



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

## **ÁREA DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**Tema: Determinación de la Demanda Máxima Unitaria para los clientes residenciales de la Ciudad de Loja, para las categorías A y B proyectadas a 10 Años caso práctico Urbanización Rodríguez Witt, Estancia Norte y Cdla. Del Electricista**

TESIS DE GRADO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

#### **AUTOR:**

Luis Yovany Carreño Torres  
Alex Michael Romero Torres

#### **DIRECTOR:**

Ing. Raúl Barreto

**LOJA - ECUADOR  
2008**

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. Raúl Barreto

**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICA:**

Que los señores **Luis Yovany Carreño Torres y Alex Michael Romero Torres** egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica previo la obtención de su título desarrollaron su tema de investigación cuyo tema es, “**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PARA LOS CLIENTES RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE LOJA, PARA LAS CATEGORÍAS A Y B PROYECTADA A 10 AÑOS CASO PRÁCTICO URBANIZACIÓN RODRÍGUEZ WITT, ESTANCIA NORTE Y CIUDADELA DEL ELECTRICISTA**”, mismo que ha sido revisado en forma apropiada, cumpliendo con las normas generales para la graduación en la Universidad Nacional de Loja para lo cual autorizo su presentación.

Loja, Abril del 2008

Ing. Raúl Barreto

**DIRECTOR DE TESIS**



## ***DECLARACIÓN DE AUTORIA***

Nosotros: **Luis Yovany Carreño Torres** y **Alex Michael Romero Torres** , autores de este trabajo de tesis de grado autorizamos al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

.....

Luis Yovany Carreño Torres

C.I: 110370999-2

.....

Alex Michael Romero torres

C.I: 110382172-2



## **PENSAMIENTO**

“La Energía no se crea, siempre existe no se destruye, solamente se transforma por medio del pensamiento o voluntad de quien la maneja”

**Albert Einstein**

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos un profundo agradecimiento a nuestros padres por apoyarnos económicamente y por creer en nuestra capacidad para la realización con éxito del proyecto de tesis.

Agradecemos a la Universidad Nacional de Loja especialmente a los docentes y al personal administrativo del Área de la Energía, Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, que nos ayudaron de una u otra manera, resaltando nuestro agradecimiento al Ing. Raúl Barreto director de tesis quien con su amplia experiencia en el desarrollo de proyectos eléctricos guio por el camino correcto, a nuestros asesores Msc. Jorge Muñoz, Ing. Patricio Salao, Ing. Jorge Paute y al personal de cuadrilla de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A

**Los Autores**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de tesis a Dios quien está presente en todo momento de mi vida; a mis padres, hermanos, amigos y a todos quienes de una u otra manera me brindaron su apoyo en la realización de la misma.

Luis Yovany Carreño Torres.

A Dios por darme la capacidad de pensar y razonar, a mis padres por el esfuerzo económico y apoyo moral, a mis hermanos por creer en mi, dedico este proyecto de tesis.

Alex Michael Romero Torres



## RESUMEN

Las Normas técnicas de diseño juegan un papel importante en el dimensionamiento de las redes y transformadores de distribución es por ello que nuestro tema se enfoca en la actualización de las Demandas máximas proyectadas (10 años) y el rango de utilización de los transformadores para este caso en particular.

Las redes de distribución estudiadas pertenecen a categoría A y B según normas técnicas de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A, pero las mediciones efectuadas no reflejan la demanda máxima diversificada para dichas categorías debido a varias razones como, el fraccionamiento en los lotes, cantidad de medidores por lote, cantidad de personas por medidor.

Se establecen valores de la Demanda Máxima Diversificada (DMD) para clientes residenciales en función de dos variables independientes como son la Energía y el número de Clientes pues estas reflejan la carga instalada y los hábitos de consumo del cliente.



## SUMMARY

The technical Norms of design play an important role in the dimensionamiento of the nets and distribution transformers it is hence that our topic is focused in particular in the upgrade of the maximum projected (10 years) Demands and the range of use of the transformers for this case.

The net of opposing distribution belongs to category A and B according to technical norms of the Electric Regional Company of South S.A, but the made mensurations don't reflect the maximum demand diversified for this categories this is given due to the irrespetto to the division design in the lots.

The present thesis work, establishes values of the Maximum Diversified (DMD) Demand for residential clients in function of two independent variables as they are the Energy and the since number of Clients these they reflect the installed load and the habits of the client's consume.



## INDICE

### CAPITULO UNO

#### Fundamentación Teórica

1. Demanda Máxima	1
1.1 Introducción	1
1.1.1 Definición	2
1.2 Definición de términos	3
1.3 Definición de categorías	4
1.3.1 En función del área del Lote según normas técnicas De la E.E.R.S.S.A	4
1.3.2 En función del pliego tarifario de las Empresas Eléctricas	5
1.3.2.1 Categoría de Tarifa residencial	5
1.3.2.2 Categoría general	5
1.3.2.3 Categoría de alumbrado Publico	6
1.3.2.4 Grupo nivel de Alta Tensión	7
1.3.2.5 Grupo nivel de Media Tensión	7
1.3.2.6 Grupo nivel de Baja Tensión	7
1.4 Capacidad de los Transformadores	7
1.4.1 Transformadores monofásicos	7
1.4.2 Transformadores trifásicos	8
1.4.3 Tipos de transformadores utilizados en redes de Distribución secundaria	9
1.4.4 Determinación de cargas permisibles	9
1.5 Estadística descriptiva	10
1.5.1 Probabilidades	10
1.5.2 Frecuencias	11
1.5.2.1 Amplitud total o recorrido de la variable	11
1.5.2.2 Intervalo de clase	11
1.5.2.3 Ancho de Intervalo	11

1.5.2.4	Marca de clase	12
1.5.2.5	Número de intervalos	12
1.5.2.6	Porcentaje de la frecuencia	12
1.5.3	Muestra	12
1.5.4	Medidas de tendencia central	13
1.5.4.1	Media Aritmética	13
1.5.4.2	Mediana	13
1.5.4.3	Moda	14
1.5.5	Medidas de dispersión	14
1.5.5.1	Desviación típica o estándar	14
1.6	Métodos estadísticos para la predicción de la Demanda	15
	Máxima diversificada (DMD)	
1.6.1	Ajuste de curvas y el método de Mínimos Cuadrados	15
1.6.1.1	Ajuste de Curvas	15
1.6.1.2	Ecuaciones de curvas aproximantes	16
1.6.1.3	La recta	16
1.6.1.4	El método de mínimos cuadrados	17
1.6.1.5	La Recta de Mínimos cuadrados	18
1.6.1.6	Regresión	20
1.6.1.7	Aplicaciones a series en el tiempo	20
1.6.1.8	Problemas en mas de dos variables	20
1.6.1.9	Teoría de la Correlación	21
1.6.1.9.1	Correlación y regresión	21
1.6.1.9.2	Correlación lineal	22
1.6.1.9.3	Medidas de correlación	23
1.6.1.10	Variación explicada y variación Inexplicada	23
1.6.1.11	Coefficiente de correlación	24
1.6.2	Método de la Evaluación de la Demanda de Potencia y Energía a largo Plazo	24
1.6.2.1	Características del comportamiento de la carga	24
1.6.2.2	Crecimiento de la Carga	24
1.6.2.3	Análisis de la Curva de carga	25
1.6.2.4	Series de tiempo – Métodos de tendencia	26

1.6.2.5	Análisis de Tendencia	26
1.6.2.6	Ajuste a una función mediante regresión múltiple	26
1.6.2.7	Estimaciones no lineales	28
1.6.2.8	Ajuste a una curva polinomial	28
1.6.2.9	Proyección global de clientes	30
1.7	Analizadores de la calidad de la energía	31
1.7.1	Topas 1000	31
1.7.1.1	Alcance del Suministro	31
1.7.1.2	Instrucciones resumidas conexión del Topas 1000	31
1.7.1.3	Identificación de Leds	32
1.7.1.4	Diagramas de Conexión	33
1.7.1.5	Programación	35
1.7.2	Memobox 300	36
1.8	Método para la Proyección de la Demanda máxima	37

## CAPITULO DOS

### Análisis

2.	Determinación de la Demanda máxima unitaria	38
2.1.	Elección de los clientes representativos	38
2.2.	Medición en campo	42

## CAPITULO TRES

### Cálculos

3.	Cálculos	44
3.1.	Cálculo de consumo específico residencial	44
3.1.1.	Máximo consumo mensual de energía registrado de Mayo – 05 a Mayo – 07	44
3.1.1.1.	Urb. Rodríguez Witt	44
3.1.1.2.	Urb. Estancia Norte	45
3.1.1.3.	Cdla. Del Electricista	45
3.2.	Cálculo del Numero de Abonados	46
3.3.	Determinación de la demanda máxima diversificada	46
3.4.	Análisis de regresión múltiple	46



3.4.1. Ajuste a una curva polinomial	47
3.4.2. Determinación de la demanda máxima diversificada actual	49
3.5. Determinación de tasa de incremento anual	51
3.6. Calculo de la demanda máxima diversificada actual Proyectada a 10 años	51
3.7. Determinación del rango de utilización de los Transformadores	53

## **CAPITULO CUATRO**

4. Resultados	56
5. Valoración Técnico- Económica – Ambiental	76
6. Conclusiones y Recomendaciones	77
7. Bibliografía	80
8. Anexos	81

## INTRODUCCION

Uno de los objetivos comunes que persiguen las empresas distribuidoras de Energía Eléctrica es conocer con exactitud la Demanda Máxima Unitaria (D.M.U.), en cada caso particular empleando un método acorde a las características del objeto de estudio (Clima, Condición Socio-Económica, Incremento Poblacional).

Con este método lograremos predecir la demanda de potencia y energía que es generalmente el primer paso para la planificación de los sistemas eléctricos de potencia, con la exactitud que se realice dicha proyección dependerá la calidad del servicio en el futuro, obteniendo un dimensionamiento adecuado de las Redes de distribución conectadas al sistema, evitando pérdidas de Potencia y Energía con un marcado beneficio a los consumidores en su economía.

Las Empresas Distribuidoras. Tienen definidas las categorías o tipos de clientes en función del Área de los lotes, Carga instalada y Consumo de Energía Mensual.

En nuestro estudio se tomará en cuenta los abonados residenciales (aquel Abonado que utiliza la energía Eléctrica no como fuente de ingreso económico sino para uso domestico independientemente de la carga instalada), relacionados claramente con el número de viviendas del sector y la población.

Con el desarrollo de la investigación se persiguieron los siguientes objetivos:

- ✓ Comprobar las normas técnicas para diseño de redes eléctricas urbanas, según el tipo y cantidad de clientes en la Ciudad de Loja
- ✓ Investigar Modelos Estadísticos y adoptar el más adecuado para la predicción de la Demanda Máxima Unitaria (DMU) para las categorías A y B de abonados en la Ciudad de Loja dentro del sector residencial (S.R.) de mayor consumo.
- ✓ Estudio de la Demanda Máxima Unitaria para las categorías A y B de abonados en el Sector Residencial de la Ciudad de Loja.
- ✓ Elaborar una guía para el diseño de redes eléctricas secundarias proyectadas a diez años en el sector residencial de la ciudad de Loja para las categorías A y B de abonados.



- ✓ Socializar el proyecto de tesis al tribunal y compañeros de la carrera de Ingeniería Electromecánica

## METODOLOGIA

### MÉTODOS

Se utilizaron las siguientes fases metodológicas para poder llegar al conocimiento de nuestro tema de estudio como son:

- Observación directa
- Análisis del Objeto de estudio
- Síntesis

Cada una de las cuales se aplicaron de la siguiente forma:

**Trabajo de Campo.-** El trabajo de Campo empieza por localizar cada una de las Urbanizaciones y Ciudadela.

**Levantamiento de Red.-** Una vez reconocida el área de estudio se realiza el levantamiento de la Red de distribución secundaria representativas.

**Elaboración de Planos.-** El plano contendrá: ubicación geográfica, número de transformador y potencia nominal, cantidad de medidores por lote, fraccionamiento de lotes, puntos de medición de Demanda Máxima Unitaria (DMU) y Demanda Máxima Diversificada (DMD).

Se realizó mediciones en las bajantes de los transformadores representativos para obtener la curva de carga diaria y semanal, por el lapso de siete días consecutivos para tener una mejor apreciación de la misma. Los aparatos de medición fueron los analizadores de energía Topas 1000 y Memobox 300; a los cuales se los programaron para obtener señales de voltaje, corriente, potencia y energía cada 10 minutos.

Los resultados obtenidos con los analizadores arrojaron que la mayor demanda de Potencia y Energía se registró entre los periodos de 18h30 a 21h00. Con estos resultados obtenidos se procedió a medir la Demanda Máxima Diversificada para distintos grupos de usuarios en intervalos de tiempo de 30 minutos.



**Recolección de la Información.-** Se elaboró una encuesta, la cual se aplicó a cada uno de los clientes que son abastecidos desde cada uno de los transformadores elegidos.

Con la misma se pudo conocer la carga instalada de cada uno de los clientes, el número de habitantes por cliente, tipo de actividad, parámetros eléctricos (V, I) etc.

**Medición de Magnitudes.-** En la fase de medición se utilizó los siguientes aparatos:

- Pinza Amperimétrica: Para registrar las corrientes parciales Ia, Ib (Amperios)
- Voltímetro: Para obtener el voltaje existente entre fase a y Neutro, fase b y Neutro y el voltaje entre fases.

## TECNICAS

Las técnicas de investigación son instrumentos del trabajo intelectual que nos permite obtener, organizar, correlacionar, cuantificar (cantidad) y cualificar (calidad) los datos que se ha logrado obtener de la realidad.

Se utilizaron los siguientes tipos de técnicas:

- Técnica de Investigación Documental.- Esta técnica nos sirvió para poder recabar información de numerosos documentos como: archivos, datos estadísticos, folletos, instrumentos.
- Técnica de trabajo de campo.- Esta técnica utilizamos para la recolección de información en el lugar donde se desarrolló nuestro tema investigativo.

Las técnicas fueron:

Observación directa: La que nos permitió recabar información sobre los lugares en donde se realizara la encuesta, poder dibujar la red de distribución y acometidas de baja tensión.

La Encuesta: Ella nos sirvió para poder recabar información de cada uno de los sitios de estudio permitiendo dar una idea clara sobre las características propias de cada lugar.

## FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### 1. DEMANDA MÁXIMA.

#### 1.1.INTRODUCCIÓN.

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

En general las cargas eléctricas rara vez son constantes durante un tiempo apreciable o sea que fluctúan de manera continua, en una curva de carga de 24 horas de un transformador de distribución, la carga varía entre un máximo a las 19:30 horas y un mínimo a la 03:30 horas, aunque los valores cambian, este tipo de curva se repetirá constantemente, así se presentaran variaciones similares de máximo y mínimo en todas las partes del sistema de distribución, el valor mas elevado se denomina pico o Demanda Máxima (DM)

El valor de la demanda anual es el mas utilizado para la planeación de la expansión del sistema de distribución, el término de demanda a menudo se usa en el sentido de máxima demanda para el periodo que se especifique, por supuesto es necesaria la determinación exacta de la máxima demanda de una carga individual cuando en la facturación del cliente se incluye el valor que tome la demanda máxima.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto en el sistema de distribución es también de gran importancia, dado que la demanda máxima del grupo determinará la capacidad que requiere el mismo sistema, de igual modo, la demanda máxima combinada de un grupo pequeño de consumidores determinará la capacidad del transformador que se requiere; así las cargas que alimenta un grupo de transformadores dan por resultado una demanda máxima, la cual determina el calibre del conductor y la capacidad del interruptor o regulador que formen parte de un alimentador primario. La máxima demanda combinada de un grupo de alimentadores primarios determinará la capacidad de la subestación hasta llegar a determinar en forma consecuente la capacidad de generación necesaria de todo el sistema eléctrico de potencia.

Como se puede observar, en todos los casos la determinación de la demanda máxima es de vital importancia, y si no se pueden obtener medidas precisas de la demanda es



necesario estimar su valor de la mejor manera posible para utilizar estos datos correctamente en el proceso de planeación del sistema de distribución.

Nuestro estudio esta centrado en las categorías A y B del área de concesión de la EERSSA, para ello tomamos como población a las Urbanizaciones: Rodríguez Witt, Estancia Norte y Ciudadela el Electricista en vista del área de los lotes y sus consumos de energía, con un marcado nivel socio-económico alto.

**Urb. Rodríguez Witt.-** La urbanización Rodríguez Witt ubicada en la parte Sur Oriental de la Ciudad de Loja ,creada en el Año de 1993, posee todos los servicios básicos, los habitantes cuentan con un alto nivel económico, cada lote es de más de 400m<sup>2</sup>, la urbanización posee una área total de 144.670 m<sup>2</sup> y 125 clientes servidos con Energía Eléctrica.

**Urb. Estancia Norte.-** La urbanización Estancia Norte se halla ubicada en la parte Nor Oriental de la Ciudad de Loja, creada en el Año de 1990, posee todos los servicios básicos, los habitantes son de clase media, cada lote se encuentra entre los 300 y máximo 400m<sup>2</sup>. La urbanización posee un área total de 149.464 m<sup>2</sup> y 119 clientes servidos con Energía Eléctrica

**Cdla. Del Electricista.-** La Ciudadela del Electricista se halla ubicada en la parte Sur de la Ciudad de Loja, creada en el Año de 1985, posee todos los servicios básicos, los habitantes son de clase media, cada lote se encuentra entre los 300 y máximo 400m<sup>2</sup>, la urbanización posee una área total de 219.188 m<sup>2</sup> y 284 clientes servidos con Energía Eléctrica.

### 1.1.1. Definiciones

**Categoría A.-** Según normas técnicas de la EERSSA es el consumidor urbano con un área de lote superior a los 400 m<sup>2</sup> y su DMU proyectada a 10 años es de 4.48 kVA.

**Categoría B.-** Según normas técnicas de la EERSSA es el consumidor urbano con un área de lote de  $300 < A < 400$  m<sup>2</sup> y su DMU proyectada a 10 años es de 2.35 kVA.

## 1.2. DEFINICIÓN DE TERMINOS.

**Consumidor.**-Usuario del suministro, caracterizado por el valor de la demanda de potencia y el consumo de energía.

**Demanda Máxima Unitaria (D.M.U.).**- Es el valor máximo de la potencia, expresado en kW, o en kVA, transferida de la red a la instalación del consumidor, en un intervalo de 15 minutos

**Demanda Máxima Diversificada (D.M.D.).**- Es el valor de potencia transferida desde cualquier punto de la red, en el sentido de la carga, que corresponde a un grupo de “n” consumidores y que toma en consideración el factor de diversidad de la utilización simultánea de la demanda máxima unitaria de los consumidores individuales.

**Caída de Voltaje (D.V.).**- Es el valor expresado en porcentaje con relación al voltaje nominal, 120 V, de la diferencia entre el voltaje medido en cualquier punto de la red y el voltaje nominal

**Caída Máxima de Voltaje (D.V.M.).**- Es la caída de voltaje producida en el punto más desfavorable de la red, que generalmente coincide con el punto mas alejado de los terminales del transformador.

**Caída Máxima de voltaje admisible (D.V.M.A).**- Es el límite máximo de caída de Voltaje Admisible (D.V.M.A) para el cual deberán dimensionarse los conductores de los circuitos secundarios, no deberá exceder del 4.5 %. (Normas EERSSA)

**Potencia Instantánea.**- Es la potencia determinada en un cierto instante de tiempo

$$P(t) \Big|_{T_i} = v(t) * i(t) \Big|_{T_i} \quad (1.1)$$

**Potencia Activa (P).**- Es la capacidad que tiene un equipo o artefacto eléctrico para desarrollar trabajo.

$$P = \int_0^T \frac{P(t)dt}{T} \quad (1.2)$$

**Potencia Reactiva (Q).**- VAR, kVAR, MVAR; Mantiene los campos eléctricos y magnéticos en capacitancias e inductancias, no genera ningún trabajo. Ayuda a transferir la potencia activa hacia la carga.

**Potencia Aparente (S).**- VA, kVA, MVA; es una combinación de las dos anteriores

$$S = P + iQ$$

$$|S| = \sqrt{|P|^2 + |Q|^2} \quad (1.3)$$

**Energía Activa (kWh).**- La energía activa es aquella que al ingresar a una instalación por los conductores de electricidad produce luz, calor y movimiento. Es la que calienta las resistencias de un horno, provee las fuerzas para mover motores, produce luz al atravesar el filamento de un foco incandescente, es decir produce un trabajo.

**Energía Reactiva (kVARh).**- Además de la energía activa, algunos de los equipos eléctricos también usan otro tipo de energía para funcionar satisfactoriamente. Este tipo de energía es llamada energía reactiva, y los equipos que la usan son los conformados internamente por bobinas o inducidos, es decir principalmente los motores y transformadores. No produce trabajo, pero es necesaria para producirlo.

### 1.3. DEFINICIÓN DE CATEGORIAS.

#### 1.3.1. En Función del Área del Lote Según Normas Técnicas de la E.E.R.S.S.A

Las demandas máximas unitarias serán consideradas tomando en cuenta el área de los lotes para el sector urbano

**Tabla 1:** Tipo de Cliente en Función del Área del Lote

<b>AREA PROMEDIO DE LOTES( <math>m^2</math> )</b>	<b>TIPO DE CLIENTE</b>
<b>A &gt; 400</b>	<b>A</b>
<b>300 &lt; A &lt; 400</b>	<b>B</b>
<b>200 &lt; A &lt; 300</b>	<b>C</b>
<b>100 &lt; A &lt; 200</b>	<b>D</b>
<b>A &lt; 100</b>	<b>E</b>

### 1.3.2. En Función del Pliego Tarifario de Las Empresas Eléctricas

De conformidad con el artículo 17 del Reglamento de Tarifas, por las características de consumo se consideran tres categorías de tarifas: residencial, general y alumbrado público; y, por el nivel de tensión, tres grupos: alta tensión, media tensión y baja tensión.

#### 1.3.2.1. Categoría de Tarifa Residencial:

Corresponde al servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de los Consumidores, es decir, dentro de la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada. También se incluye a los Consumidores de escasos recursos y bajos consumos que tienen integrada a su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.

#### 1.3.2.2. Categoría General:

Servicio eléctrico destinado a los Consumidores en actividades diferentes a la Categoría Residencial y básicamente comprende el comercio, la prestación de servicios públicos y privados, y la industria. Se consideran dentro de esta categoría, entre otros, los siguientes:

- Locales y establecimientos públicos o privados comerciales o de carácter fabril o industrial

- Plantas de radio, televisión y en general de servicios de telecomunicaciones.
- Instalaciones para el bombeo de agua potable.
- Locales públicos o privados destinados a la elaboración, o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial y sus oficinas administrativas.
- Asociaciones civiles y entidades con o sin fines de lucro.
- Entidades de Asistencia Social o Beneficio Público (guarderías, asilos, hospitales, centros de salud, escuelas, colegios y universidades del Estado).
- Clínicas y hospitales Privados.
- Tiendas, almacenes, salas de cine o teatro, restaurantes, hoteles y afines.
- Oficinas y locales de entidades deportivas.
- Organismos internacionales, embajadas, legaciones y consulados.
- Cámaras de comercio e industria tanto nacionales como extranjeros.
- Entidades del sector público, de carácter seccional, regional y nacional.
- Instituciones Educativas privadas.
- Y los demás que no estén considerados en la Categoría de Tarifa Residencial.

### **1.3.2.3. Categoría Alumbrado Público:**

Se aplicará a los consumos destinados al alumbrado de calles, avenidas y en general de vías de circulación pública; a la iluminación de plazas, parques, fuentes ornamentales, monumentos de propiedad pública; y, a los sistemas de señalamiento luminoso utilizados para el control del tránsito.

#### 1.3.2.4. Grupo Nivel de Alta Tensión:

Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 40 kV y asociados con la Sub transmisión

#### 1.3.2.5. Grupo Nivel de Media Tensión:

Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 kV. Dentro de este grupo se incluyen los consumidores que se conectan a la red de Media Tensión a través de Transformadores de Distribución de su propiedad o de la Empresa de Distribución, para su uso exclusivo.

#### 1.3.2.6. Grupo Nivel de Baja Tensión:

Para voltajes de suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.

Para el efecto se considerarán las siguientes definiciones:

- **Consumidor Comercial:** Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.
- **Consumidor Industrial:** Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.

### 1.4. CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES

#### 1.4.1. Transformadores Monofásicos

Se definen por el número de fases disponibles en el secundario, normalmente se tiene una toma intermedia que es la referencia a tierra, y que da como resultado voltajes de 240-120 Voltios y por tanto la red secundaria resulta monofásica a tres conductores. La potencia en la que se hallan disponibles es: 3, 5, 10, 15, 25, 37.5, 50, 75 kVA.

$$I_{ns} = \frac{P_n}{V_{ff}} \quad (1.4)$$

$$I_{np} = \frac{P_n}{V_{fN}} \quad (1.5)$$

$I_{ns}$  = Corriente nominal en el secundario

$P_n$  = Potencia nominal

$V_{ff}$  = Voltaje entre fases

$I_{np}$  = Corriente nominal en el primario

$V_{fN}$  = Voltaje entre fase y Neutro

#### 1.4.2. Transformadores Trifásicos

La potencia de los transformadores trifásicos es: 30, 45, 50, 75, 112.5, 150, 225 kVA.

$$I_{ns} = \frac{P_n}{\sqrt{3} * V_{ff}} \quad (1.6)$$

$$I_{np} = \frac{P_n}{\sqrt{3} * V_{ff}} \quad (1.7)$$

$I_{ns}$  = Corriente nominal en el secundario

$P_n$  = Potencia nominal

$V_{ff}$  = Voltaje entre fases

$I_{np}$  = Corriente nominal en el primario

Los transformadores para circuitos trifásicos pueden construirse de dos maneras. Estas son:

- ∇ Tomando tres transformadores monofásicos y conectándolos en un grupo trifásico.
- ∇ Haciendo un transformador trifásico que consiste en tres juegos de devanados enrollados sobre un núcleo común.

### 1.4.3. Tipos de Transformadores Utilizados en Redes de Distribución Secundaria

Los transformadores a utilizarse serán del tipo convencional y autoprotegido, monofásicos de uno y de dos bushings en el lado de alta y tres en baja tensión.

Enfriamiento.- Todos los transformadores a utilizarse, usarán aceite como aislante y refrigerante, es decir serán del tipo auto-refrigerados, sumergido en aceite.

Taps.- Las variaciones de tensión de la red pueden compensarse por medio de derivaciones o taps, en los devanados de alta tensión los cuales deben cambiarse únicamente cuando el transformador se encuentra en posición des-energizado. Normalmente se usaran transformadores con derivaciones de  $\pm 2 \times 2.5\%$  de la tensión nominal, e irán colocados en el interior del transformador.

Uno de los tipos de transformadores monofásicos utilizados por la E.E.R.S.S.A son los fabricados por la Compañía ECUATRAN S.A.



**Fig. 1:** Transformador Monofásico Autoprotegido

### 1.4.4. Determinación de Cargas Permisibles

Un transformador puede suplir cargas por sobre lo nominal indicada en la placa, sin quemarse inmediatamente. Esta sobrecarga puede ser transportada sin daño alguno, dependiendo de algunos factores, todos ellos relacionados con la temperatura de los transformadores y de las condiciones de máxima carga.

Los transformadores sumergidos en aceite normalmente funcionan a plena carga las 24



horas del día, sin perjuicio de su vida útil, siempre y cuando la temperatura ambiente promedio durante las 24 horas del día no exceda de los 30°C ni su máxima sobrepase de los 40°C; para otras temperaturas ambiente, la capacidad real del transformador para la misma vida útil, disminuye o aumenta, según sea superior o inferior a los 30°C.

El aumento de temperatura por encima de los valores admisibles en los transformadores, reduce la vida útil de estos. Dependiendo del porcentaje de la carga continua anterior a la sobrecarga.

## 1.5. ESTADISTICA DESCRIPTIVA

**Definición.**- Se ocupa de la presentación y análisis de hechos y cosas, explicando sus diferentes partes, pero sin extraer conclusiones que puedan generalizarse a un todo.

### 1.5.1. Probabilidades

**Definición Clásica.**- Supongamos que un suceso E tiene h posibilidades de ocurrir entre un total de n posibilidades, cada una de las cuales tiene la misma oportunidad de ocurrir que las demás. Entonces la probabilidad de que ocurra E (o sea un éxito) se denota por:

$$p = \Pr(E) = \frac{h}{n} \quad (1.8)$$

La probabilidad de que no ocurra E (o sea un fracaso) se denota por:

$$q = \Pr(\text{no}E) = \frac{n-h}{n} = 1 - \frac{h}{n} = 1 - p = 1 - \Pr(E) \quad (1.9)$$

Así pues,  $p + q = 1$ , es decir,  $\Pr(E) + \Pr(\text{no}E) = 1$ . El suceso “no E” se denota por E,  $\tilde{E}$  o  $\sim E$

**Definición como frecuencia relativa.**- La definición clásica de probabilidad tiene la pega de que las palabras “misma oportunidad” aparecen como sinónimas de “equiprobables”, lo cual produce un círculo vicioso. Por ello algunos defienden una definición estadística de la probabilidad. Para ellos, la probabilidad estimada, o probabilidad empírica, de un suceso se toma como la frecuencia relativa de ocurrencia del suceso cuando el número de observaciones es muy grande. La probabilidad misma

es el límite de esa frecuencia relativa cuando el número de observaciones crece indefinidamente.

### 1.5.2. Frecuencias

**Definición.-** Es el número de veces que se repite un mismo valor de la variable

#### 1.5.2.1. Amplitud total o recorrido de la variable

Se define como la frecuencia que se establece entre el valor mayor y el valor menor de la variable.

$$a = X_{mayor} - X_{menor} \quad (1.10)$$

$a$  = Amplitud

$X_{mayor}$  = Valor mayor

$X_{menor}$  = Valor menor

#### 1.5.2.2. Intervalo de clase

A los números extremos y a los que se encuentran incluidos en ellos, se los define intervalos de clase.

#### 1.5.2.3. Ancho de intervalo

Cuando se trata de una serie estadística, el ancho del intervalo es un número entero o supuesto, de preferencia impar, a fin de que su marca de clase sea un número entero

$$i = L_s - L_i \quad (1.11)$$

$i$  = Ancho del intervalo

$L_s$  = Limite real superior

$L_i$  = Limite real inferior

#### 1.5.2.4. Marca de clase

Es el valor medio de cada intervalo. Para determinarlo se suman los valores extremos del intervalo y este resultado se divide para dos

$$Xm = \frac{li + ls}{2} \quad (1.12)$$

$Xm$  = Marca de clase

$li$  = Limite inferior del intervalo

$ls$  = Limite superior del intervalo

#### 1.5.2.5. Número de intervalos

Constituye un número entero que refleja la totalidad de clases. Para determinar el número de intervalos de una serie se divide la amplitud o recorrido para el ancho del intervalo y a este cociente se le adiciona la unidad.

$$ni = \frac{a}{i} + 1 \quad (1.13)$$

$ni$  = Numero de intervalos

$i$  = Ancho del intervalo

$a$  = amplitud

#### 1.5.2.6. Porcentaje de la frecuencia

Es el valor que corresponde a cada frecuencia y esta dado por cada 100 casos de un hecho investigado. Para el cálculo del porcentaje de la frecuencia se utiliza la fórmula

$$p = \frac{f * 100}{N} \quad (1.14)$$

$p$  = Porcentaje de la frecuencia

$f$  = Frecuencia

$N$  = Numero total de casos

#### 1.5.3. Muestra

**Definición.-** Es una parte de la población, de cuyo análisis se puedan obtener características que corresponden a la población.

### 1.5.4. Medidas de Tendencia Central

**Definición.-** Son aquellos valores promedios hacia los cuales tienden a acercarse o alejarse los demás valores que integran una serie.

Siendo los promedios los valores representativos de una serie.

#### 1.5.4.1. Media Aritmética

Es la suma de varios valores dividida por el número de ellos. Por definición esta constituye una medida de concentración, **siendo por otro lado el valor más representativo de la serie.**

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \quad (1.15)$$

$\bar{X}$  = Media aritmética

$\sum x$  = Sumatoria de los valores de x

N = Numero de casos

Las aplicaciones son:

- ◆ Para obtener un promedio que tenga representatividad en la serie
- ◆ Para comparar dos o mas series
- ◆ Para aplicarla en el cálculo de otro tipo de medidas por ejemplo: medidas de dispersión, medidas de correlación, para verificación de hipótesis en las diferentes pruebas estadísticas.

#### 1.5.4.2. Mediana

Es una medida de tendencia central que ocupa el centro de una serie, ordenada en sentido ascendente o descendente

Se utiliza para:

- ❖ Encontrar el valor central de la serie
- ❖ Dividir el área del polígono en dos partes iguales

- ❖ Encontrar un promedio más fiable en cierto tipo de variables como: Salarios, estaturas, etc. Ya que no influyen en esta determinación los valores extremos muy grandes o muy pequeños

### 1.5.4.3. Moda

Es el valor que corresponde a la mayor frecuencia, en otras palabras es el valor mas frecuente, o que mayor número de veces se repite en la serie.

## 1.5.5. Medidas De Dispersión

### 1.5.5.1. Desviación típica o estándar

Es la medida de dispersión más fiable y se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las desviaciones, o lo que es lo mismo, como la raíz cuadrada de la varianza.

Para efectos de calculo de la desviación típica de una serie estadística, podemos hacer uso de la formula

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} \quad (1.16)$$

$\sigma$  = Desviación típica

$\sum d^2$  = Sumatoria de las desviaciones al cuadrado

$N$  = Numero total de casos

$$d = x - \bar{X} \quad (1.17)$$

$$d^2 = (x - \bar{X})^2 \quad (1.18)$$

Sus aplicaciones son:

- ∇ La desviación típica es el promedio más fiable y de uso más frecuente en el análisis e interpretación de una curva normal
- ∇ La media aritmética y la desviación típica son medidas necesarias y suficientes para determinar una curva normal

- ∇ Es la medida de dispersión más importante y tiene muchas aplicaciones en la estadística inductiva o inferencial.

## 1.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA PREDICCIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA

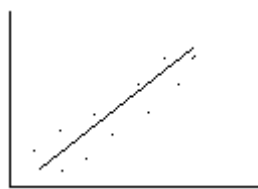
### 1.6.1. Ajuste de Curvas y el Método de Mínimos Cuadrados

#### 1.6.1.1. Ajuste de curvas.

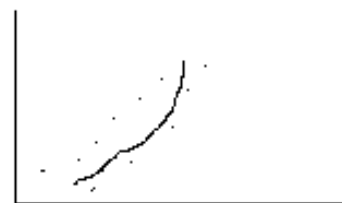
Para hallar una ecuación que relacione las variables, el primer paso es recoger datos que muestren valores correspondientes de las variables bajo consideración. Así por ejemplo, supongamos que  $X$  e  $Y$  denotan respectivamente, la altura y el peso de personas adultas; entonces una muestra de  $N$  individuos revelaría las alturas  $X_1, X_2, \dots, X_N$  Y los pesos correspondientes  $Y_1, Y_2, \dots, Y_N$ .

El próximo paso es marcar los puntos  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_N, Y_N)$  sobre un sistema de coordenadas rectangulares. El conjunto de puntos resultante se llama a veces un diagrama de dispersión.

A partir del diagrama de dispersión es posible, con frecuencia visualizar una curva suave que aproxima los datos. Tal curva se llama una curva aproximante en la Fig. 2 por ejemplo los datos parecen aproximarse bien a una línea recta y decimos que hay una relación lineal entre las variables. En la Fig. 3 sin embargo, aunque existe una relación entre las variables, no es lineal, y se dice que es una relación no lineal



**Fig. 2:** Relación Lineal



**Fig. 3:** Relación no Lineal

El problema general de hallar ecuaciones de curvas aproximantes que se ajusten a un conjunto de datos se llama ajuste de curvas.

### 1.6.1.2. Ecuaciones de curvas aproximantes

Varios tipos de curvas aproximantes y sus ecuaciones se representan en la lista. Todas las letras excepto X e Y representan constantes. Las variables X e Y se llaman variable independiente y dependiente respectivamente, aunque estos papeles se pueden intercambiar.

Línea recta.-  $Y = a_0 + a_1X$

Parábola o curva cuadrática.-  $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2$

Curva cúbica.-  $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3$

Curva Cuártica.-  $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + a_4X^4$

Curva de grado n.-  $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + \dots + a_nX^n$

Los lados derechos de las ecuaciones anteriores se llaman polinomios de grado uno, dos, tres, cuatro y n respectivamente. Las funciones definidas por las cuatro primeras ecuaciones se llaman a veces funciones lineal, cuadrática, cubica, cuártica, respectivamente.

### 1.6.1.3. La Recta

El tipo mas sencillo de curva aproximante es una línea recta, cuya ecuación puede escribirse.

$$Y = a_0 + a_1X \quad (1.19)$$

Dados cualesquiera:  $(X_1, Y_1)$  y  $(X_2, Y_2)$  sobre la recta, se pueden determinar las constantes  $a_0$  y  $a_1$ . La ecuación así obtenida se puede expresar.

$$Y - Y_1 = \left[ \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \right] (X - X_1) \text{ o sea } Y - Y_1 = m(X - X_1) \quad (1.20)$$

Donde

$$m = \left[ \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \right] \quad (1.21)$$

Se llama pendiente de la recta y representa el cambio en Y dividido por el correspondiente cambio en X.

Cuando la ecuación se escribe en la forma  $Y = a_0 + a_1X$ , la constante  $a_1$  es la pendiente m. La contante  $a_0$ , que el valor de Y cuando  $X=0$ , se llama la Y intersección.

#### 1.6.1.4. El Método de Mínimos Cuadrados

Para evitar juicios subjetivos a construir rectas, parábolas, u otras curvas aproximantes de curvas de datos, es necesario acordar una definición de “recta de mejor ajuste”, “parábola de mejor ajuste”, etc.

Para ir hacia tal definición, consideremos la Fig. 4, en la cual los puntos dato vienen dados por,  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_N, Y_N)$ . Para un valor de X, digamos que  $X_1$ , habrá una diferencia entre el valor  $Y_1$  y el correspondiente valor deducido de la curva C. como enseña la Fig. 4 denotamos esta diferencia por  $D_1$ , que se llama a veces desviación, error o residual, y puede ser positiva negativa o nula. Análogamente, asociados a los datos,  $X_2 \dots X_N$  se obtienen desviaciones  $D_2 \dots D_N$ .

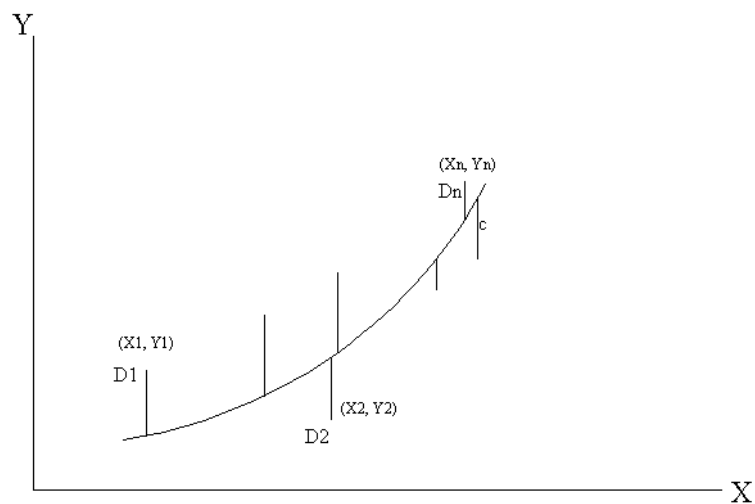


Fig. 4. Curva de Datos



Una medida de la “bondad de ajuste” de la curva C de los datos dados viene proporcionada por la cantidad  $D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_N^2$ . Si es pequeña, el ajuste es bueno; si es grande el ajuste es malo.

**Definición.** De todas las curvas que aproximan un conjunto dado de datos, la que tiene la propiedad de que  $D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_N^2$  es mínimo se llama una curva de ajuste óptimo.

Una tal curva se dice que ajusta los datos en el sentido de mínimos cuadrados y se llama una curva de mínimos cuadrados. Así pues, una recta con esta propiedad se llama recta de mínimos cuadrados, una parábola con esa propiedad se llama parábola de mínimos cuadrados, etc.

Es habitual emplear la definición precedente cuando X es la variable independiente e Y la dependiente. Si la variable dependiente es X, la definición se modifica considerando desviaciones horizontales en lugar de verticales, lo que viene a ser como intercambiar los ejes X e Y. Estas dos definiciones conducen, en general a curvas distintas de mínimos cuadrados, salvo que se especifique lo contrario, consideraremos a Y como la variable dependiente y a X como la independiente.

Es posible definir otras curvas de mínimos cuadrados considerando distintas perpendiculares desde cada uno de los puntos de la curva en vez de distancias horizontales o verticales pero no son de uso común.

### 1.6.1.5. La Recta de Mínimos Cuadrados

La recta de mínimos cuadrados que aproxima el conjunto de puntos  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_N, Y_N)$ . tiene por ecuación  $Y = a_0 + a_1 X$

Donde las constantes  $a_0$  y  $a_1$  quedan fijadas por resolver simultáneamente las ecuaciones

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum X \quad (1.22)$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 \quad (1.23)$$

Que se llaman las ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados. Las constantes  $a_0$  y  $a_1$  se pueden hallar si se desea por las formulas.

$$a_0 = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (1.24)$$

$$a_1 = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (1.25)$$

Las ecuaciones normales son fáciles de recordar que la primera se obtiene formalmente sumando en ambos lados o sea  $\sum Y = \sum (a_0 + a_1 X) = a_0 N + a_1 \sum X$ , mientras la segunda se obtiene formalmente multiplicando ambos lados por X y sumando después o sea  $\sum XY = \sum X(a_0 + a_1 X) = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2$  nótese que esto no es una deducción de las ecuaciones normales, sino solo una forma de recordarlas.

El trabajo requerido para encontrar la recta de mínimos cuadrados se puede aliviar en ocasiones transformando los datos de manera que  $X = X - \bar{X}$  e  $y = Y - \bar{Y}$ . La ecuación de la recta de mínimos cuadrados se puede escribir entonces.

$$y = \left( \frac{\sum xy}{\sum x^2} \right) x \quad \text{o} \quad y = \left( \frac{\sum xY}{\sum x^2} \right) x \quad (1.26)$$

En particular, si X es tal que  $\sum X = 0$  (es decir,  $\bar{X} = 0$ ) esto se convierte en

$$Y = \bar{Y} + \left( \frac{\sum XY}{\sum X^2} \right) X \quad (1.27)$$

La ecuación (26) implica que  $y = 0$  cuando  $x = 0$ ; así que la recta de mínimos cuadrados pasa por el punto  $(\bar{X}, \bar{Y})$ , llamado centroide o centro de gravedad de los datos.

Si se toma X como la variable dependiente, escribimos como  $X = b_0 + b_1 Y$ . Entonces los resultados anteriores son validos si se intercambian X e Y y se sustituyen  $a_0$  y  $a_1$  por  $b_0$  y  $b_1$  respectivamente. La recta de los mínimos cuadrados resultante, sin embargo no es la misma obtenida antes.

### 1.6.1.6. Regresión

A menudo deseamos estimar, basados en datos de una muestra, el valor de una variable Y correspondiente a un valor dado de la variable X. Ello se puede hacer estimando el valor de Y mediante una curva de mínimos cuadrados que ajuste los datos. La curva resultante se llama una curva de regresión de Y sobre X, ya que Y se estima a partir de X.

Si queremos estimar el valor de X a partir de un valor dado de Y, hemos de usar una curva de regresión de X sobre Y, que viene a ser un intercambio de las variables en el diagrama de dispersión de modo que X sea la variable dependiente e Y la independiente. Esto equivale a sustituir las desviaciones verticales en la definición de la curva de mínimos cuadrados por desviaciones horizontales.

En general, la recta o curva de regresión de Y sobre X no es la misma que la de X sobre Y.

### 1.6.1.7. Aplicaciones A Series en el Tiempo

Si la variable independiente X es el tiempo, los datos muestran los valores de Y en varios instantes.

Datos ordenados en el tiempo se llaman series en el tiempo. La recta o curva de regresión de Y sobre X en este caso se suele llamar una recta o curva de tendencia, y se utilizan en estimación y predicción.

### 1.6.1.8. Problemas en más de dos Variables

Los problemas que involucran a más de dos variables pueden tratarse de manera análoga a los de dos variables. Por ejemplo, puede haber una relación entre tres variables X, Y y Z descrita por la ecuación

$$Z = a_0 + a_1X + a_2Y \quad (1.28)$$

Que se llaman una ecuación lineal en las variables X, Y y Z.

En un sistema de coordenadas rectangulares tridimensional esa ecuación representa un plano, y los puntos  $(X_1, Y_1, Z_1), (X_2, Y_2, Z_2) \dots (X_N, Y_N, Z_N)$  de la muestra pueden “dispersarse” no lejos de ese plano que se llama plano aproximante.

Por extensión del método de mínimos cuadrados, podemos hablar de un plano de mínimos cuadrados que aproxima los datos. Si estamos estimando  $Z$  a partir de los valores  $X$  e  $Y$ , se le llama un plano de regresión de  $Z$  sobre  $X$  e  $Y$ . Las ecuaciones normales correspondientes al plano de mínimos cuadrados vienen dados por.

$$\sum Z = a_0 N + a_1 \sum X + a_2 \sum Y \quad (1.29)$$

$$\sum XZ = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum XY \quad (1.30)$$

$$\sum YZ = a_0 \sum Y + a_1 \sum XY + a_2 \sum Y^2 \quad (1.31)$$

Y se pueden memorizar como obtenidas multiplicando por 1,  $X$ ,  $Y$  sucesivamente y sumando después.

Cabe considerar también ecuaciones más complicadas que representan superficies de regresión. Si el número de variables es mayor que 3 se pierde la intuición geométrica ya que se requieren espacios de cuatro, cinco, ... dimensiones.

### 1.6.1.9. Teoría de la Correlación

#### 1.6.1.9.1. Correlación y Regresión

El problema de la regresión o estimación de una variable (variable dependiente) de una o mas variables relacionadas (las variables independientes). El problema cercano de la correlación, o grado de interconexión entre variables una ecuación lineal o de cualquier otro tipo.

Si todos los valores de las variables satisfacen una ecuación exactamente, decimos que las variables están perfectamente correlacionadas o que hay correlación perfecta entre ellas. Así las Circunferencias  $C$  y los radios  $r$  de todos los círculos están perfectamente correlacionados porque  $C = 2\pi r$ . Si se lanzan dos dados 100 veces, no hay relación entre las puntuaciones de ambos dados (a menos que estén trucados) es decir, no están

en correlación. Variables tales como el peso y la altura de las personas tienen una cierta correlación.

Cuando solo están en juego dos variables, hablamos de correlación simple y regresión simple. En otro caso, se habla de correlación múltiple y regresión múltiple.

### 1.6.1.9.2. Correlación Lineal

Si X e Y son las dos variables en cuestión, un diagrama de dispersión muestra la localización de los puntos (X, Y) sobre un sistema rectangular de coordenadas. Si todos los puntos del diagrama de dispersión parecen estar en una recta como la fig. 5 y 6, la correlación se llama lineal. En tales casos una ecuación lineal es adecuada a efectos de regresión (estimación).



**Fig. 5:** Correlación Lineal Negativa

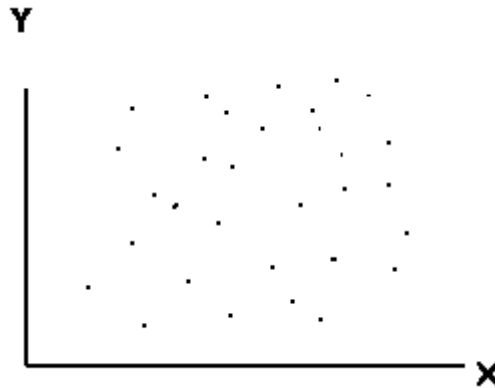


**Fig. 6:** Correlación Lineal Positiva

Si Y tiende a crecer cuando X crece, como en la figura 6 la correlación se dice positiva directa. Si Y tiende a decrecer cuando X crece, como en la figura 5 la correlación se dice negativa o inversa.

Si todos los puntos parecen estar sobre una cierta curva, la correlación se llama no lineal, y una ecuación no lineal será apropiada para la regresión. Es claro que la correlación no lineal puede ser positiva o negativa.

Si no hay relación entre las variables, como en la fig. 7 decimos que no hay correlación entre ellas.



**Fig. 7:** Sin Correlación

### 1.6.1.9.3. Medidas de Correlación

Podemos determinar de forma cualitativa con que precisión describe una curva dada la relación entre variables por observación directa del propio diagrama de dispersión. Por ejemplo, se ve que una recta es mucho mas conveniente para describir la relación entre X e Y para los datos de la fig. 6 que para los de la fig. 5 porque hay menos dispersión relativa a la recta de la fig. 6. Si hemos de enfrentarnos al problema de la dispersión de los datos muestrales respecto de rectas o curvas de modo cuantitativo, será necesario definir medidas de correlación.

### 1.6.1.10. Variación explicada y variación inexplicada

La variación total de Y se define como  $\sum (Y - \bar{Y})^2$ , esto es la suma de los cuadrados de las desviaciones de los valores de Y respecto de la media Y.

$$\sum (Y - \bar{Y})^2 = \sum (Y - Y_{est})^2 + \sum (Y_{est} - \bar{Y})^2 \quad (1.32)$$

El primer termino de la derecha en la ecuación se llama la variación explicada mientras que el segundo se llama variación inexplicada (porque las desviaciones  $Y_{est} - \bar{Y}$  tienen un esquema definido mientras que las desviaciones  $Y - Y_{est}$  se comportan de modo caótico, impredecible). Resultados similares son validos para la variable X .

### 1.6.1.11. Coeficiente de correlación

El coeficiente entre la variación explicada y la variación total se llama *coeficiente de determinación*. Si la variación explicada es cero (o sea toda la variación es variación inexplicada), ese cociente es cero. Si la variación inexplicada es cero (o sea toda la variación es explicada) el cociente es uno. En los demás casos, esta entre cero y uno. Como nunca es negativo, denotaremos ese cociente por  $r$ . La cantidad  $r$ , llamada coeficiente de correlación viene dada por.

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{Variacion..explicada}}{\text{Variacion..total}}} = \pm \sqrt{\frac{\sum (Y_{est} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (1.33)$$

Y varía entre -1 y +1 .Se usan los signos más y menos para las correlaciones positivas y negativas respectivamente. Nótese que  $r$  es una cantidad a dimensional, es decir, no depende de las unidades empleadas

## 1.6.2. METODO DE LA EVALUACION DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGIA A LARGO PLAZO

### 1.6.2.1. Características del Comportamiento de la Carga

La carga crece o decrece debido únicamente a dos razones:

- ◆ Variación en el número de usuarios de la energía eléctrica
- ◆ Variación en el uso de la electricidad

La variación más común se produce por el incremento de nuevos abonados, especialmente en sistemas no saturados

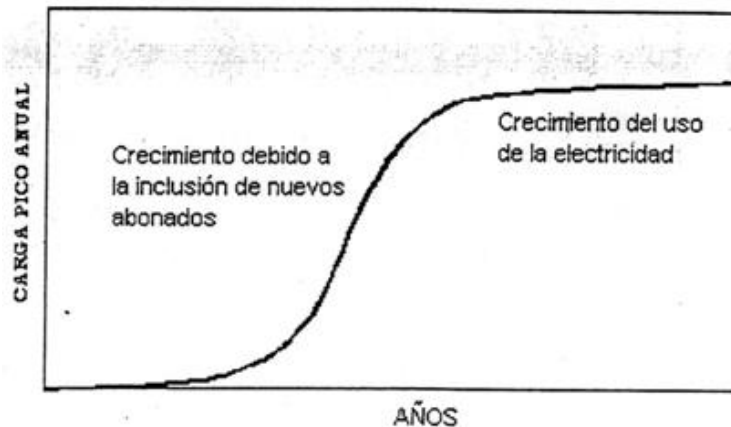
### 1.6.2.2. Crecimiento de la carga

Observado en forma global, la carga se presenta generalmente creciente en el tiempo, no obstante, si es analizado dentro de un área geográfica pequeña, su comportamiento de crecimiento puede ser distinto.

El comportamiento histórico de la carga se aproxima a una curva en forma de S cuando el tamaño de un área pequeña se disminuye gradualmente. El crecimiento puede dividirse en tres partes:

- ∇ Bajo crecimiento.- Es la parte inicial de la curva y representa un crecimiento mínimo dentro del área.
- ∇ Crecimiento alto.- Se debe principalmente a un rápido incremento de nuevos abonados al comienzo del desarrollo del área.
- ∇ Saturación.- En esta etapa, el crecimiento de la carga es moderada y el crecimiento por la inclusión de nuevos abonados es mínimo, debiéndose básicamente al crecimiento en el uso de la electricidad.

En la gráfica siguiente se observa en forma ilustrativa el comportamiento histórico del crecimiento de la carga en un área pequeña. Dentro del crecimiento de la carga, el comportamiento de variación de la carga es fácilmente observable



**Gráfico:** Crecimiento de la Carga

### 1.6.2.3. Análisis de la curva de carga

Los programas de manejo de la demanda y ahorro energético pueden disminuir los requerimientos, especialmente en la demanda máxima. El análisis detallado de la curva de carga permitirá analizar los usos finales en donde es posible implementar programas de manejo de la demanda que permitan la reducción de la demanda en la hora pico o que su demanda máxima sea desplazada a otro punto dentro de la curva. Tanto los programas de manejo de la demanda como los de ahorro de energía, aplicados adecuadamente, permitirán el diferimiento de inversiones



#### 1.6.2.4. Series de Tiempo - Métodos de Tendencia

Se basan en la extrapolación del crecimiento de carga ocurrida en el pasado mediante el ajuste a una función. Los registros de las series de tiempo son analizados para determinar un patrón de comportamiento, el cual se supone que se repetirá en el futuro. Por lo tanto, los impactos de cualquier decisión en la administración de la demanda, no podrán ser pronosticados mediante la aplicación de estos métodos. Sin embargo, las series de tiempo tienen características importantes:

- ✓ Primero, son relativamente económicos en su aplicación, normalmente requieren los registros de potencia máxima y de energía, número de abonados, y similares que se pueden obtenerse fácilmente.
- ✓ Segundo, las necesidades computacionales son bajas.
- ✓ Por último, se obtienen resultados aceptables para la proyección a mediano plazo.

#### 1.6.2.5. Análisis de Tendencias

De la observación de una variable expresada como una función del tiempo esta puede ser creciente, decreciente o constante. Si el error introducido en la serie es considerable tal que no sea posible identificar el comportamiento por simple observación, la serie deberá ser previamente suavizada. Sin embargo la serie puede tener otros patrones identificables como son las variaciones cíclicas.

Para simplificar el análisis se asumirá en primer lugar que en la serie existe únicamente el comportamiento de tendencia ya sea creciente o decreciente.

En estas condiciones la relación entre variables dependientes y la variable dependiente podrá ser representada por una función, que los casos más simples, será lineal.

#### 1.6.2.6. Ajuste a una Función Mediante Regresión Múltiple

El objetivo general de la regresión múltiple es analizar las relaciones entre variables independientes y una variable dependiente. El análisis de la regresión múltiple está enfocado hacia estudios de predicciones futuras y ante la variedad de

fenómenos presentes en la naturaleza, se han desarrollado también una variedad muy amplia de procedimientos, entre las cuales se deberá determinar el método que más identifique los patrones de comportamiento de las observaciones.

Las funciones que determinan la relación entre las variables independientes y la variable dependiente se denomina ecuación de regresión. Cuando la relación entre las variables es lineal, la ecuación de regresión se expresa como sigue:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (1.34)$$

Donde:  $x_1, x_2, x_n$ , son las variables independientes,  $y$  es la variable dependiente y  $b_0, b_1, b_2, b_n$  son constantes denominados coeficientes de regresión que hay que determinar del conjunto de observaciones.

El caso más simple de regresión es el análisis de la relación entre una variable independiente y una variable dependiente. La relación entre estas variables puede ser de dos tipos: lineal y no lineal. Si la relación es lineal, entonces la relación entre las dos variables se representa como sigue:

$$y = a + bx \quad (1.35)$$

Donde:  $x$  es la variable independiente,  $y$  es la variable dependiente y  $a, b$ , son los coeficientes de regresión

Las relaciones entre variables se determinan básicamente por un ajuste mediante mínimos cuadrados. Sin embargo, puesto que la naturaleza de los fenómenos son raramente predecibles y en general las observaciones contienen fluctuaciones que no son fácilmente (y a veces nunca) identificadas, siempre existen valores residuales entre la secuencia, resultado de las regresiones y la variable dependiente observada. El análisis de los valores residuales establecerán finalmente la conveniencia o no de la aplicación de un método en particular. Los valores residuales pueden ser analizados mediante el error cuadrático medio, la varianza, entre otros, los cuales dan una buena idea de la variabilidad de los valores residuales. Usualmente, se puede utilizar la correlación para medir el grado en el que están relacionadas las variables independientes y la variable dependiente. Sin embargo, es importante mencionar que lo que finalmente interesa no es la determinación de la función que más se ajuste al comportamiento histórico, sino aquella que permita predecir un

comportamiento futuro aceptable.

### 1.6.2.7. Estimaciones no lineales

Se podría decir que las estimaciones no lineales o regresiones no lineales es el caso general en donde se analiza las relaciones entre un conjunto de variables independientes y una variable dependiente y dentro del cual están las regresiones múltiples, en la que se asume que las relaciones entre variables son lineales por naturaleza. En las estimaciones no lineales la naturaleza de la relación entre variables se puede especificar como una función logarítmica, exponencial, una relación compleja entre las variables, etc. Los modelos de regresión pueden ser expresados por la siguiente relación:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.36)$$

Con frecuencia y siempre que sea posible, se prefiere que los modelos no lineales sean transformados en modelos lineales. La regresión múltiple es mejor entendida desde el punto de vista matemático y permite una interpretación más clara de los fenómenos.

### 1.6.2.8. Ajuste a Una Curva Polinomial

Un ajuste mediante una curva polinomial permite encontrar la función de grado  $m$  mediante una regresión múltiple y que más se ajuste a los datos históricos utilizados para la proyección. Este polinomio tiene la siguiente forma:

$$\text{Pr}(t) = a_{0r}t^0 + a_{1r}t^1 + a_{2r}t^2 + \dots + a_{mr}t^m \quad (1.37)$$

$$\text{Pr}(t) = \sum_{k=0}^m c_{kr}t^k \quad (1.38)$$

Para un sistema con  $r = 1, 2, 3, \dots, R$  áreas (alimentadores o subestaciones),  $c_{kr}$  representa los coeficientes para el área  $r$  en el año  $t$ . El superíndice  $m$  indica el grado del polinomio. Como existen  $r$  áreas distintas, entonces habrá  $R$  grupos de coeficientes correspondientes a estas áreas que se utilizarán para la proyección.

Los coeficientes  $c_{kr}$  de la ecuación (1.38) se calculan mediante la siguiente expresión:

$$C_{kr} = [P^T P]^{-1} * P^T Q_r \quad (1.39)$$

La matriz P está en función del grado de la ecuación y la matriz Q en función del número de datos históricos que se está considerando para la proyección. La matriz P tiene la siguiente forma:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & P_{1(m+1)} \\ P_{21} & P_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & P_{2(m+1)} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{l1} & P_{l2} & \cdot & \cdot & \cdot & P_{l(m+1)} \end{bmatrix}$$

Donde sus coeficientes se determinan por:

$$P_{ij} = (i)^{(i+1-j)} \quad i = 1,2,3..l$$

$$j = 1,2,3...(m+1)$$

*l = indica.el.numero.de.datos.historicos*

La matriz Q tiene la siguiente forma:

$$Qr = \begin{bmatrix} qr(1) \\ qr(2) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ qr(l) \end{bmatrix}$$

Donde sus coeficientes corresponden al dato de números históricos (numero de años), de demanda máxima. Así, si la proyección se realiza este año, el primer elemento de la matriz Q, qr (1), representa el primer dato histórico mas reciente.

Si por ejemplo si los datos históricos que se han registrado corresponden a 10 años en el pasado y se desea ajustar estos datos a un polinomio de tercer grado (cuatro coeficientes), para proyectar la carga algunos años en el futro, pero por alguna razón el dato correspondiente al tercer año histórico no esta disponible; la matriz P y Q a

plantearse será:

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 8 & 4 & 2 & 1 \\ 67 & 16 & 4 & 1 \\ 125 & 25 & 5 & 1 \\ 216 & 36 & 6 & 1 \\ 343 & 49 & 7 & 1 \\ 512 & 64 & 8 & 1 \\ 729 & 81 & 9 & 1 \\ 1000 & 100 & 10 & 1 \end{bmatrix} \quad Qr = \begin{bmatrix} qr(1) \\ qr(2) \\ qr(4) \\ qr(5) \\ qr(6) \\ qr(7) \\ qr(8) \\ qr(9) \\ qr(10) \end{bmatrix}$$

Resolviendo la ecuación planteada para las matrices P y Q, se determinan los coeficientes de la ecuación.

Cuando  $t = 11$  se tendrá el primer valor de la demanda máxima proyectada que corresponderá al año uno en el periodo de proyección y así sucesivamente.

### 1.6.2.9. Proyección Global de Clientes

Tiene por objeto determinar el número global de clientes que existirán en el sistema para los años de estudio. Existen muchas formas de determinar los futuros abonados dentro de un sistema, la más sencilla proyecta los clientes basándose en índices de crecimiento que pueden obtenerse de la relación abonados servidos por número de habitantes; el número de habitantes futuros se obtiene con cierto detalle de las proyecciones que realizan entidades dedicadas al estudio del crecimiento poblacional.

## 1.7. ANALIZADORES DE LA CALIDAD DE ENERGIA

### 1.7.1. TOPAS 1000

El aparato TOPAS 1000 está concebido para la comprobación de sistemas monofásicos, bifásicos, trifásicos, hexafásicos y de sistemas polifásicos.

#### 1.7.1.1. Alcance del Suministro

El equipo básico del TOPAS 1000 se compone de:

- 1 Cable RS 232
- 1 Convertidor de conectores 9/25 para el RS 232
- 1 Cable Ethernet para conectar en paralelo con clavijas blanca y metálica.
- 1 Adaptador para el cable Ethernet
- 1 Cable Ethernet con un par baidado clavijas rojas.
- 1 Cable de alimentación de red

#### 1.7.1.2. Instrucciones Resumidas

##### Conexión del TOPAS 1000

- ∇ El TOPAS 1000 viene equipado con un cable de alimentación para su conexión en una base de enchufe con tensión alterna de 100...240 V, 45...65 Hz
- ∇ Conectar dicho cable primero en la entrada de la parte superior del analizador de la calidad del suministro y después en la fuente de la red.
- ∇ Enchufar los cables de las tenazas a perimétricas y/o los cables de toma de tensión en sus respectivas tomas de los canales de entrada, que se hallan a izquierda y derecha del aparato. Tales sensores deben ser conectados de forma, que la etiqueta en el terminal del cable apunte hacia el lado delantero.
- ∇ Seguidamente hay que asegurar dicha conexión girando el terminal de bayoneta en sentido contrario a las agujas del reloj hasta que enclave. Como máximo hay que enchufar 8 sensores.
- ∇ En cuanto a la comunicación con un PC, se dispone de un interface Ethernet y de un RS 232 y es el Ethernet el que se emplea de forma estandarizada para comunicarse con el TOPAS 1000. Ambos se encuentran a la izquierda en la parte superior del aparato protegidos por una tapa, que habrá de retirarse para

poder enchufar la clavija. El interfaz serial. deberá emplearse solamente, cuando no sea posible utilizar el Ethernet.

- ∇ Antes de conectar el .interfaz serial. habrá que abrir la tapa en la parte superior, pulsando en el punto marcado con **.PUSH.**, para después enchufar la clavija del cable.
- ∇ Una vez conectado el TOPAS 1000 con el PC, se podrá establecer la comunicación entre ambos.
- ∇ Este analizador viene equipado con un circuito de conexión Twisted Pair (par bailado) y a tal efecto solo deberá utilizarse el cable suministrado. Si se trata de la comunicación en una red punto a punto, habrá que conectar ambos cables en serie con la ayuda del adaptador de Ethernet también suministrado. Si la comunicación fuese hacia red informática, emplear solo un cable. Las conexiones hay que realizarlas así, porque en el caso de la comunicación punto a punto, hay que utilizar un cable que cruce un par, mientras que si se trata de una red no es necesario.
- ∇ El TOPAS 1000 ya se halla listo para su puesta en servicio y para ello hay que bascular la palanca del interruptor de .O. a .I...



**Fig. 8** Topas 1000

### 1.7.1.3. Identificación de LEDs

El TOPAS va equipado con un LED de red que nos indica el estado de la alimentación. Los 8 Leeds de canales informan respecto al estado de los canales de entrada.

#### LED de red

- ∇ **Luz permanente** significa alimentación limpia desde la red
- ∇ **Parpadeo** significa, que la alimentación procede del acumulador

## Leeds de canales

- ▽ **Luz corta** significa que .hay avería., es decir que .no hay señal.
- ▽ **Corto apagón** significa .señal demasiado alta.
- ▽ **Luz permanente** indica, que se han conectado los sensores correctos y que el canal está en orden
- ▽ **Parpadeo rápido** señala que, los .sensores están mal conectados. o que no están conectados.

### 1.7.1.4. Diagramas de conexión

¡Atención!, en el conexionado del Analizador de redes, solo se debe utilizar los cables de medida contenidos en el suministro.

Conectar los sensores según las flechas del sentido de la corriente, marcadas en el diagrama.

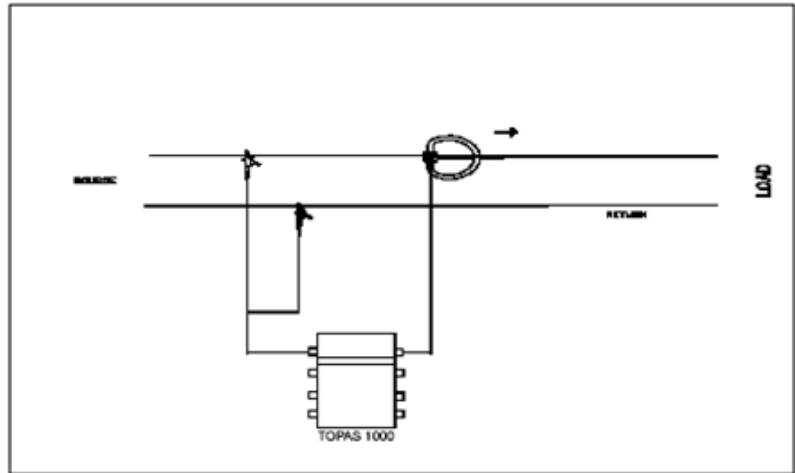
Utilizar el canal .4. como canal de mando para el disparo (trigger) externo.

En la medición en triángulo a tres hilos los transitorios se capturan entre .r. y la masa del aparato. .r. = cable de medida rojo de 4 mm de los sensores de tensión.

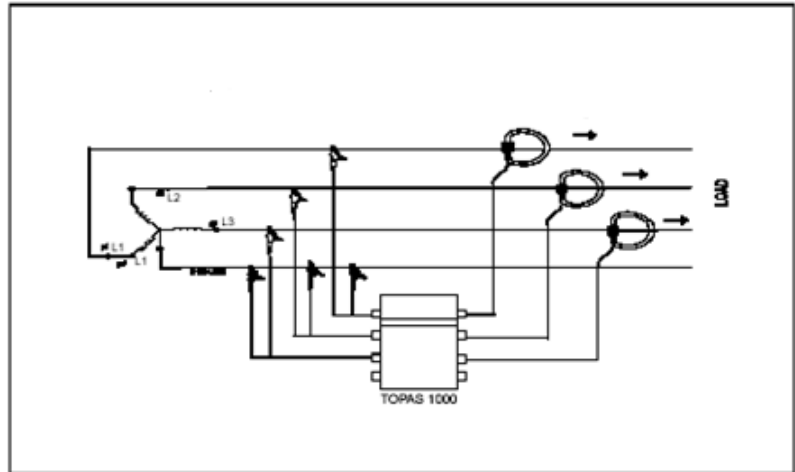


**Fig. 9** Conectores Topas 1000



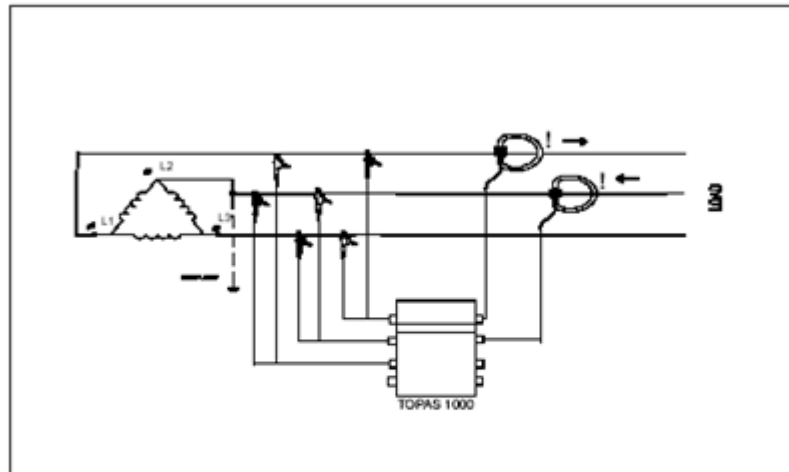


Medición monofásica

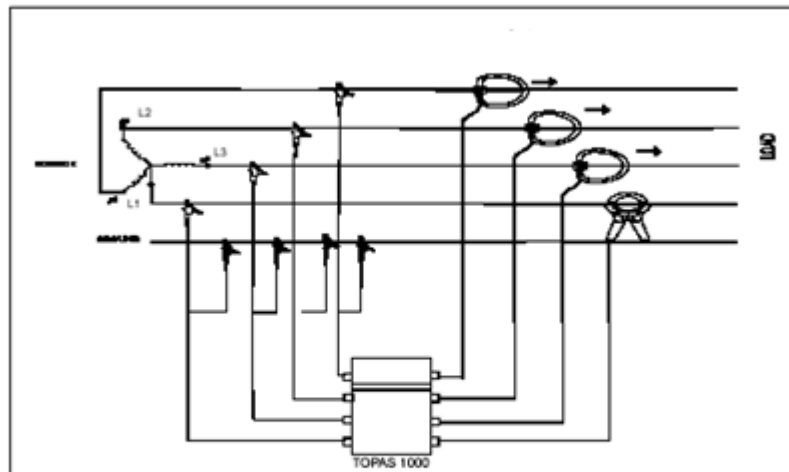


Medición a 3 vatímetros y 4 hilos

**Fig. 10** Medición Monofásica y Trifásica



Medición trifásica a 3 hilos



Medición trifásica 4 hilos, sobre tierra

**Fig. 11** Medición Trifásica a Tres Hilos y Cuatro Hilos

### 1.7.1.5. Programación

#### Seleccionar aparato de medida

La comunicación con el TOPAS 1000 se puede realizar mediante Ethernet, comunicación directa serial o Modem. Para establecer la comunicación con el TOPAS 1000 hay que llamar primero al menú .Elegir Estación Transfer...

## 1.7.2. MEMOBOX 300

### 1.7.2.1. Generalidades

**MEMOBOX 300 smart** es un aparato de medición para el control de la calidad de la tensión y para la localización de perturbaciones en redes de baja y media tensión.

**MEMOBOX 300 smart** mide hasta tres tensiones y hasta cuatro corrientes.

Respecto a las funciones de medición, **MEMOBOX 300 smart** está disponible en dos versiones:

**Versión P** o **versión Q**, para redes de **50Hz** ó **60Hz**.

Los valores medidos se guardan en la memoria como valores promedio dentro de periodos programados. Estos valores pueden evaluarse numéricamente en un ordenador con ayuda del software **CODAM BASIC** o gráficamente mediante el **CODAM PLUS**

Una vez instalado el programa, en el menú de inicio de Windows, Opción programas, se encuentra una carpeta denominada CODAM Plus que posee un Icono denominado de la misma forma, CODAM Plus.

### 1.8. MÉTODO PARA LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA MAXIMA.

Este método nos sirve para alimentadores primarios hasta 15 años y para redes secundarias y transformadores de distribución hasta 10 años.

La fórmula para evaluar la demanda en el año n:

$$Dn = Do\left(1 + \frac{i}{100}\right)^n \quad (1.40)$$

$Dn$  = Demanda final en el año n

$Do$  = Demanda en el año inicial cero

$i$  = Taza de crecimiento poblacional por unidad en cada año

$$i = \sqrt[m]{\frac{Do}{Dn}} - 1 \quad (1.41)$$

## **2. DETERMINACION DE LA DEMANDA MAXIMA UNITARIA (DMU)**

### **2.1. Elección de los Clientes Representativos**

En la determinación de la DMU para las categorías A y B, estudiamos a dos urbanizaciones y una ciudadela las cuales se hallan definidas de acuerdo a normas de la EERSSA dentro de las categorías antes mencionadas.

Identificamos los circuitos primarios que alimentan a estos sectores (Urb. Rodríguez Witt alimentador Sur, Subestación San Cayetano; Urb. Estancia Norte alimentador Norte, Subestación San Cayetano; Cdla. Electricista Alimentador Pio Jaramillo, Subestación Sur)

Con los planos de las hojas de ruta de lectura ubicamos donde se encuentran las urbanizaciones y la ciudadela a investigar. Por ejemplo en la ciudadela del Electricista tenemos:

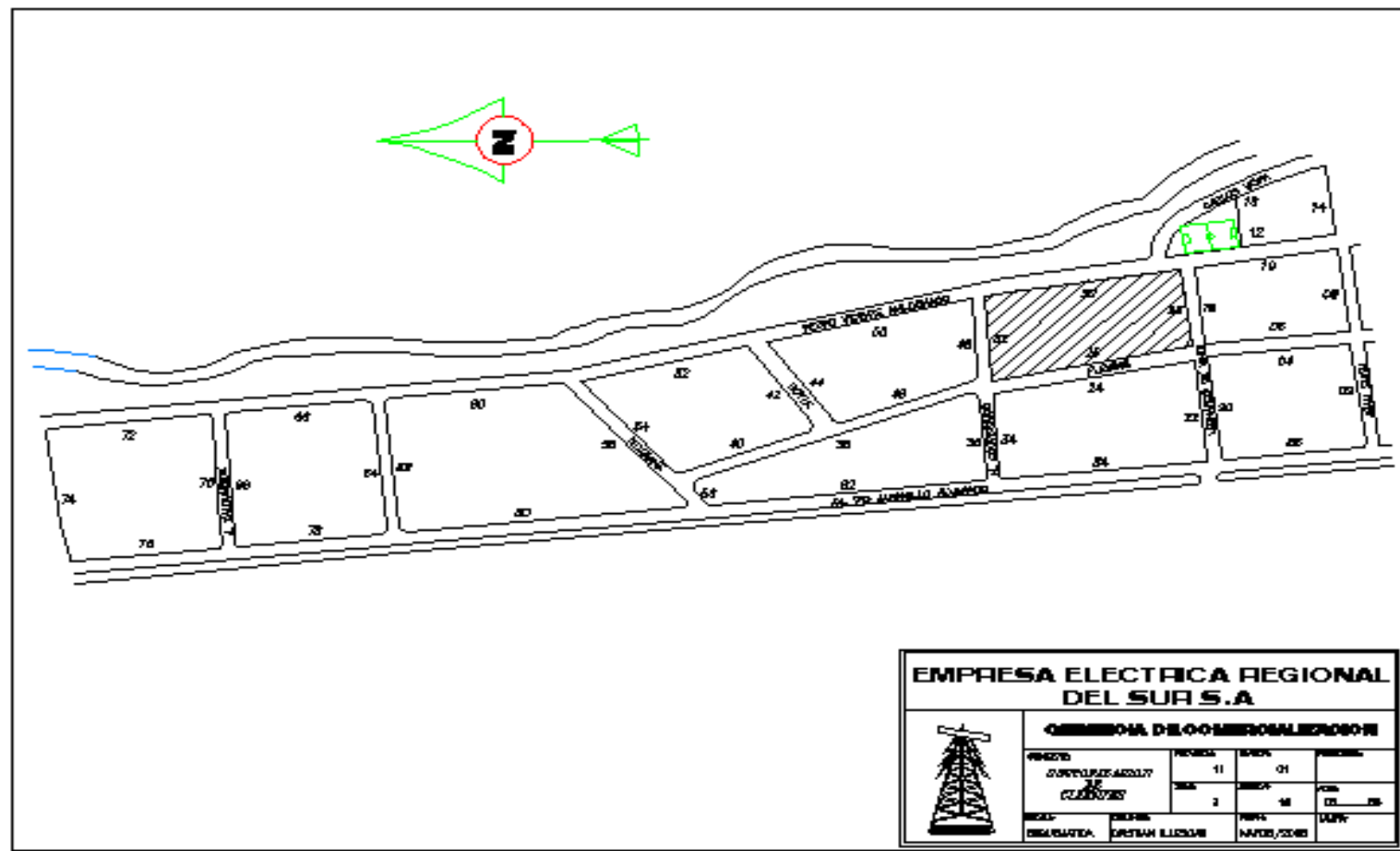


FIGURA 12. HOJA DE RUTA Cdla. ELECTRICISTA

Determinación de la Demanda Máxima Unitaria para los clientes residenciales de la ciudad de Loja, para las categorías A y B proyectada a 10 años caso práctico Urbanización Rodríguez Witt, Estancia Norte y ciudadela del Electricista

**TABLA 2 SECTORIZACION DE CLIENTES.**

CIUDADELA DEL ELECTRICISTA				
SEC. DE CLIENTES	DISTRITO	ZONA	SECTOR	GRUPO
LJ 031826	10	4	10	13
LJ 031828	10	4	10	14
LJ 031830	10	4	10	15
LJ 031832	10	4	10	16

Teniendo bien identificada la ubicación de los abonados se facilita la información estadística de consumo de energía, proporcionada en el Departamento de Sistemas.

Se realizó a continuación el levantamiento de los circuitos representativos para ubicar clientes con infraestructuras similares entre si, dejando de lado aquellos con abonados comerciales e industriales, ayudándonos de históricos de consumo soslayamos registros erróneos (debido a la mala facturación, consumos eventuales, alto margen de desviación estándar etc.).

**TABLA 3. ELECCION DEL TRANSFORMADOR REPRESENTATIVO**

Transformador	Medidor	Mínimo (kWh)	Máximo (kWh)	Promedio (kWh)	Desviación	Nº Registros
Circuito: N° 4  Pn = 25 kVA Nº Transf = 143 Vanos = 11 Abonados = 34 Ubicación: Cda. Del Electricista Calles: Leonardo Da Vinci y Pedro Vicente Maldonado	141717	0	12	1,7	3,4	25
	1220165	0	14	1,6	3,3	23
	180651	35	309	156,4	79,3	24
	25500	145	301	191,8	36,9	24
	200091	68	385	190,1	109,1	16
	26755	105	190	148,9	21,9	24
	25876	186	336	267,8	39,7	24
	25410	88	169	114,2	18,8	24
	1222105	78	243	125,8	42,8	23
	1230144	4	43	33,7	13,5	7
	1208030	42	119	79	18,4	24
	24354	116	269	183,2	38,4	24
	191172	123	222	161,4	27,4	24
	27034	20	342	171,6	66,8	24
	200659	180	444	354,9	58,6	24
	1209316	117	188	156,4	16,9	24
	142304	9	249	145,9	47,9	24
	27919	90	140	116,7	15	25
	1204309	102	212	154,7	31,5	24
	174939	167	362	247,6	60,3	24
	20899	121	211	164,8	23,3	24
	26379	84	381	150,6	72,3	24
	22721	0	315	134,3	58,7	24
	25195	103	172	139,3	19,6	24
	175383	26	131	85,7	31,1	24
	28334	104	177	149,2	16,2	23
	23731	226	344	288,9	30,4	24
	158252	0	115	45,2	42,9	24
	175770	8	15	81,3	33,9	24
	24305	118	290	202,4	24	25
	1218547	124	291	175,9	33,7	25
	1245794	7	126	99,3	36	10
	29477	7	266	145,5	85,2	20

La tabla 3 Muestra un transformador con 34 clientes residenciales con categorías A y B. Con históricos de consumo de los circuitos elegidos procedemos a identificar el cliente representativo.



**TABLA 4 HISTORICOS DE CONSUMO DE LOS CIRCUITOS REPRESENTATIVOS (Ciudadela el Electricista)**

Intervalos (kWh)	Marca de clase	Frecuencia(f)	Porcentaje ( f% )
457-506	481,5	1	0,82
407-456	431,5	1	0,82
357-406	381,5	1	0,82
307-356	331,5	4	3,3
257-306	281,5	8	6,6
207-256	231,5	12	9,9
157-206	181,5	17	14,04
107-156	131,5	33	27,3
57-106	81,5	23	19
007-056	31,5	21	17,4
<b>Total</b>		121	100

En la Tabla 4 Se muestra que el consumo común se encuentra en los intervalos de (107-156kWh) esto da la premisa para elegir el abonado representativo.

Al ordenar el promedio de consumo de cada uno de los clientes elegidos, obtuvimos la mediana de consumo cuyo valor es (138kWh), dato encontrado dentro de los intervalos (107-156kWh), resaltando la representatividad del circuito.

## 2.2. Medición en Campo

La fase de medición empieza con la instalación de los equipos en los transformadores elegidos como representativos (MEMOBOX 300 Y Topas 1000).

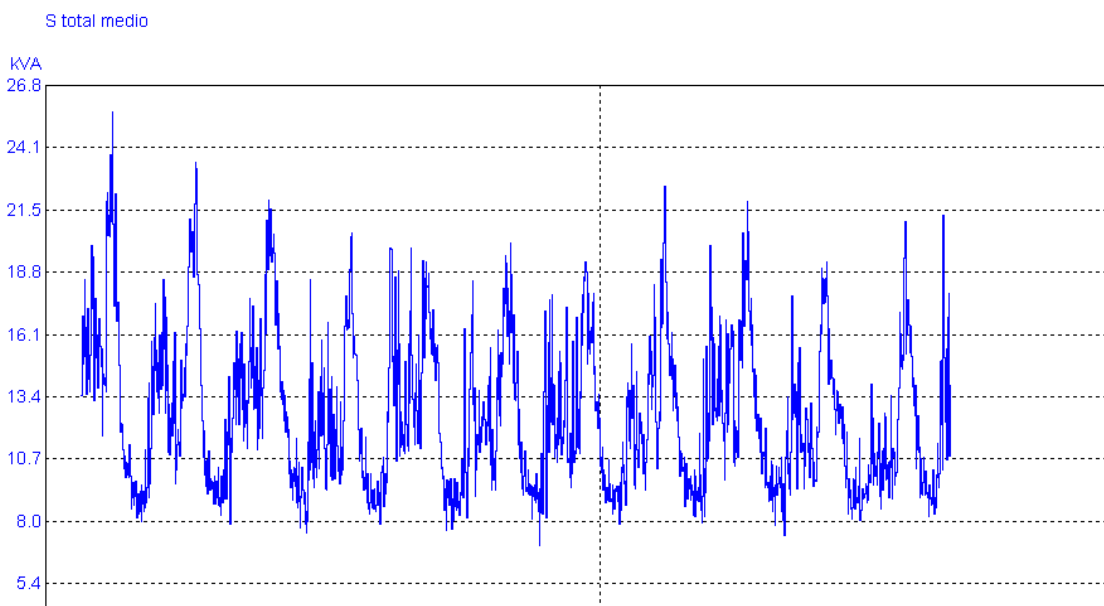
Se configuró el equipo para que mida en un intervalo de tiempo de siete días (148 horas) tomando mediciones cada 10 minutos a nivel de transformador.

**TABLA 5 CRONOGRAMA DE MEDICION**

CIRCUITO CUATRO (Cdla. ELECTRICISTA)					
Numero de transformador	Potencia (KVA)	Vanos	Abonados	Ubicación	Analizador de energía
143	25	11	33	Leonardo da vinci y Pedro Vicente Maldonado	topas 1000 pqa61004
FECHA DE INSTALACION	12/sep./2007				
FECHA DE RETIRO	20/sep./2007				

**Resultado de las Mediciones.**

En las mediciones realizadas se tomaron en cuenta parámetros como Energía, Demanda Máxima.



**FIGURA 3** Demanda Máxima del transformador Monofásico N° 9997 Cdla. Electricista Pn = 37.5 kVA (DM=25.7 kVA)

### 3. CÁLCULOS

#### 3.1. Cálculo del Consumo Específico Residencial.

Al consumo específico residencial se lo obtuvo calculado de la siguiente ecuación:

$$CER = \frac{kWHR - Mes}{AR} \quad (2.1) \text{ (Normas E.E.Quito)}$$

*CER= Consumo Especifico Residencial*

*KWHR-Mes = Kilowatios Hora consumidos al mes*

*AR = Abonados Residenciales*

Los históricos de consumo mensual de energía de cada cliente y el número total de abonados residenciales fueron proporcionados por la E.E.R.S.S.A.

#### 3.1.1. Máximo consumo mensual de Energía Registrado de May-2005 a May-2007

##### 3.1.1.1. Urb. Rodríguez Witt

URBANIZACION RODRIGUEZ WITT				
Fecha:	dic-06			
kWh total consumidos	clientes	kWH/mes	kWH/año	
31.326	125	250,608	3.007,296	

Datos:

$$AR = 125$$

Consumo Mensual = 31326 (Diciembre 2006)

$$CER = \frac{31,326kWHR - Mes}{125}$$

$$CER = 250,608kWHR - Mes / AR$$

### 3.1.1.2. Urb. Estancia Norte

URBANIZACION ESTANCIA NORTE				
Fecha:	dic-06			
kWh total consumidos	clientes	kWH/mes	kWH/año	
19.432	119	163,294	1.959,529	

Datos:

$$AR = 119$$

Consumo Mensual = 19432 (Diciembre 2006)

$$CER = \frac{19.432kWH - Mes}{119}$$

$$CER = 163,29kWH - Mes / AR$$

### 3.1.1.3. Cdla. Del Electricista

CIUDADELA DEL ELECTRICISTA				
Fecha:	dic-06			
kWh total consumidos	clientes	kWH/mes	kWH/año	
43.126	284	151,85	1.822,225	

Datos:

$$AR = 284$$

Consumo Mensual = 43126 (Diciembre 2006)

$$CER = \frac{43.126kWH - Mes}{284}$$

$$CER = 151,85kWH - Mes / AR$$

### 3.2. Cálculo del Número de Abonados.

Seleccionados los tres lugares de transformación con sus respectivas acometidas se procede a contar todos los clientes incorporados al mismo, considerando únicamente a aquellos que tengan tarifa residencial, no tomando en cuenta los que poseen otro tipo de tarifa como comercial, industrial así como también el alumbrado publico (Anexo 1).

### 3.3. Determinación de la Demanda Máxima Diversificada.

La información requerida para la determinación de la Demanda Máxima Diversificada es: El número de clientes, su respectiva potencia máxima y la demanda de energía anual.

Para la determinación de la potencia máxima aparente es necesario contar con datos de Voltaje, Corriente .Estos valores se los obtuvo mediante la formula:

$$S = V * I_{max} \quad (2.2)$$

Los datos medidos en cada uno de los lugares de estudio se indican en el capitulo IV en las tablas:

Urbanización Rodríguez Witt	Tabla 6
Urbanización Estancia Norte	Tabla 7
Ciudadela del Electricista	Tabla 8

### 3.4. Análisis de Regresión Múltiple

El objetivo general de la regresión múltiple es analizar las relaciones entre variables independientes (consumo específico residencial anual y el número de clientes) y una variable dependiente (Demanda máxima Diversificada); todos estos datos se encuentran en las tablas 10, 11, 12 de resultados.

Las funciones que determinan la relación entre las variables independientes y la variable dependiente se denomina ecuación de regresión. Cuando la relación entre las variables es lineal la ecuación de regresión se expresa como sigue:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \text{ (Evaluación de la demanda de potencia y energía a largo plazo "EERCS")}$$

Donde  $x_1, x_2, \dots, x_n$  son variables independientes,  $Y$  es la variable dependiente y  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$  son constantes denominados coeficientes de regresión que hay que determinar del conjunto de observaciones.

### 3.4.1. Ajuste a una Curva Polinomial

Para realizar este ajuste es necesario conocer la función de grado  $m$  a utilizarse mediante regresión múltiple y que más se ajuste a los datos históricos para la proyección.

$$DM\hat{D} = \beta_0 + \beta_1 * clientes + \beta_2 * consumo\_anual \text{ (2.3)}$$

Donde las constantes  $\beta$  son encontradas con la ecuación:

$$\beta = (X^T * X)^{-1} * X^T * Y \text{ (2.4) (Evaluación de la demanda de potencia y energía a largo plazo "EERCS")}$$

### Ejemplo:

Regresión Lineal Ciudadela del Electricista

$$X := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2024.7 \\ 1 & 3 & 6074 \\ 1 & 6 & 12148 \\ 1 & 13 & 26320.7 \\ 1 & 14 & 28345.3 \\ 1 & 20 & 40493.3 \\ 1 & 22 & 44542.7 \\ 1 & 23 & 46567.3 \\ 1 & 26 & 52641.3 \\ 1 & 40 & 80986.7 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 1.1 \\ 1.8 \\ 3.2 \\ 10.2 \\ 10.6 \\ 11.2 \\ 12 \\ 12.6 \\ 14.1 \\ 27 \end{pmatrix}$$

$$X^T =$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	3	6	13	14	20	22	23	26	40
2	$2.025 \cdot 10^3$	$5.074 \cdot 10^3$	$1.215 \cdot 10^4$	$2.632 \cdot 10^4$	$2.835 \cdot 10^4$	$4.049 \cdot 10^4$	$4.454 \cdot 10^4$	$4.657 \cdot 10^4$	$5.264 \cdot 10^4$	$8.099 \cdot 10^4$

$$X^T \cdot X = \begin{pmatrix} 10 & 168 & 3.401 \times 10^5 \\ 168 & 4.1 \times 10^3 & 8.301 \times 10^6 \\ 3.401 \times 10^5 & 8.301 \times 10^6 & 1.681 \times 10^{10} \end{pmatrix}$$

$$a := X^T \cdot X$$

$$a := \begin{pmatrix} 10 & 168 & 340100 \\ 168 & 4100 & 8301000 \\ 340100 & 8301000 & 16810000000 \end{pmatrix}$$

$$a^{-1} = \begin{pmatrix} 0.321 & -0.02 & 3.522 \times 10^{-6} \\ -0.02 & 1.169 & -5.767 \times 10^{-4} \\ 3.522 \times 10^{-6} & -5.767 \times 10^{-4} & 2.848 \times 10^{-7} \end{pmatrix}$$

$$a^{-1} \cdot X^T =$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.308	0.282	0.242	0.15	0.137	0.058	0.032	0.018	-0.021	-0.205
1	-0.019	-0.017	-0.014	$-6.57 \cdot 10^{-3}$	$-5.476 \cdot 10^{-3}$	$8.615 \cdot 10^{-4}$	$2.936 \cdot 10^{-3}$	$4.03 \cdot 10^{-3}$	$7.199 \cdot 10^{-3}$	0.022
2	$3.396 \cdot 10^{-6}$	$3.117 \cdot 10^{-6}$	$2.712 \cdot 10^{-6}$	$1.776 \cdot 10^{-6}$	$1.622 \cdot 10^{-6}$	$8.114 \cdot 10^{-7}$	$5.603 \cdot 10^{-7}$	$4.062 \cdot 10^{-7}$	$1.088 \cdot 10^{-9}$	$-1.871 \cdot 10^{-8}$

$$a^{-1} \cdot X^T \cdot Y = \begin{pmatrix} 0.028 \\ 0.568 \\ 2.376 \times 10^{-5} \end{pmatrix}$$

$$\beta_0 = 0.028$$

$$\beta_1 = 0.568$$

$$\beta_2 = 2.376 \cdot 10^{-5}$$

$$DMD = (0,028) + (0,568 * N^{\circ} \text{ de Cliente}) + (0,00002376 * \text{Consumo Especifico Residencial Anual})$$

Los valores obtenidos de cada una de las zonas de estudio se indican en las tablas que se encuentran en el capítulo IV:

Urbanización Rodríguez Witt	Tabla 9
Urbanización Estancia Norte	Tabla 9
Ciudadela del Electricista	Tabla 9

### 3.4.2. Determinación de la Demanda Máxima Diversificada Actual

Se la calculó según la formula:

$$DM\hat{D} = \beta_0 + \beta_1 * \text{clientes} + \beta_2 * \text{consumo\_anual} + \varepsilon \quad (2.5)$$

Teniendo en cuenta esta formula la determinación de la demanda máxima diversificada para cada una de las zonas y considerando un grupo de abonados se obtuvo:

**Ejemplo:** Para un cliente de la Urbanización Rodríguez Witt.

Datos:

$$\beta_0 = -0.504$$

$$\beta_1 = 2.045$$

$$\beta_2 = -3.067 * 10^{-4}$$

$$DMD = (-0,504) + (2.045 * N^{\circ} \text{ de Cliente}) + (-0,0003067 * \text{Consumo Especifico Residencial Anual})$$

$$DMD = (-0,504) + (2.045 * 1) + (-0.0003067 * 3304.7)$$

$$DMD = 0.53 \text{ kVA}$$

Para un cliente de la Urbanización Estancia Norte.

Datos:





$$\beta_0 = -0.268$$

$$\beta_1 = 0.262$$

$$\beta_2 = 1.547 * 10^{-4}$$

**DMD= (-0,268) + (0.262\*N° de Cliente) + (0.0001547\*Consumo Especifico Residencial Anual)**

$$\mathbf{DMD= (-0,268) + (0.262*1) + (0.0001547*2278.5)}$$

**DMD= 0.35 kVA**

Para un cliente de la Ciudadela del Electricista.

Datos:

$$\beta_0 = 0.028$$

$$\beta_1 = 0.568$$

$$\beta_2 = 2.376 * 10^{-5}$$

**DMD= (0.028) + (0.568\*N° de Cliente) + (0.00002376\*Consumo Especifico Residencial Anual)**

$$\mathbf{DMD= (0.905) + (0.568*1) + (0.00002376*2024.7)}$$

**DMD= 0.64 kVA**

Los valores obtenidos para distintos grupos de clientes se detallan en las tablas que se encuentran en el capítulo IV:

Urbanización Rodríguez Witt	Tabla 10.1
Urbanización Estancia Norte	Tabla 11.1
Ciudadela del Electricista	Tabla 12.1

### 3.5. Determinación de la Tasa de Incremento Anual

El cálculo de la tasa de incremento anual de los clientes ( $T_i$ ) se lo obtuvo al relacionar el número de clientes con su respectivo consumo anual. Tomando en cuenta los históricos de los abonados de los que se tiene la información de los dos años soslayando aquellos con registros inferiores a este tiempo.

La E.E.R.S.S.A. nos facilitó los históricos de consumo desde May-2005 hasta May-2007.

Sectores	Tasa de Incremento Anual ( $T_i$ )
Urbanización Rodríguez Witt	1.08%
Urbanización Estancia Norte	1.05%
Ciudadela del Electricista	2%

La E.E.R.S.S.A. nos facilitó los históricos de Demanda máxima de los Alimentadores que sirven a estos sectores consumo desde Enero-2005 hasta Enero -2006.

Sectores	Subestación	Alimentador	Tasa de Incremento Anual ( $T_i$ )
Urbanización Rodríguez Witt	San Cayetano	Sur	-1.5%
Urbanización Estancia Norte	San Cayetano	Norte	1.1%
Ciudadela del Electricista	Sur	Pio Jaramillo	51%

### 3.6. Cálculo de la Demanda Máxima Diversificada Proyectada a 10 años.

Se proyecto aplicando la siguiente ecuación:

$$D_p = D_o \left[ 1 + \frac{T_i}{100} \right]^n \quad (\text{Apuntes de la materia Sistemas Eléctricos de Distribución})$$



$D_p =$  Demanda máxima proyectada

$D_o =$  DMD

$T_i =$  Tasa de Incremento

**Ejemplo.**

Para un cliente de la Urbanización Rodríguez Witt

Datos

$$D_o = DMD = 0.53KVA$$

$$T_i = 1.08$$

$$n = 10 \text{ años}$$

$$D_p = 0.53 \left[ 1 + \frac{1.08}{100} \right]^{10}$$

$$D_p = 0.59kVA$$

Para un cliente de la Urbanización Estancia Norte

Datos

$$D_o = DMD = 0.35KVA$$

$$T_i = 1.05$$

$$n = 10 \text{ años}$$

$$D_p = 0.35 \left[ 1 + \frac{1.05}{100} \right]^{10}$$

$$D_p = 0.38kVA$$

Para un cliente de la Ciudadela de Electricista

Datos

$$D_o = DMD = 0.64KVA$$

$$T_i = 2$$

$$n = 10 \text{ años}$$

$$D_p = 0.64 \left[ 1 + \frac{2}{100} \right]^{10} \quad D_p = 0.79kVA$$

Determinación de la Demanda Máxima Unitaria para los clientes residenciales de la ciudad de Loja, para las categorías A y B proyectada a 10 años caso práctico Urbanización Rodríguez Witt, Estancia Norte y ciudadela del Electricista

Los resultados obtenidos para cada sector con un determinado número de abonados se ilustran en las tablas que se hallan en el capítulo IV:

Sectores	DMD Proyectada a 10 Años
Urbanización Rodríguez Witt	Tabla 13
Urbanización Estancia Norte	Tabla 14
Ciudadela del Electricista	Tabla 15

### 3.7. DETERMINACIÓN DEL RANGO DE UTILIZACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES

Tomando como referencia la proyección de la demanda máxima diversificada ya expresada en potencia aparente (kVA), podemos dimensionar la utilización de los transformadores.

En particular para nuestro estudio, se considero aspectos propios de cada sector

**Tabla 16.** Rango de utilización de los Transformadores

SECTORES	PARAMETROS			
	a Tiempo (h)	b Porcentaje (%)	c Factor de Dimensionamiento	d Temperatura (°C)
Urb. Rodríguez Witt	4	50.8	1.33	15 – 25
Urb. Estancia Norte	4	50	1.33	15 - 25
Cdla. Del Electricista	4	52	1.326	15 – 25

Datos obtenidos de la EERSSA (Tabla reproducida de la Guía de carga de transformadores sumergidos en aceite para distribución y subestaciones).

El porcentaje de la capacidad con la que se encuentra trabajando el transformador antes de su demanda máxima se analizó la curva de carga semanal (Medición Topas 1000 y Memobox 300), tomando el día en la que se registró la demanda máxima, la temperatura

ambiente del lugar, comparando entre periodos de: 30 min, 60 min, 120 min, 240 min respectivamente. Observamos que en el periodo de 240 min se dio factor de dimensionamiento más crítico.

**Ejemplo.**

Transformador de 3 kVA

Datos:

Potencia Nominal = 3 kVA

Factor de dimensionamiento = 1.33

Periodo de carga máxima = 4 horas

Tanto por ciento de carga del transformador = 50.8 %

Temperatura = 15 – 25 °C

Rango de Utilización = Potencia Nominal (kVA) \* Factor de dimensionamiento (2.5)

$$Ru = 3kVA * 1.33$$

$$Ru = 3.99kVA$$

Se utiliza el mismo procedimiento para las diferentes potencias nominales estandarizadas de los transformadores.

El rango de utilización de los transformadores que se hallan trabajando con un 50.8% de su capacidad nominal en la Urbanización Rodríguez Witt se detalla en la tabla:

Tabla 17. Rango de Utilización Urb. Rodríguez Witt

Capacidad (kVA)	3	5	10	15	25	37.5	50
Rango de Utilización	3.99	6.65	13.3	19.95	33.25	49.875	66.5

El rango de utilización de los transformadores que se encuentran trabajando con un 50% de su capacidad nominal en la Urbanización Estancia Norte se muestra en la tabla:

Tabla 18. Rango de Utilización Urb. Estancia Norte

<b>Capacidad (kVA)</b>	3	5	10	15	25	37.5	50
<b>Rango de Utilización</b>	3.99	6.65	13.3	19.95	33.25	49.875	66.5

Rango de utilización de los transformadores que se encuentran trabajando con un 52% de su capacidad nominal en la Ciudadela del Electricista:

Tabla 19. Rango de Utilización Cdla. Del Electricista

<b>Capacidad (kVA)</b>	3	5	10	15	25	37.5	50
<b>Rango de Utilización</b>	3.978	6.63	13.26	19.89	33.15	49.725	66.3

El Rango de Utilización de los diferentes transformadores para cada una de las zonas de estudio de diferente capacidad nominal se especifica en las tablas que se encuentran en el capítulo IV:

<b>Zonas</b>	<b>Rango de Utilización</b>
Urbanización Rodríguez Witt	Tabla 20
Urbanización Estancia Norte	Tabla 21
Ciudadela del Electricista	Tabla 22

#### 4. RESULTADOS

**TABLA 6 MEDICIONES REALIZADAS EN HORAS PICO SITIO: Urb. RODRIGUEZ WITT**

Nº Cliente	Hora: 18 H 30				Hora: 19 H 00				Hora: 19 H 30			
	I(F1+F2)	V(F1-N)	V(F2-N)	V(F1-F2)	I(F1+F2)2	V(F1-N)3	V(F2-N)4	V(F1-F2)5	I(F1+F2)3	V(F1-N)2	V(F2-N)2	V(F1-F2)2
1	2,7	124			7,6	125			5,6	125		
3	16,6	124	124	247	24,8	125	125	247	19,1	125	125	248
7	30	124	124	247	37	124	124	247	25	124	124	245
13	50	124	124	247	52	124	124	245	74,3	124	124	245
16	82,7	124	124	247	70,6	125	125	247	103,2	125	125	248
17	85	124	124	247	65,6	125	125	247	94,4	125	125	248
19	91,9	124	124	247	79,3	125	125	247	91,7	125	125	248
22	104,4	124	124	247	118,5	125	125	247	133,3	125	125	248

Nº Cliente	Hora: 20 H 00				Hora: 20 H 30			
	I(F1+F2)	V(F1-N)	V(F2-N)	V(F1-F2)	I(F1+F2)2	V(F1-N)3	V(F2-N)4	V(F1-F2)5
1	2,7	125			8,61	125		
3	18,2	125	125	245	15	125	125	245
7	6,2	124	124	245	45,97	124	124	245
13	52,8	124	124	245	95,16	124	124	245
16	92,9	125	125	248	120,8	125	125	245
17	84,8	125	125	245	147,3	125	125	245
19	104,4	125	125	245	159,2	125	125	245
22	131,5	125	125	245	176	125	125	245



<b>TABLA DE CORRIENTES MAXIMAS REGISTRADAS</b>			
<b>Nº Cliente</b>	<b>I Max ( A)</b>	<b>V (Volt )</b>	<b>DMD (kVA)</b>
1	8,61	125	1,08
3	24,8	125	3,10
7	45,97	124	5,70
13	95,16	124	11,80
16	120,8	125	15,10
17	147,3	125	18,41
19	159,2	125	19,90
22	176	125	22,00



**TABLA 7 MEDICIONES REALIZADAS EN HORAS PICO**

**SITIO: Urb. ESTANCIA NORTE**

Nº Cliente	Hora: 18 H 30				Hora: 19 H 00				Hora: 19 H 30			
	I(F1+F2)	V(F1-N)	V(F2-N)	V(F1-F2)	I(F1+F2)2	V(F1-N)2	V(F2-N)2	V(F1-F2)2	I(F1+F2)3	V(F1-N)3	V(F2-N)3	V(F1-F2)3
1	3,8	124			2,6	124			2,1	124		
4	10,15	124	124	248	12,4	124	124	247	14,7	124	124	248
5	11,1	125,5	125,5	248	21,77	124	124	248	8,8	124	124	248
6	18,2	124	124	248	21,2	124	124	248	33	124	124	248
9	22,7	124,5	124,5	248	29,7	124	124	248	32,9	124	124	248
9	47,2	125	125	248	26	124	124	248	31,5	124	124	248
13	42,3	125	125	249	36	124	124	248	54,8	124	124	248
15	42,2	125	125	249	46,8	124	124	248	40,7	125	125	249
17	44	125	125	249	49,4	124	124	248	51,6	125	125	249
26	112,1	124,305	123,677	248	134,2	121,273	120,855	249	180,8	122,266	121,691	248
Nº Cliente	Hora: 20 H 00				Hora: 20 H 30							
	I(F1+F2)	V(F1-N)	V(F2-N)	V(F1-F2)	I(F1+F2)2	V(F1-N)2	V(F2-N)2	V(F1-F2)2				
1	0,9	124			2,3	124						
4	15,3	124	124	247	18,5	124	124	248				
5	9,6	124	124	248	10,2	124	124	248				
6	17,6	124	124	247	21,4	124	124	248				
9	25,7	124	124	248	32,2	124	124	248				
9	41,3	124	124	248	23,7	124	124	248				
13	32	124	124	248	35,2	124	124	248				
15	64,8	125	125	249	43	125	125	249				
17	75,2	125	125	249	49,5	125	125	249				
26	156	122,423	121,743	237	146,2	122,632	121,9	247				

Determinación de la Demanda Máxima Unitaria para los clientes residenciales de la ciudad de Loja, para las categorías A y B proyectada a 10 años caso práctico Urbanización Rodríguez Witt, Estancia Norte y ciudadela del Electricista



<b>TABLA DE CORRIENTES MAXIMAS REGISTRADAS</b>			
Nº Cliente	I Max (A)	V (Volt)	DMD (kVA)
1	3,79	124	0,47
4	18,5	124	2,29
5	21,77	124	2,70
6	33	124	4,09
9	47,2	125	5,90
13	54,8	124	6,80
15	64,8	125	8,10
17	75,2	125	9,40
26	134,16	125	16,77



**TABLA 8 MEDICIONES REALIZADAS EN HORAS PICO**

**SITIO: Cdma. DEL ELECTRICISTA**

Nº Cliente	Hora: 18 H 30				Hora: 19 H 00				Hora: 19 H 30			
	I(F1+F2)	V(F1-N)	V(F2-N)	V(F1-F2)	I(F1+F2)2	V(F1-N)2	V(F2-N)2	V(F1-F2)2	I(F1+F2)3	V(F1-N)3	V(F2-N)3	V(F1-F2)3
1	5	110			6,2	123			8,9	124		
3	10	125	124	245	5	124	124	246	3,2	124	124	246
3	4	123	123	246	5,9	123	123	247	5,5	124	124	248
6	10	125	125	245	11,6	124	124	246	9,7	124	124	246
13	52,1	123	123	246	42,9	126	126	247	82,26	124	124	248
14	74,4	124	124	248	55,9	123	123	246	60,7	124,5	124,5	248
20	90,1	124	124	248	53	123	123	246	50,6	124	124	246
22	96,78	124	124	248	45,3	123	123	246	64,8	124,5	124,5	248
23	74,3	124	124	248	68,5	123	123	246	101,6	124,5	124,5	248
26	83,7	124	124	248	73,9	123	123	246	113,7	124,5	124,5	248
40	134,57	123	122		161,68	122	121		217,7	124	121	

Nº Cliente	Hora: 20 H 00				Hora: 20 H 30			
	I(F1+F2)	V(F1-N)	V(F2-N)	V(F1-F2)	I(F1+F2)2	V(F1-N)2	V(F2-N)2	V(F1-F2)2
1	5,8	124			4,7	125		
3	14,5	124	124	248	6,2	124	124	248
3	6,8	124	124	248	3,4	125	125	249
6	25,8	124	124	248	10,9	124	124	248
13	33,3	124	124	248	31,6	125	125	249
14	85,3	124	124	248	45,5	125	125	249
20	67,6	124	124	248	67	125	125	240,5
22	64,8	124	124	248	69,5	124,5	125	249
23	56,6	124	124	248	73,1	125	125	249
26	88,8	124	124	248	93,7	125	125	249
40	175,73	122	121		174,1	123	123	

<b>TABLA DE CORRIENTES MAXIMAS REGISTRADAS</b>			
Nº Cliente	I Max (A)	V (Volt)	DMD (kVA)
1	8,9	124	1,1
3	14,5	124	1,8
6	25,8	124	3,2
13	82,26	124	10,2
14	85,3	124	10,6
20	90,1	124	11,2
22	96,78	124	12,0
23	101,6	124	12,6
26	113,7	124	14,1
40	217,7	124	27,0

**TABLA 9** VALORES DE LAS VARIABLES  $\beta_0$ ;  $\beta_1$  y  $\beta_2$  OBTENIDAS MEDIANTE EL AJUSTE A UNA CURVA POLINOMIAL.

SITIO	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$
Urb. Rodríguez Witt	-0.504	2.045	$3.067 \cdot 10^{-4}$
Urb. Estancia Norte	-0.268	0.262	$1.547 \cdot 10^{-4}$
Cdla. Del Electricista	0.028	0.568	$2.376 \cdot 10^{-5}$

**TABLA 10 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA VALORES OBTENIDOS POR EL AJUSTE DE REGRESION EN kVA.**

SITIO: Urb. RODRIGUEZ WITT

Nº de Cliente	DMD (VA)	DMD (kVA)	Anual (kVAh/año)	Regresión
1	1076,25	1,08	3304,7	0,53
3	3100	3,10	9914,2	2,59
7	5700,28	5,70	23133,1	6,72
13	11799,84	11,80	42961,4	12,90
16	15100	15,10	52875,6	16,00
17	18412,5	18,41	56180,3	17,03
19	19900	19,90	62789,8	19,09
22	22000	22,00	72704,0	22,19

Nota: El factor de potencia promedio se lo halló de los analizadores de Energía = 0.91

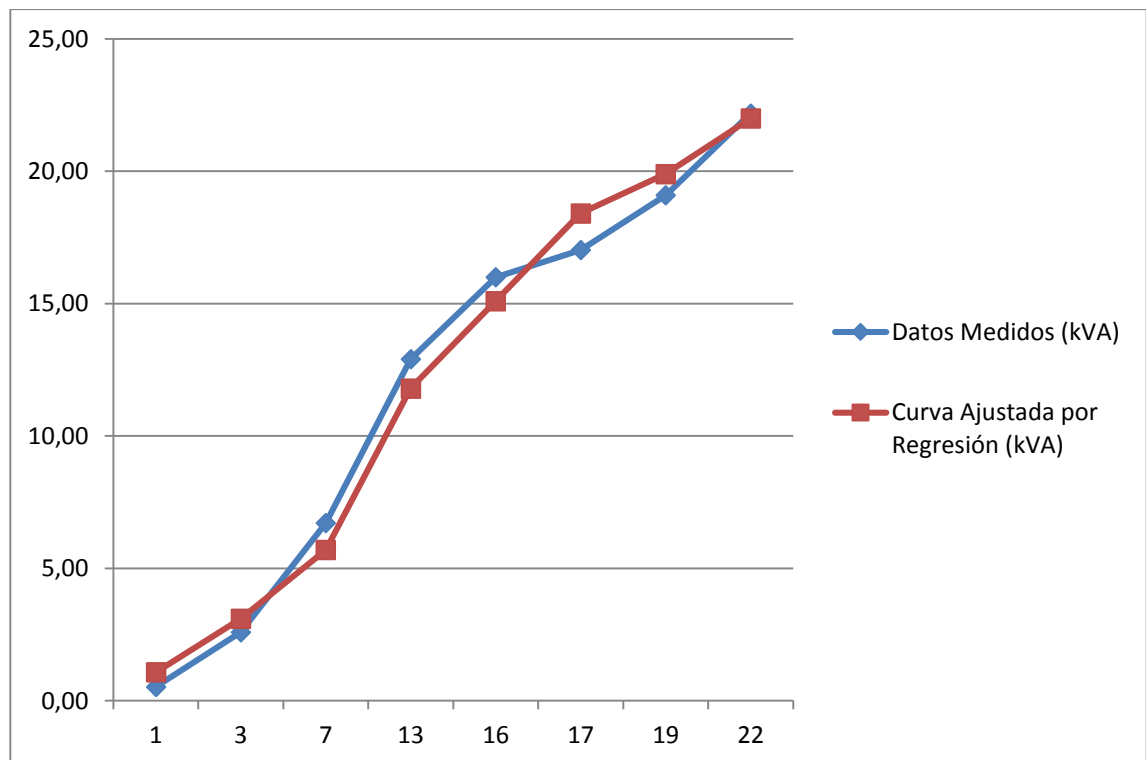


Tabla 10.1 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA EN kVA

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)
1	0,53	41	41,79	81	83,04
2	1,56	42	42,82	82	84,07
3	2,59	43	43,85	83	85,11
4	3,62	44	44,88	84	86,14
5	4,65	45	45,91	85	87,17
6	5,68	46	46,94	86	88,20
7	6,72	47	47,97	87	89,23
8	7,75	48	49,01	88	90,26
9	8,78	49	50,04	89	91,29
10	9,81	50	51,07	90	92,33
11	10,84	51	52,10	91	93,36
12	11,87	52	53,13	92	94,39
13	12,90	53	54,16	93	95,42
14	13,94	54	55,19	94	96,45
15	14,97	55	56,23	95	97,48
16	16,00	56	57,26	96	98,52
17	17,03	57	58,29	97	99,55
18	18,06	58	59,32	98	100,58
19	19,09	59	60,35	99	101,61
20	20,12	60	61,38	100	102,64
21	21,16	61	62,41		
22	22,19	62	63,45		
23	23,22	63	64,48		
24	24,25	64	65,51		
25	25,28	65	66,54		
26	26,31	66	67,57		
27	27,35	67	68,60		
28	28,38	68	69,63		
29	29,41	69	70,67		
30	30,44	70	71,70		
31	31,47	71	72,73		
32	32,50	72	73,76		
33	33,53	73	74,79		
34	34,57	74	75,82		
35	35,60	75	76,85		
36	36,63	76	77,89		
37	37,66	77	78,92		
38	38,69	78	79,95		
39	39,72	79	80,98		
40	40,75	80	82,01		

Determinación de la Demanda Máxima Unitaria para los clientes residenciales de la ciudad de Loja, para las categorías A y B proyectada a 10 años caso práctico Urbanización Rodríguez Witt, Estancia Norte y ciudadela del Electricista



**TABLA 11 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA VALORES OBTENIDOS POR EL AJUSTE DE REGRESION EN kVA.**

SITIO: Urb. ESTANCIA NORTE

Nº de Cliente	DMD (VA)	DMD (kVA)	Anual (kVAh/año)	Regresión
1	469,96	0,47	2278,5	0,35
4	2294	2,29	9114,1	2,19
5	2699,48	2,70	11392,6	2,80
6	4092	4,09	13671,1	3,42
9	5900	5,90	20506,7	5,26
13	6795,2	6,80	29620,8	7,72
15	8100	8,10	34177,8	8,95
17	9400	9,40	38734,9	10,18
26	16800	16,8	59241,6	15,71

Nota: El factor de potencia promedio se lo hallo de los analizadores de Energía = 0.86

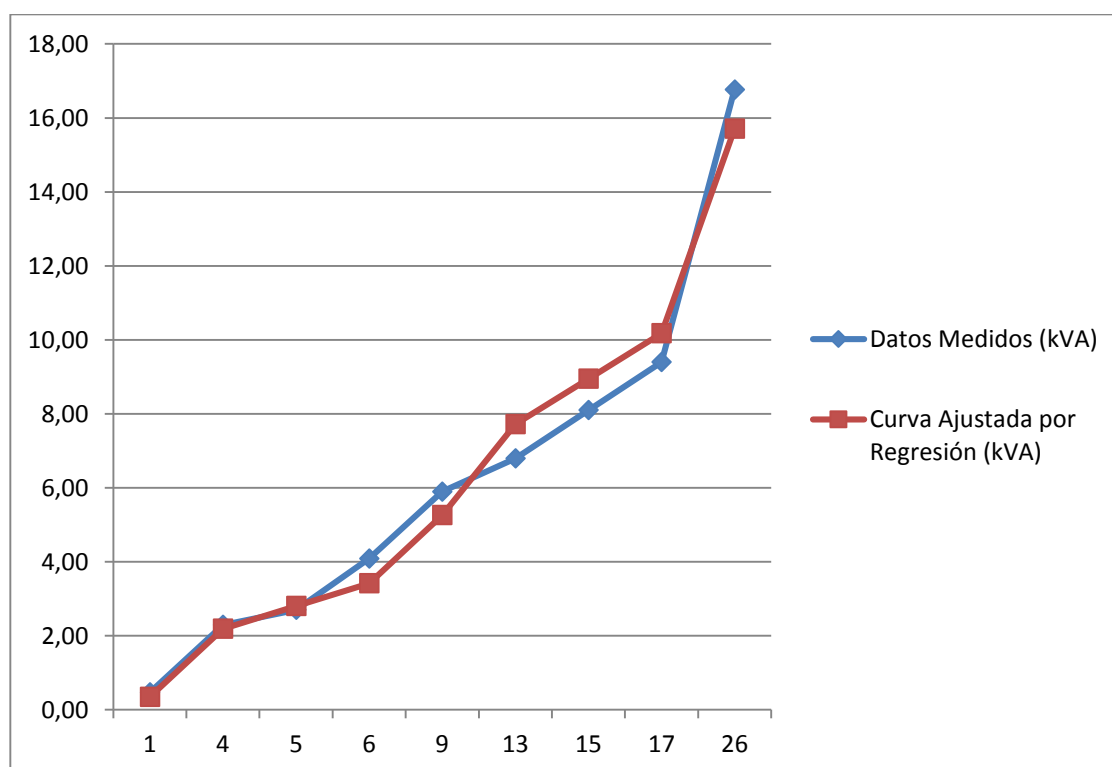


Tabla 11.1 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA EN kVA

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)
1	0,35	41	24,93	81	49,51
2	0,96	42	25,54	82	50,12
3	1,58	43	26,15	83	50,73
4	2,19	44	26,77	84	51,35
5	2,80	45	27,38	85	51,96
6	3,42	46	28,00	86	52,58
7	4,03	47	28,61	87	53,19
8	4,65	48	29,23	88	53,81
9	5,26	49	29,84	89	54,42
10	5,88	50	30,46	90	55,04
11	6,49	51	31,07	91	55,65
12	7,11	52	31,69	92	56,26
13	7,72	53	32,30	93	56,88
14	8,33	54	32,91	94	57,49
15	8,95	55	33,53	95	58,11
16	9,56	56	34,14	96	58,72
17	10,18	57	34,76	97	59,34
18	10,79	58	35,37	98	59,95
19	11,41	59	35,99	99	60,57
20	12,02	60	36,60	100	61,18
21	12,64	61	37,22		
22	13,25	62	37,83		
23	13,87	63	38,44		
24	14,48	64	39,06		
25	15,09	65	39,67		
26	15,71	66	40,29		
27	16,32	67	40,90		
28	16,94	68	41,52		
29	17,55	69	42,13		
30	18,17	70	42,75		
31	18,78	71	43,36		
32	19,40	72	43,97		
33	20,01	73	44,59		
34	20,62	74	45,20		
35	21,24	75	45,82		
36	21,85	76	46,43		
37	22,47	77	47,05		
38	23,08	78	47,66		
39	23,70	79	48,28		
40	24,31	80	48,89		

Determinación de la Demanda Máxima Unitaria para los clientes residenciales de la ciudad de Loja, para las categorías A y B proyectada a 10 años caso práctico Urbanización Rodríguez Witt, Estancia Norte y ciudadela del Electricista

**TABLA 12 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA VALORES OBTENIDOS POR EL AJUSTE DE REGRESION EN kVA.**

SITIO: Cdma. Del ELECTRICISTA

Nº de Cliente	DMD (kVA)	DMD (VA)	Anual (kVAh/año)	Regresión
1	1,10	1103,6	2024,7	0,64
3	1,80	1798	6074,0	1,88
6	3,20	3199,2	12148,0	3,72
13	10,20	10200,24	26320,7	8,04
14	10,58	10577,2	28345,3	8,65
20	11,17	11172,4	40493,3	12,35
22	12,00	11999,48	44542,7	13,58
23	12,60	12598,4	46567,3	14,20
26	14,10	14098,8	52641,3	16,05
40	25,70	25700,04	80986,7	24,67

Nota: El factor de potencia promedio se lo hallo de los analizadores de Energía = 0.9

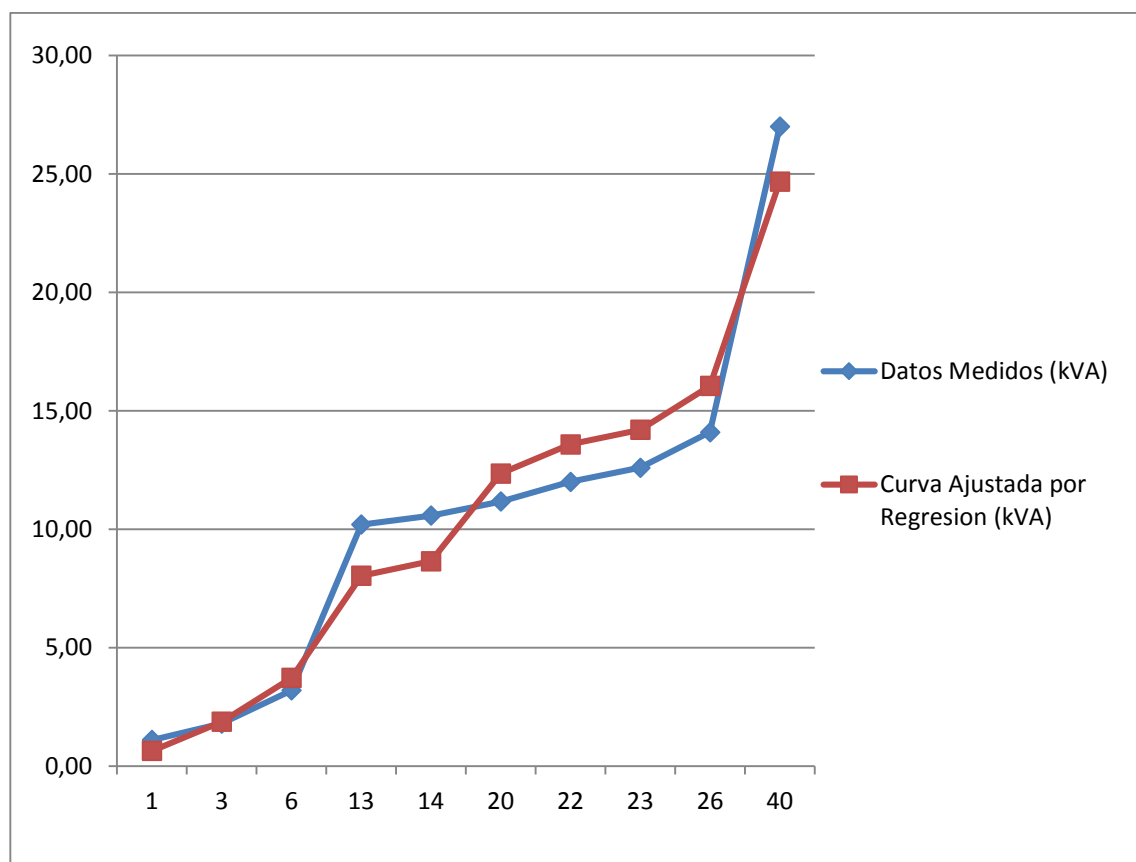


Tabla 12.1 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA EN kVA

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)
1	0,64	41	25,29	81	49,93
2	1,26	42	25,90	82	50,55
3	1,88	43	26,52	83	51,16
4	2,49	44	27,14	84	51,78
5	3,11	45	27,75	85	52,40
6	3,72	46	28,37	86	53,01
7	4,34	47	28,99	87	53,63
8	4,96	48	29,60	88	54,25
9	5,57	49	30,22	89	54,86
10	6,19	50	30,83	90	55,48
11	6,81	51	31,45	91	56,09
12	7,42	52	32,07	92	56,71
13	8,04	53	32,68	93	57,33
14	8,65	54	33,30	94	57,94
15	9,27	55	33,91	95	58,56
16	9,89	56	34,53	96	59,17
17	10,50	57	35,15	97	59,79
18	11,12	58	35,76	98	60,41
19	11,73	59	36,38	99	61,02
20	12,35	60	36,99	100	61,64
21	12,97	61	37,61		
22	13,58	62	38,23		
23	14,20	63	38,84		
24	14,81	64	39,46		
25	15,43	65	40,07		
26	16,05	66	40,69		
27	16,66	67	41,31		
28	17,28	68	41,92		
29	17,90	69	42,54		
30	18,51	70	43,16		
31	19,13	71	43,77		
32	19,74	72	44,39		
33	20,36	73	45,00		
34	20,98	74	45,62		
35	21,59	75	46,24		
36	22,21	76	46,85		
37	22,82	77	47,47		
38	23,44	78	48,08		
39	24,06	79	48,70		
40	24,67	80	49,32		

Determinación de la Demanda Máxima Unitaria para los clientes residenciales de la ciudad de Loja, para las categorías A y B proyectada a 10 años caso práctico Urbanización Rodríguez Witt, Estancia Norte y ciudadela del Electricista

**TABLA 13 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA EN KVA**

PROYECCIÓN: 10 AÑOS.

SITIO: Urb. RODRIGUEZ WITT

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)
1	0,59	37	41,92	73	83,24
2	1,74	38	43,06	74	84,39
3	2,88	39	44,21	75	85,54
4	4,03	40	45,36	76	86,69
5	5,18	41	46,51	77	87,84
6	6,33	42	47,66	78	88,98
7	7,48	43	48,80	79	90,13
8	8,62	44	49,95	80	91,28
9	9,77	45	51,10	81	92,43
10	10,92	46	52,25	82	93,58
11	12,07	47	53,40	83	94,72
12	13,22	48	54,54	84	95,87
13	14,36	49	55,69	85	97,02
14	15,51	50	56,84	86	98,17
15	16,66	51	57,99	87	99,32
16	17,81	52	59,14	88	100,46
17	18,96	53	60,28	89	101,61
18	20,10	54	61,43	90	102,76
19	21,25	55	62,58	91	103,91
20	22,40	56	63,73	92	105,06
21	23,55	57	64,88	93	106,20
22	24,70	58	66,02	94	107,35
23	25,84	59	67,17	95	108,50
24	26,99	60	68,32	96	109,65
25	28,14	61	69,47	97	110,80
26	29,29	62	70,62	98	111,94
27	30,44	63	71,76	99	113,09
28	31,58	64	72,91	100	114,24
29	32,73	65	74,06		
30	33,88	66	75,21		
31	35,03	67	76,36		
32	36,18	68	77,50		
33	37,32	69	78,65		
34	38,47	70	79,80		
35	39,62	71	80,95		
36	40,77	72	82,10		

**TABLA 14 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA EN KVA**

PROYECCIÓN: 10 AÑOS.

SITIO: Urb. ESTANCIA NORTE

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)
1	0,38	35	23,58	68	46,08
2	1,07	36	24,26	69	46,77
3	1,75	37	24,94	70	47,45
4	2,43	38	25,62	71	48,13
5	3,11	39	26,30	72	48,81
6	3,79	40	26,99	73	49,49
7	4,48	41	27,67	74	50,18
8	5,16	42	28,35	75	50,86
9	5,84	43	29,03	76	51,54
10	6,52	44	29,71	77	52,22
11	7,21	45	30,40	78	52,90
12	7,89	46	31,08	79	53,59
13	8,57	47	31,76	80	54,27
14	9,25	48	32,44	81	54,95
15	9,93	49	33,12	82	55,63
16	10,62	50	33,81	83	56,31
17	11,30	51	34,49	84	57,00
18	11,98	52	35,17	85	57,68
19	12,66	53	35,85	86	58,36
20	13,34	54	36,53	87	59,04
21	14,03	55	37,22	88	59,73
22	14,71	56	37,90	89	60,41
23	15,39	57	38,58	90	61,09
24	16,07	58	39,26	91	61,77
25	16,75	59	39,95	92	62,45
26	17,44	60	40,63	93	63,14
27	18,12	61	41,31	94	63,82
28	18,80	62	41,99	95	64,50
29	19,48	63	42,67	96	65,18
30	20,16	64	43,36	97	65,86
31	20,85	65	44,04	98	66,55
32	21,53	66	44,72	99	67,23
33	22,21	67	45,40	100	67,91
34	22,89				

**TABLA 15 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA EN KVA**

PROYECCIÓN: 10 AÑOS.

SITIO: Cdma. Del ELECTRICISTA

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Nº de Cliente	DMD (kVA)
1	0,79	35	26,34	68	51,15
2	1,54	36	27,09	69	51,90
3	2,29	37	27,85	70	52,65
4	3,04	38	28,60	71	53,40
5	3,79	39	29,35	72	54,15
6	4,54	40	30,10	73	54,90
7	5,30	41	30,85	74	55,66
8	6,05	42	31,60	75	56,41
9	6,80	43	32,36	76	57,16
10	7,55	44	33,11	77	57,91
11	8,30	45	33,86	78	58,66
12	9,05	46	34,61	79	59,41
13	9,81	47	35,36	80	60,17
14	10,56	48	36,11	81	60,92
15	11,31	49	36,87	82	61,67
16	12,06	50	37,62	83	62,42
17	12,81	51	38,37	84	63,17
18	13,56	52	39,12	85	63,92
19	14,32	53	39,87	86	64,68
20	15,07	54	40,62	87	65,43
21	15,82	55	41,37	88	66,18
22	16,57	56	42,13	89	66,93
23	17,32	57	42,88	90	67,68
24	18,07	58	43,63	91	68,43
25	18,83	59	44,38	92	69,19
26	19,58	60	45,13	93	69,94
27	20,33	61	45,88	94	70,69
28	21,08	62	46,64	95	71,44
29	21,83	63	47,39	96	72,19
30	22,58	64	48,14	97	72,94
31	23,34	65	48,89	98	73,70
32	24,09	66	49,64	99	74,45
33	24,84	67	50,39	100	75,20
34	25,59				

**TABLA 20 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES.**

SITIO: Urb. RODRIGUEZ WITT

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo
1	0,59	3 kVA	30	33,88	37,5 kVA
2	1,74		31	35,03	
3	2,88		32	36,18	
4	4,03	5 kVA	33	37,32	
5	5,18		34	38,47	
6	6,33		35	39,62	
7	7,48	10 kVA	36	40,77	
8	8,62		37	41,92	
9	9,77		38	43,06	
10	10,92		39	44,21	
11	12,07		40	45,36	
12	13,22	15 kVA	41	46,51	
13	14,36		42	47,66	
14	15,51		43	48,80	
15	16,66	25 kVA	44	49,95	
16	17,81		45	51,10	
17	18,96		46	52,25	
18	20,10		47	53,40	
19	21,25		48	54,54	
20	22,40		49	55,69	
21	23,55		50	56,84	
22	24,70		51	57,99	
23	25,84		52	59,14	
24	26,99		53	60,28	
25	28,14		54	61,43	
26	29,29		55	62,58	
27	30,44		56	63,73	
28	31,58		57	64,88	
29	32,73	58	66,02		

Nota: Temperatura Ambiente de 15 a 25 grados centígrados.



**TABLA 21 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES.**

SITIO: Urb. ESTANCIA NORTE

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo
1	0,38	3 kVA	34	22,89	25 kVA	67	45,40	37,5 kVA
2	1,07		35	23,58		68	46,08	
3	1,75		36	24,26		69	46,77	
4	2,43		37	24,94		70	47,45	
5	3,11		38	25,62		71	48,13	
6	3,79		39	26,30		72	48,81	
7	4,48	5 kVA	40	26,99		73	49,49	50 kVA
8	5,16		41	27,67		74	50,18	
9	5,84		42	28,35		75	50,86	
10	6,52	10 kVA	43	29,03		76	51,54	
11	7,21		44	29,71		77	52,22	
12	7,89		45	30,40		78	52,90	
13	8,57		46	31,08		79	53,59	
14	9,25		47	31,76		80	54,27	
15	9,93		48	32,44		81	54,95	
16	10,62		49	33,12		82	55,63	
17	11,30		50	33,81		83	56,31	
18	11,98	51	34,49	84		57,00		
19	12,66	52	35,17	85	57,68			
20	13,34	15 kVA	53	35,85	86	58,36		
21	14,03		54	36,53	87	59,04		
22	14,71		55	37,22	88	59,73		
23	15,39		56	37,90	89	60,41		
24	16,07		57	38,58	90	61,09		
25	16,75		58	39,26	91	61,77		
26	17,44		59	39,95	92	62,45		
27	18,12		60	40,63	93	63,14		
28	18,80		61	41,31	94	63,82		
29	19,48		62	41,99	95	64,50		
30	20,16	25 kVA	63	42,67	96	65,18		
31	20,85		64	43,36	97	65,86		
32	21,53		65	44,04				
33	22,21		66	44,72				

Nota: Temperatura Ambiente de 15 a 25 grados centígrados

**TABLA 22 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES.**

SITIO: Cdma. Del ELECTRICISTA

Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo	Nº de Cliente	DMD (kVA)	Trafo
1	0,79	3 kVA	33	24,84	25 kVA	65	48,14	50 kVA
2	1,54		34	25,59		66	48,89	
3	2,29		35	26,34		67	50,39	
4	3,04		36	27,09		68	51,15	
5	3,79		37	27,85		69	51,90	
6	4,54	5 kVA	38	28,60		70	52,65	
7	5,30		39	29,35		71	53,40	
8	6,05		40	30,10		72	54,15	
9	6,80	10 kVA	41	30,85		73	54,90	
10	7,55		42	31,60		74	55,66	
11	8,30		43	32,36	75	56,41		
12	9,05		44	33,11	76	57,16		
13	9,81		45	33,86	77	57,91		
14	10,56		46	34,61	78	58,66		
15	11,31		47	35,36	79	59,41		
16	12,06		48	36,11	80	60,17		
17	12,81	15 kVA	49	36,87	81	60,92		
18	13,56		50	37,62	82	61,67		
19	14,32		51	38,37	83	62,42		
20	15,07		52	39,12	84	63,17		
21	15,82		53	39,87	85	63,92		
22	16,57		54	40,62	86	64,68		
23	17,32		55	41,37	87	65,43		
24	18,07		56	42,13	88	66,18		
25	18,83		37,5 kVA	57	42,88			
26	19,58			58	43,63			
27	20,33	59		44,38				
28	21,08	60		45,13				
29	21,83	61		45,88				
30	22,58	62		46,64				
31	23,34	63		47,39				
32	24,09	64		48,14				

Nota: Temperatura Ambiente de 15 a 25 grados centígrados

## **VALORACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA – AMBIENTAL**

### **✓ Valoración Técnico – Económica**

Las empresas distribuidoras del Sector Eléctrico Ecuatoriano tratan de evitar el incremento de pérdidas técnicas en sus sistemas de distribución, debido al sobredimensionamiento de los transformadores de distribución, es por ello que hemos hecho revisiones en las normas técnicas de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. en lo referente a la Demanda Máxima de Potencia y energía enfocando nuestro tema de tesis en las categorías A y B.

Con dicho análisis también se logrará el ahorro en generación de Energía y en la compra de transformadores sobredimensionados.

### **✓ Valoración Ambiental**

Al dimensionar correctamente los transformadores de distribución reduciremos el impacto ambiental, debido a la disminución en la explotación de recursos naturales no renovables (Aceite Dieléctrico, Cobre y acero)

## CONCLUSIONES.

- Las Urbanizaciones Rodríguez Witt, Estancia Norte y la Ciudadela del Electricista en los registros de la Empresa eléctrica constan dentro de las categorías A y B en función del área del Lote; pero según el levantamiento realizado por el grupo de investigación encontramos que algunos lotes fueron fraccionados y otros poseen mas de un medidor cambiando de esta manera la demanda máxima unitaria y la demanda máxima diversificada para grupos de clientes concluyendo que no pertenecen a las categorías antes mencionadas.
- Según las mediciones realizadas a nivel de usuarios concluimos que los niveles de voltaje están dentro de las normas técnicas impuestas por la EERSSA (4.5% en el área rural).
- *Con las encuestas tabuladas concluimos que la utilización por medidor es de 3.4 personas en la Urb. Rodríguez Witt, en la Estancia Norte es de 3.15 y en la Cdla. Del Electricista es de 3.95.*
- La carga instalada en:

SECTOR	Urb. Rodríguez Witt	Urb. Estancia Norte	Cdla. Del Electricista
Carga Instalada (kW)	588,2	651,5	810,0
Carga Promedio Instalada por usuario (kW)	11,3	11,2	6,5

Por tanto concluimos que en estas urbanizaciones existe un alto poder adquisitivo en vista de su elevada carga instalada.

- Se tomó como base para la proyección de demanda máxima unitaria en los sectores el proyecto de tesis: “Determinación de la demanda de abonados residenciales para las zonas urbanas, sub urbanas de Loja (La pradera, Chonta cruz y San Pablo de Tenta), y su proyección hasta 10 Años”
- Según las mediciones realizadas se obtuvo una curva de tendencia lineal con dos variables independientes y una dependiente, para este caso en particular se realizo el **ajuste a una función mediante regresión múltiple** obteniendo un

coeficiente de correlación múltiple para la Urb. Rodríguez Witt del 0.99; Estancia norte del 0.99 y Cdla. Del Electricista del 0.98, concluyendo de esta manera que los datos se ajustan al método estadístico escogido.

- Se instaló analizadores de Energía (Memobox 300 y Topas 1000) nos proporcionaron información exacta de la curva de carga de los transformadores tomados como muestra, concluyendo que al observar su curva en un periodo de siete días con intervalos de 10 minutos no excede la potencia nominal de los mismos.
- La demanda máxima unitaria proyectada a 10 años calculada por los investigadores en la Urb. Rodríguez Witt es 0.59 kVA, Estancia Norte es 0.38 kVA y Cdla del Electricista es 0.79 kVA, concluyendo que estos sectores no se encuentran dentro de las categorías A y B normadas por la E.E.R.S.S.A.
- Para el cálculo de la tasa de incremento anual se tomó como referencia los datos de consumo de energía y la Demanda Máxima de los Alimentadores que sirven a estos sectores, por aproximación a la realidad se optó por la energía facturada pues esta refleja los hábitos de consumo, la demanda máxima de los alimentadores no fue considerada en vista que no muestra una tasa de incremento fiable por el aumento y diversidad de consumidores.
- Los transformadores instalados en estas zonas según nuestro estudio satisfacen la demanda máxima diversificada proyectada a 10 años
- Según las encuestas realizadas la mayor parte de la población se encuentra conforme con el servicio de energía Eléctrica suministrado por la Empresa Eléctrica Regional del sur S.A.

## RECOMENDACIONES.

- Se recomienda utilizar métodos estadísticos de dispersión y agrupación para que la muestra sea lo más representativa posible.
- Tener en cuenta la correcta instalación, evitando la mala colocación y direccionamiento de las pinzas amperimétricas de los analizadores de Energía para evitar lecturas erróneas.
- Recomendamos utilizar equipos de seguridad para evitar percances que pueden afectar la integridad de quienes efectúen las mediciones.
- Los resultados obtenidos se recomienda que se deben aplicar a sectores similares a los estudiados.
- Se recomienda hacer este tipo de investigaciones en zonas consolidadas debido a que el crecimiento de la demanda se da debido a la utilización de la energía eléctrica.
- El presente es un estudio piloto debido a lo cual se recomienda en un futuro realizar investigaciones con una mayor cantidad de mediciones e históricos de consumo

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- UNEPER. Normas para Distribución Rural. Cuenca-Ecuador 1989.
- Proyecto manejo de la Demanda y Uso Racional de Energía Eléctrica en el ISTMO de Centroamérica. 1993
- ESTADISTICA DESCRIPTIVA. Jaime Bustamante G. Galo Luna Z. Universidad Técnica Particular de Loja

### Folletos

- Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. Normas Técnicas para el Diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales. 2006
- Pérdidas de energía en distribución.
- Pérdidas no técnicas
- Pérdidas en transformadores.
- Electrificación urbanización
- Gestión de la energía eléctrica.
- Siemens catalogo B.T.
- Regulación N° CONELEC- 004/01 “Calidad del servicio eléctrico de distribución”

### Páginas Web

- <http://www.conelec.com>
- <http://www.energia.com>
- <http://www.mundoenergia.com>
- <http://www.EERSSA.gov.ec.com>
- <http://www.honduware.com>
- <http://www.iea.org>
- <http://www.Enervia.com>



## ANEXOS



## **Bibliografía**

### **Libros**

- UNEPER. Normas para Distribución Rural. Cuenca-Ecuador 1989.
- Proyecto manejo de la Demanda y Uso Racional de Energía Eléctrica en el ISTMO de Centroamérica. 1993
- ESTADISTICA DESCRIPTIVA. Jaime Bustamante G. Galo Luna Z. Universidad Técnica Particular de Loja

### **Folletos**

- Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. Normas Técnicas para el Diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales. 2006
- Pérdidas de energía en distribución.
- Pérdidas no técnicas
- Pérdidas en transformadores.
- Electrificación urbanización
- Gestión de la energía eléctrica.
- Pasos para reducción de pérdidas no técnicas
- Siemens catalogo B.T.
- Regulación N° CONELEC- 004/01 “Calidad del servicio eléctrico de distribución”

### **Páginas Web**

- <http://www.conelec.com>
- <http://www.energia.com>
- <http://www.mundoenergia.com>
- <http://www.EERSSA.gov.ec.com>
- <http://www.honduware.com>
- <http://www.iea.org>
- <http://www.Enervia.com>