0,66	5052.50	1.13	25.29	3363.88	16.82
JALISCO	41,15	221	0,75	6847.50	4.07	43.20	5547.77	224.36
EL BAÑO	15,93	154	0,94	2530.00	3.86	41.06	3864.62	59.59
MOTATÁN	9,55	193	0,95	3472.50	2.16	51.52	4848.44	53.56

**Tabla 4.8 Análisis a Corto Plazo Propuesto**

	SUMARIO VA091S.sal	20/08/2009	15:41							
No.	Nombre del Circuito	AMP	FP	FU	FP	CARGA (kVA)	% V	%Carga	Pérdidas	DEMANDA
		Prom.	Res.		Carga	Conectada			(kW)	(kVA)
36	EL MILAGRO LA PLATA	204	0.90	0.83	0.90	4990.00	2.70	54.40	70.18	5120.06
37	VALERA II LA PLATA	255	0.85	0.85	0.85	7907.50	2.26	59.34	68.11	6402.25
38	EL AMPARO LA PLATA	162	0.83	0.91	0.83	4397.50	1.98	47.64	36.16	4065.65
39	VALERA III LA PLATA	195	0.91	0.73	0.91	6522.50	2.75	57.34	78.98	4893.15
40	SAN PEDRO LA PLATA	240	0.91	0.72	0.91	7882.50	5.77	63.99	206.15	6022.06
41	VALERA I LA PLATA	201	0.90	0.76	0.90	6540.00	1.65	53.59	41.87	5044.32
42	FAVIANCA LA PLATA	204	0.91	0.78	0.91	3955.00	3.30	54.39	103.45	5119.27
43	ZONA INDUSTRIAL LA PLATA	166	0.85	0.46	0.85	9455.00	3.67	60.50	93.44	4167.26
44	SAN LUIS LA PLATA	180	0.90	0.54	0.90	8232.50	2.17	48.00	50.50	4517.63
45	NUDO PANAMERICANO LA PLATA	176	0.91	0.83	0.91	4948.25	4.98	65.20	229.49	4418.15
50	LA CRUZ VALERA II	239	0.89	0.75	0.89	7892.50	4.38	63.74	149.11	5998.85
51	HOSPITAL VALERA II	216	0.88	0.62	0.88	8746.50	3.79	57.61	109.18	5421.66
52	RESERVA VALERA II									
53	AMINTA VALERA II	161	0.91	0.96	0.91	3085.00	4.37	62.62	121.41	4039.76
54	LA MATA VALERA II	91	0.90	0.92	0.90	2355.00	3.57	47.91	86.82	2283.90
55	LAS PALMAS VALERA II	95	0.92	0.97	0.92	2250.00	5.41	32.14	139.07	2383.80
56	ESCUQUE VALERA II	161	0.91	0.91	0.91	4165.00	6.67	47.42	157.41	4046.06
57	SANTO DOMINGO VALERA II	196	0.91	0.35	0.91	13452.50	3.89	52.27	108.02	4919.19
58	LA FLORESTA VALERA II	221	0.88	0.80	0.88	6937.50	3.37	59.06	100.61	5547.67
59	CEMENTERIO VALERA II	204	0.90	0.94	0.90	5317.50	3.10	54.46	74.17	5126.05
60	EL COUNTRY VALERA II	131	0.91	0.87	0.91	3672.50	3.65	43.66	75.26	3287.56
61	LAS ACACIAS VALERA II	157	0.88	0.31	0.88	12607.50	4.56	46.20	108.09	3941.15
70	EL CUMBE VALERA III	241	0.91	0.96	0.91	5272.50	13.08	64.20	807.95	6042.87
71	CARVAJAL VALERA III	200	0.90	0.83	0.90	5932.50	3.12	53.33	67.69	5019.36
72	CAMPO ALEGRE VALERA III	151	0.91	0.86	0.91	4277.50	3.63	40.26	68.25	3789.15
73	LA BEATRIZ VALERA III	274	0.89	0.83	0.89	8255.50	3.38	51.74	92.06	6877.30

No.	Nombre del Circuito	AMP	FP	FU	FP	CARGA (kVA)	% V	%Carga	Pérdidas	DEMANDA
		Prom.	Res.		Carga	Conectada			(kW)	(kVA)
75	HIDROANDES VALERA III	160	0.90	0.38	0.90	10517.50	0.73	58.50	15.64	4015.93
76	AGUA CLARA VALERA III	127	0.91	0.43	0.91	7190.00	3.94	33.69	76.01	3187.34
80	CTO. CHIMPIRE COCO FRÍO	196	0.91	0.93	0.91	5070.00	5.87	52.27	136.92	4919.14
81	CTO. EL BAÑO COCO FRÍO	154	0.90	0.94	0.90	2530.00	3.86	41.06	59.59	3864.62
82	CTO. CUBITA COCO FRÍO	112	0.91	0.93	0.91	2905.00	4.57	37.99	66.83	2812.67
83	CTO. JALISCO COCO FRÍO	221	0.92	0.75	0.92	6847.50	4.07	43.20	224.36	5547.77
84	CTO. TURAGUAL COCO FRÍO	134	0.90	0.66	0.90	5052.50	1.13	25.29	16.82	3363.88
85	CTO. MOTATAN COCO FRÍO	193	0.90	0.95	0.90	3472.50	2.16	51.52	53.56	4848.44

La tabla 4.5 muestra los resultados del sistema a corto plazo, en total son dieciocho los circuitos que se encuentran fuera (amarillo) de los criterios permisibles de caída de tensión y sobre carga; representando el 81,81% del sistema.

En la Tabla 4.8 se observa el análisis del sistema a corto plazo propuesto, como se puede notar todos los circuitos bajan los niveles de caída de tensión y sobre carga, entrando en los rangos permisibles de operación. Cabe destacar que los circuitos Escuque y El Cumbe presentan problemas de caída de tensión a pesar de las propuestas sugeridas.

## CONCLUSIONES

### **Realizado el Análisis de Predicción de Demanda de la Ciudad de Valera se concluye**

La subestación Valera I experimenta un crecimiento interanual de 4.73% a mediano plazo.

La subestación Valera II experimenta un crecimiento interanual de 2.37% a mediano plazo.

Los circuitos de la subestación Valera I presentan actualmente una demanda de 62.39 MVA y la capacidad instalada es de 66 mientras que la subestación Valera II suministra 70.86 de los 72 MVA que posee instalada. Sus demandas están cerca de los valores de saturación.

A mediano plazo los circuitos de ambas subestaciones sufren un crecimiento importante Valera I se eleva a 118.43 MVA y Valera II a 97.51 MVA quedando por encima de la capacidad de las subestaciones. Siendo evidente la inmediata construcción de nuevas subestaciones que puedan suplir la carga predicha.

### **De acuerdo a los Resultados a Corto y Mediano Plazo de la Ciudad de Valera se concluye**

Es urgente la construcción de la S/E Valera III con un nivel de tensión 115/13.8 kV, 2x36 MVA. Motivado a que cumplirá con el criterio de capacidad firme y se le daría mayor flexibilidad y confiabilidad al sistema que suministra el servicio eléctrico de la ciudad de Valera.

Es importante la construcción de la S/E Coco Frío con un nivel de tensión 115/34.5/13.8kV, 2x36 MVA. Motivado a que cumplirá con el criterio de capacidad firme y

se le daría mayor flexibilidad y confiabilidad al sistema que suministra el servicio eléctrico de la ciudad de Valera.

Tal como se puede observar en las tablas 4.5 y 4.8 los circuitos transferidos a la subestación Valera III (Cumbe, Carvajal, Acacias, Country, Aminta e Hidroandes) mejoran los criterios permisibles en condiciones normales.

Tal como se puede observar en las tablas 4.5 y 4.8 los circuitos transferidos a la subestación Coco Frio (Motatán I, Motatán II, Amparo y Carvajal) mejoran los criterios permisibles en condiciones normales.

La demanda a corto y mediano plazo, para la ciudad de Valera es cubierta con la construcción de las nuevas subestaciones (Valera III, Coco frio).

Se debe dividir los circuitos El Milagro, Valera I, Valera II, El Amparo, Zona Industrial, La Cruz, Hospital, Escuque, Santo Domingo luego de la construcción de las subestaciones para mejorar la capacidad de carga y caídas de tensión de estos circuitos tal y como se muestra en el sistema propuesto a corto plazo.

En el circuito El Cumbe se bajó los niveles de caída de tensión y sobre carga, sin embargo, no entra en los criterios de confiabilidad, por tal motivo se recomienda la construcción de la subestación de 34.5/13,8kV en la Quebrada que será alimentada de la subestación Valera III.

## RECOMENDACIONES

### Recomendaciones de Predicción de demanda

Se recomienda continuar con la actividad de actualización de circuitos debido a que de esta manera se agilizarán los estudios de planificación.

Crear un software capaz de suavizar la data histórica de la demanda, evitando valores que no sean consecuentes, y que se presenten en algunas oportunidades por circunstancias irregulares (transferencia de carga).

Crear un software capaz de calcular la predicción de la demanda por microárea regular a corto y mediano plazo

### Recomendaciones a Corto y Mediano Plazo

Con la finalidad de poder atender la demanda eléctrica en el mercado a mediano plazo se recomienda en forma inmediata: la construcción de dos subestaciones.

Se recomienda la construcción de la S/E Valera III con un nivel de tensión *115/13.8kV*, *2x36 MVA*.

Se recomienda la construcción de la S/E Coco Frío con un nivel de tensión *115/34.5/13.8kV*, *2x36 MVA*.

Se recomienda dividir los circuitos El Milagro, Valera I, Valera II, El Amparo, Zona Industrial, La Cruz, Hospital, Escuque, Santo Domingo, a corto plazo

Se recomienda la construcción de la subestación la Quebrada *34.5/115 kV*.

## REFERENCIAS

- C.A.D.A.F.E. (1991). *Compendio de Normas CADAPE de Diseño para Líneas de Alimentación y Redes de Distribución*. Caracas: Autor.
- C.A.D.A.F.E. (1995) *Manual de usuario para Sistema de Predicción de Demanda*. Carabobo: Autor.
- C.A.D.A.F.E. (2004). *Programa de Análisis de Distribución de Energía Eléctrica PADEE*. Consultado Abril, 2009, disponible en <http://www.matmor.com/padee.html>.
- División de Estudios Trujillo. (1991). *Expansión del Sistema a Corto y Mediano Plazo para las Ciudades: Valera, Trujillo y Boconó*. Valera: Autor.
- División de Estudios Trujillo. (1991). *Predicción de Demanda Ciudades: Valera, Trujillo, Bocono. DPTO. De Planificación de Redes Eléctricas*. Valera: Autor.
- Guzmán R, González E (2007). *Desarrollo de un Sistema de Predicción Espacial de Carga Eléctrica en Sistemas de Distribución Asistido por Computador*. Tesis de pregrado no publicada, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Matheus, J, (2001). *Sistema integrado de distribución*. Caracas: Ingeniería Bucros c.a.
- Oficina de Tecnología de Información de la Alcaldía Comunitaria Bolivariana de Valera. Consultado Agosto, 2009, disponible en [http://www.alcaldiadevalera.gob.ve/municipio/municipio\\_valera.html](http://www.alcaldiadevalera.gob.ve/municipio/municipio_valera.html)