

T-UES
1504
D479

Ej. 2

1995 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



**"Determinación de Cargas Unitarias en KW y KWH
por Zonas y Estratos Sociales y su Distribución Temporal
a lo largo de Días y Meses"**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

**JOSE ROBERTO PEÑA
SANTOS ERNESTO RAMIREZ BERRIOS
NELSON ARMANDO RAMIREZ ESCOBAR
JOSE LUIS REGALADO MORATAYA**

15101205
15101205

PARA OPTAR AL TITULO DE:



INGENIERO ELECTRICISTA

MARZO DE 1995

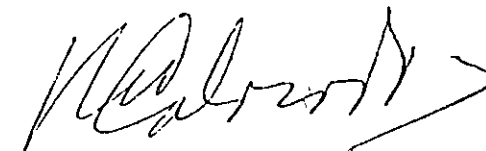
SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

TRABAJO DE GRADUACION

"DETERMINACION DE CARGAS UNITARIAS EN KW Y KWH POR
ZONAS Y ESTRATOS SOCIALES Y SU DISTRIBUCION
TEMPORAL A LO LARGO DE DIAS Y MESES"

COORDINADOR Y ASESOR:


ING. RICARDO COLORADO



ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 18 de Marzo de 1995, en el local de Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica a las diez horas, con la presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1- Ing. Salvador de J. German
Director



Firma

2- Ing. Gerardo Marvin Jorge Hernández
Secretario

Y con el Honorable Jurado de evaluación integrado por las personas siguientes:

1- Ing. Jorge Alberto Zetino Chicas

2- Ing. Gerbert Orlando Mancía

3- Ing. Miguel Roberto Campos Alvarado

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación: "DETERMINACION DE CARGAS UNITARIAS EN KW Y KWH POR ZONAS Y ESTRATOS SOCIALES Y SU DISTRIBUCION TEMPORAL A LO LARGO DE DIAS Y MESES"

A cargo del (los) Br(es):

José Roberto Peña
Santos Ernesto Ramírez Berríos
Nelson Armando Ramírez Escobar
José Luis Regalado Morataya

Habiendo obtenido el presente trabajo una nota final, global de 8.6 (OCHO PUNTO SEIS)

Trabajo dedicado a:

Dios; por proveerme de discernimiento en los momentos difíciles.

Mi madre, María Victoria; que me ha apoyado en todo aspecto a lo largo de mi vida, con amor.

Mis hermanos, Jorge Armando y Santos Margarita; que me aconsejaron y ayudaron para culminar mi carrera.

Mis familiares y amigos; que siempre estuvieron pendientes del desarrollo de mis estudios.

José Roberto Peña

A:

Dios todopoderoso, por haberme iluminado para culminar este trabajo.

Mis padres, Santos Berríos y Adriana del Carmen Ramírez con mucho amor.

Mi esposa, Diana Ruth de Ramírez con amor y cariño.

Mis hijos, Abraham Ernesto y Diana Morena con mucho cariño.

Mis hermanos, con amor fraternal.

Mis amigos, con respeto.

Santos Ernesto Ramírez Berríos

Trabajo dedicado a:

Dios todopoderoso: por la vida.

Mi madre, Graciela Escobar: por ser la fuente de inspiración, con todo el amor.

Mi padre, Jesús Reyes Ramírez (Q.D.D.G.).

Mi esposa, Evelyn Patricia; por el amor y comprensión.

Mi hijo, Nelson Armando; por darme ánimo para seguir adelante y esperanza en el futuro.

Mis hermanos: Gloria Celina, Martha Delia, María Isabel, Ana Guillermina, Fredis, Celestino, Marcos Brígido (Q.E.P.D.), y Julio Alberto, por el apoyo brindado.

Mis familiares y amigos con cariño.

Nelson Armando Ramírez Escobar

A:

Dios todopoderoso.

Mis padres: María del Carmen y José Ricardo; por toda la confianza y cariño recibidos.

Mi esposa: Milagro Elisa; por su compañía, comprensión y consejos recibidos, los que han sido de gran significado.

Mi hijo: John Charles; por haber inspirado valor para seguir adelante.

Mis amigos: Por todo el respaldo, comprensión y consejos recibidos.

José Luis Regalado Morataya

AGRADECIMIENTOS

A:

Las instituciones que de manera desinteresada proporcionaron recursos, tanto humanos como técnicos, y la información necesaria para el desarrollo de este trabajo; agradeciendo especialmente a la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador (CAESS) y NRECA.

Además queremos expresar nuestros agradecimientos particulares a las siguientes personas:

Ing. Armando Castaneda

Ing. Carlos Herrera

Ing. Julio Ramírez Valdés

Tec. Federico Martínez

Tec. Miguel Segovia

Y las cuadrillas de mediciones y conexiones del departamento de medidores de CAESS.

PREFACIO

Las normas eléctricas actualmente usadas para el diseño, tienen un fundamento basado en realidades de países con muchos años de adelanto, por lo que sus conclusiones, recomendaciones y resultados, están fuera de nuestra realidad.

Este estudio tiene por objetivo la planificación y distribución óptima de la energía eléctrica en el país. Se orienta de tal forma que se pueden estimar las demandas máximas de los consumidores según su estrato social y la zona geográfica donde esté localizado.

Se establece un método matemático y estadístico para analizar los datos obtenidos en distintas zonas y estratos sociales para diferentes transformadores; en el que se incluye una encuesta dirigida para determinar los hábitos de consumo de energía eléctrica de los diferentes estratos de la sociedad y zonas geográficas.

A partir del desarrollo del estudio de los parámetros involucrados, tanto eléctricos como sociales; se pretende reevaluar y actualizar las normas de diseño eléctrico para viviendas y transformadores, a través de una comparación de los datos obtenidos del estudio, los cuales son el reflejo real de los hábitos de consumo de energía eléctrica de la población y los datos que proporcionan las tablas del manual de instalaciones eléctricas del país; además establecer las formulaciones técnicas necesarias para la determinación de los parámetros eléctricos de diseño a través de las correlaciones entre las variables.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se utiliza una metodología de visitas informativas a estadística y censo, CEL, CAESS, MIPLAN, esto supone una recopilación de datos a través de instituciones que hayan realizado estudios de muestreo y censos de población, así como las relacionadas con el ramo de la energía eléctrica; donde se trata de recopilar toda la información requerida para determinar algunas variables que se necesitan conocer para obtener una expresión matemática que coadyuve a calcular los parámetros, tales como carga unitaria por área, de ingresos, por estrato, y por zonas.

La metodología de encuestas por vivienda también se utiliza para conocer dichos parámetros. Además se instalan equipos de medición en los lugares seleccionados para determinar la demanda máxima por cada hogar en estudio.

Las visitas a las entidades antes descritas fueron con el propósito de conocer datos estadísticos sobre el número de personas por determinado estrato, zona, etc.

Con los datos recopilados se procede a realizar mediciones en lugares estratégicos que determinen los parámetros eléctricos de distintas zonas y estratos sociales. Cuando las mediciones han sido hechas, se realiza el estudio matemático y estadístico de los parámetros medidos para obtener las correlaciones que puedan llevar a tener una base más real del consumo eléctrico y los hábitos del uso de la energía eléctrica de la población, para así, mejorar y actualizar el diseño eléctrico desde la vivienda hasta las subestaciones.

En el primer capítulo se establecen los fundamentos teóricos que son la base del estudio en cuestión, está orientado a la investigación bibliográfica de estudios realizados en el país y en el exterior acerca de la determinación de parámetros eléctricos como lo son KW y KWH, tipificados en varias clasificaciones de consumidores, como los realizados por instituciones como CAESS, NRECA y CEL.

A continuación se incluye la teoría estadística básica de elementos de muestreo; así como la metodología empleada para el muestreo, necesarios para la determinación de la muestra a emplear en el análisis.

También se presenta el plan de trabajo que se utiliza para la determinación de la población; así como el empleado al momento de las mediciones.

En el segundo capítulo, se presentan las mediciones realizadas de máxima demanda y consumo en KWH; al mismo tiempo se llevaron a cabo las encuestas en los lugares donde se realizaron las mediciones, estas encuestas se utilizan con el fin de darle una mayor cobertura a los datos monitoreados, y se realizaron en los sectores mencionados en el plan de mediciones.

El objetivo primordial de las encuestas fue obtener un censo de carga de vivienda y obtener información acerca de la utilización de equipos eléctricos, área construida de la vivienda, longitud de frente, antigüedad, etc., lo cual es de vital importancia para realizar los análisis correspondientes encaminados a determinar los diferentes parámetros de este estudio.

En el tercer capítulo la información es procesada en dos paquetes de software; el primero que elabora distribuciones Gaussianas y proporciona los parámetros de dispersión y de tendencia central de las mediciones (QUALITY ANALYST), el segundo elabora las correlaciones de una variable respecto de las otras, determinando el grado de asociación entre dichas variables (AXUM).

Finalmente se presentan las relaciones que existen entre los gráficos, con el objetivo de determinar los parámetros unitarios necesarios para el desarrollo de la actividad de diseño. Además se realizan ejemplos de aplicación por vivienda y por transformador para los estratos mínimo y medio.

Se determinaron los valores de cargas unitarias para los estratos mínimo y medio, siendo estos valores de carácter general para vivienda, puesto que en ellos se incluye lo referente a alumbrado y fuerza (tomas de corriente).

La investigación realizada para la determinación de cargas unitarias poseen un buen margen de confiabilidad, además de las características del método de diseño encontrado, tales como la sencillez de su uso, la versatilidad para los distintos estratos, y sobre todo su fundamento basado en la realidad de las condiciones de los hábitos de consumo eléctrico a nivel residencial de la sociedad salvadoreña.

T A B L A D E C O N T E N I D O S

Capítulo	Página	
I. MARCO TEORICO.		
1.1	Introducción.	1
1.2	Investigaciones realizadas anteriormente	1
1.3	Características de carga.	2
1.4	Clasificación de las cargas.	3
1.5	Definición de potencia y otros.	3
1.5.1	Potencia instantánea.	4
1.5.2	Potencia aparente.	4
1.5.3	Potencia compleja.	5
1.5.4	Potencia activa	5
1.5.5	Potencia reactiva.	5
1.5.6	Factor de potencia	6
1.5.7	Demanda	7
1.5.8	Máxima demanda.	7
1.5.9	Demanda diversificada	7
1.5.10	Demanda coincidental	7
1.5.11	Factor de demanda	7
1.5.12	Factor de utilización	8
1.5.13	Factor de carga	8
1.6	Distribución de carga y densidad de carga	8
1.7	Crecimiento de carga	9
1.8	Aplicaciones de las características de carga	10
1.8.1	Máxima demanda.	10
1.8.2	Factor de diversidad o coincidental.	11
1.8.3	Factor coincidental	11
1.9	Relación de máxima demanda y consumo de KWH	12
1.10	Diseño del sistema secundario	12
1.11	Monitoreando transformadores con carga.	15
1.12	Tiempo de medición	15
1.13	Elementos estadísticos del proyecto.	17
1.13.1	Muestreo aleatorio estratificado	17
1.13.2	Muestreo irrestricto aleatorio	18
1.13.3	Ventajas del muestreo aleatorio estratificado.	18
1.13.4	Selección de una muestra aleatoria estratificada.	18
1.13.5	Estratificación después de Seleccionar la muestra.	19
1.13.6	Selección del tamaño de la muestra	19

1.13.7	Determinación de la muestra mediante muestreo aleatorio estratificado	19
1.13.8	Determinación de la población dentro de la cual se realizará la investigación.	20
1.14	Plan de trabajo	22
1.14.1	División de la zona metropolitana en zonas geográficas	23
1.14.2	Metodología de medición	23
1.14.3	Elección de los puntos de medición.	24
1.15	Plan de mediciones	24
1.15.1	Plan complementario de mediciones	26
1.16	Hipótesis de trabajo.	27
1.17	Conclusiones y recomendaciones	28
	Referencias bibliográficas	29

II. MEDICIONES.

2.1	Introducción.	30
2.2	Bitácora de las mediciones	31
2.2.1	Mediciones complementarias.	35
2.2.2	Elaboración de encuestas	35
2.2.3	Resultados obtenidos.	36
2.3	Equipo utilizado.	
2.3.1	Medidores de máxima demanda SANGAMO-CW	36
2.3.2	Diagramas de conexión del medidor SANGAMO-CW	37
2.3.3	Medidores de demanda SANGAMO-QUANTUM ST-200	38
2.3.4	Diagramas de conexión SANGAMO-QUANTUM	40
2.4	Tablas y gráficos	41
2.5	Conclusiones y recomendaciones.	50
	Referencias bibliográficas	51

III. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS.

3.1	Introducción	52
3.2	Descripción del software QUALITY ANALYST	52
3.3	Descripción del software AXUM	53
3.4	Análisis estadístico y matemático de los datos.	
3.4.1	Estrato mínimo	54
3.4.2	Estrato medio	58
3.5	Análisis y elaboración de correlaciones.	
3.5.1	Mediciones por vivienda para estrato mínimo	63

3.5.2 Mediciones por vivienda para estrato medio	69
3.5.3 Mediciones por transformador para estrato mínimo	74
3.5.4 Mediciones por transformador para estrato medio	77
3.6 Determinación de parámetros para diseño.	
3.6.1 Determinación de cargas unitarias	81
3.6.2 Determinación de parámetros para cálculo de capacidad de transformadores	82
3.7 Determinación del consumo esperado.	
3.7.1 Estrato mínimo	83
3.7.2 Estrato medio	84
3.8 Ejemplos de aplicación.	
3.8.1 Estrato mínimo	85
3.8.2 Estrato medio	87
3.9 Conclusiones y recomendaciones	90
Referencias bibliográficas	92
Apéndice A: Estudio de Correlación de datos	93

Anexo A:

Tabla A.1: Principales características e indicadores de los hogares.

Tabla A.2: Hogares por tipo de vivienda, según disponibilidad de servicios básicos.

Tabla A.3: Hogares por tramos de ingreso familiar mensual, según disponibilidad de servicios básicos.

Anexo B:

Formulario utilizado para la ENCUESTA DOMICILIAR.

Formulario utilizado para recolectar la información en el PROCESO DE MEDICION.

Información técnica y características del medidor SANGAMO-CW.

Anexo C:

Base de datos.

L I S T A D E F I G U R A S

Figura	Página	
1.1	Nomograma para la estimación de la carga del transformador de distribución para un consumo de abonados promedio.	13
1.2	Demanda diversificada máxima probable de varios números de clientes residenciales	13
1.3	Densidad de carga vrs. longitud de secundario	14
1.4	Relaciones empíricas para el monitoreo de carga de transformadores de distribución	16
1.5	Consumo en KW vrs. KWH	16
1.6	Curvas de factor coincidental de consumidores domésticos	17
2.1	Diagrama de conexión SANGAMO-CW utilizando un T.C	37
2.2	Diagrama de conexión SANGAMO-CW utilizando dos T.C	37
2.3	Diagrama de conexión para servicio domiciliario con medidor SANGAMO-QUANTUM	40
2.4	Medidores de demanda máxima en KW y KW-H monofásicos SANGAMO-CW	41
2.5	Gráfico de demanda máxima por vivienda en estrato mínimo	42
2.6	Gráfico de demanda máxima por vivienda en estrato medio	43
2.7	Gráfico de demanda máxima por transformador en estrato mínimo	44
2.8	Gráfico de demanda máxima por transformador en estrato medio	45
2.9	Gráfico de demanda máxima diaria por vivienda en la zona de Ciudad Merliot	46

2.10	Gráfico de demanda máxima diaria por transformador en la zona de Ciudad Merliot	47
3.1	Histograma de carga instalada	55
3.2	Histograma de máxima demanda	55
3.3	Histograma de KWH mensual	56
3.4	Histograma de área construida.	56
3.5	Histograma de longitud de frente.	57
3.6	Histograma de antigüedad	57
3.7	Histograma de carga instalada.	60
3.8	Histograma de máxima demanda	60
3.9	Histograma de KWH mensual	61
3.10	Histograma de área construida	61
3.11	Histograma de longitud de frente	62
3.12	Histograma de antigüedad	62
3.13	Gráfico de carga instalada vrs. máxima demanda	65
3.14	Gráfico de máxima demanda vrs. área construida	65
3.15	Gráfico de longitud de frente vrs. máxima demanda	66
3.16	Gráfico de antigüedad vrs. máxima demanda.	66
3.17	Gráfico de KWH mensual vrs. máxima demanda	67
3.18	Gráfico de carga instalada/área construida vrs. máxima demanda	67
3.19	Gráfico tridimensional	68
3.20	Gráfico de carga instalada vrs. área construida.	68
3.21	Gráfico de carga instalada vrs. máxima demanda	71
3.22	Gráfico de máxima demanda vrs. área construida	71
3.23	Gráfico de longitud de frente vrs. máxima demanda	72
3.24	Gráfico de KWH mensual vrs. máxima demanda	72

3.25	Gráfico de área construida vrs. KWH mensual . .	73
3.26	Gráfico de carga instalada vrs. área construida.	73
3.27	Gráfico de KVA nominales vrs. máxima demanda. .	75
3.28	Gráfico de KWH mensual vrs. número de abonados .	75
3.29	Gráfico de KWH mensual vrs. máxima demanda . .	76
3.30	Gráfico de número de abonados vrs. máxima demanda	76
3.31	Gráfico de KVA nominales vrs. máxima demanda. .	79
3.32	Gráfico de KWH mensual vrs. número de abonados .	79
3.33	Gráfico de KWH mensual vrs. máxima demanda . .	80
3.34	Gráfico de número de abonados vrs. . máxima demanda	80

L I S T A D E T A B L A S

Tabla	Página
2.1 Tabla de mediciones realizadas en KWH y demanda máxima por transformador y por vivienda en estrato mínimo y medio	48

C A P I T U L O I

M A R C O T E O R I C O

1.1 Introducción.

En el presente capítulo se establecen los fundamentos teóricos que son la base del estudio en cuestión. Esta orientado en primer lugar a la investigación bibliográfica de estudios realizados en el país y en el exterior acerca de la determinación de parámetros eléctricos como lo son KW y KWH, tipificados en varias clasificaciones de consumidores, como los realizados por instituciones como CAESS, NRECA y CEL.

Posteriormente se exponen los conceptos necesarios para el abordaje de la temática, tales como definiciones de potencia, características de los sistemas eléctricos y los factores de potencia eléctrica empleados en dicho trabajo.

A continuación se incluye la teoría estadística básica de elementos de muestreo; así como la metodología empleada para el muestreo, trato estadístico y matemático de los datos, necesarios para la determinación de la muestra a emplear en el análisis. También se incluye el plan de trabajo que se utilizará para la determinación de la población; así como el que se empleará al momento de las mediciones, que constituyen la siguiente etapa del estudio.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, a fin de establecer las apreciaciones convenientes de esta fase. Se adjunta la bibliografía utilizada para futuras referencias.

1.2 Investigaciones realizadas anteriormente.

Dentro de estos proyectos se puede mencionar el Proyecto OLADE, el cual está orientado al manejo de la demanda y al uso racional de la energía eléctrica. Con este proyecto lo que se busca particularmente es identificar medidas e inversiones necesarias para mejorar el comportamiento de la demanda y reducir pérdidas.

Para lograr llevar a cabo este proyecto dado a la diversidad de usos y la cantidad de abonados; fueron escogidos las fuentes de obtención de información siguiente:

- a) Facturación.
- b) Encuestas (Censos de carga).
- c) Mediciones agregadas e individuales.

De la facturación se obtienen los datos sobre consumo, cantidad de clientes y ubicación de cada cliente. De las encuestas se obtienen el hábito de uso de los equipos, y de las mediciones, los factores característicos; todo trabajado adecuadamente por las estadísticas. Obteniendo de esta manera la carga definida en el tiempo y espacio.

Otro proyecto que se realiza con bastante anterioridad fue el Trabajo de Graduación, cuyo tema es "Diseño y análisis económico de una red de distribución eléctrica residencial típica". En este trabajo se clasificó las viviendas como tipo alto, tipo medio y tipo mínimo; a cada grupo se le asoció una demanda promedio por consumidor dependiendo de los usos que se le da a la energía eléctrica. También se considero la extensión del terreno de la vivienda en estudio, nivel de vida de los habitantes, la cual se reflejaba en la cantidad de aparatos eléctricos existentes.

Se tomó la modalidad de establecer una densidad de carga por unidad de longitud ó por unidad de área para determinar la magnitud de la carga a servir. También se utilizó la herramienta estadística para estudiar los datos de consumo mensual, consumo promedio por abonado, etc., todo esto a partir de los recibos de cobro del servicio por la compañía distribuidora de energía eléctrica.

También existe un proyecto de auditoría energética llevado a cabo por SETISA, pero este trabajo se realizó en el sector industrial y comercial por lo cual no es necesario ampliar mucho sobre él, puesto que el estudio que se está desarrollando es en el sector residencial.

1.3 Características de carga.

El personal responsable del diseño u operación de un sistema de distribución eléctrico debe tener algún conocimiento de las características de las cargas, para operar ó diseñar de la mejor manera el sistema.

El problema que usualmente involucra cargas es la determinación del efecto de cargas individuales ó grupos de cargas en la operación ó diseño de un sistema, a un punto particular en una porción del sistema ó el sistema completo.

Las características de las cargas son requeridas para el análisis del sistema, también incluye la determinación de las condiciones existentes, proyectadas y soluciones a las condiciones indeseadas.

1.4 Clasificación de las cargas.

Las cargas son clasificadas para un propósito específico, que podría ser en vista a su medio ambiente ó localización geográfica, tipo de consumidor (industria, comercio), dependencia del consumidor del servicio eléctrico, efecto de la carga sobre otras cargas.

Varias maneras de clasificación de cargas se presentan a continuación:

- A.- Según la localización geográfica ó medio ambiente: Urbano, suburbano y rural.
- B.- Según el tipo de establecimiento del consumidor: Residencial, comercial e industrial.
- C.- Según la dependencia del servicio eléctrico: Normal, crítico y de emergencia.
- D.- Según la razón de consumo de energía: Residencial, comercial de luz, comercial de fuerza e industriales.
- E.- Según el efecto que ejercen sobre otras cargas: Normal (estado estable) y con transientes (cíclicos y no cíclicos).
- F.- Según consideraciones especiales: Circuitos automatizados y cargas sensibles al voltaje.

Para nuestros propósitos dividiremos las cargas según el tipo de consumidor, ó sea residencial, comercial e industrial; centraremos nuestra atención en las cargas residenciales y estas las subdividiremos en tres estratos (alto, medio y bajo) los cuales se definirán posteriormente.

1.5 Definiciones de potencia y otros.

Para un sistema de energía eléctrica se definen los siguientes términos de potencia. De manera general se define como la razón de tiempo en la cual se transmite la energía; sus unidades son Joules/s, ó Watts. Esta última unidad es la más utilizada.

1.5.1 Potencia instantánea.

Es la razón por la cual la energía eléctrica es transmitida a través de un circuito, y está dada por el producto del voltaje instantáneo entre los terminales del circuito y la corriente instantánea a través de él, así:

$$p = v i \quad (1.1)$$

Esta expresión es general, por tanto se modificará para una señal sinusoidal que se utiliza en las redes de distribución de energía.

$$p = v i = |V| |I| \cos(\omega t + \phi) \cos \omega t$$

$$p(t) = |V| |I| [\cos(2\omega t + \phi) + \cos \phi]$$

$$p(t) = |V| |I| [\cos(2\omega t + \alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)] \quad [W] \quad (1.2)$$

Donde V e I son valores eficaces de voltaje y corriente, ω es la frecuencia angular, α y β son los ángulos de fase para voltaje y corriente respectivamente.

Ahora la potencia instantánea como función del tiempo, en un circuito trifásico, es:

$$\begin{aligned} p(t) = & |V| |I_1| [\cos(\alpha_1 - \beta_1) + \cos(2\omega t + \alpha_1 + \beta_1)] + \\ & + |V| |I_2| [\cos(\alpha_2 - \beta_2) + \cos(2\omega t + \alpha_2 + \beta_2)] + \\ & + |V| |I_3| [\cos(\alpha_3 - \beta_3) + \cos(2\omega t + \alpha_3 + \beta_3)] \quad [W] \quad (1.3) \end{aligned}$$

1.5.2 Potencia aparente.

En circuitos monofásicos y trifásicos, la potencia aparente es el producto escalar de los valores eficaces de voltaje y corriente entre los puntos de entrada de un circuito; así:

$$s = |V| |I| \quad (1.4)$$

y para circuitos trifásicos balanceados:

$$s = \sqrt{3} |V_L| |I_L| \quad \text{ó} \quad s = 3 |V_F| |I_F| \quad (1.5)$$

donde V_L e I_L son voltaje y corriente efectivos de línea, y V_F e I_F son voltaje y corriente efectivos de fase. Sus unidades son los VA (Volt-Amperios) aunque son frecuentes en cantidades mayores como KVA, MVA ó GVA.

1.5.3 Potencia compleja.

Es la expresión de la potencia como una cantidad compleja. La magnitud de la potencia compleja es la potencia aparente, además la parte real de la potencia compleja es igual a la potencia activa (promedio ó real); y la parte imaginaria de la potencia compleja, recibe el nombre de potencia reactiva.

1.5.4 Potencia activa.

Para un circuito monofásico, es el promedio de tiempo de los valores de potencia instantánea cuando se toma su promedio sobre un ciclo de señal, así:

$$P = |V| |I| \cos(\alpha - \beta) \quad (1.7)$$

$$P = |V| |I| \cos(\theta) \quad [W]$$

Donde θ es el ángulo por el cual la corriente I , atrasa o adelanta al voltaje V , en el circuito.

En circuito trifásico, la relación es:

$$P = |V_1| |I_1| \cos(\theta_1) + |V_2| |I_2| \cos(\theta_2) + |V_3| |I_3| \cos(\theta_3)$$

Donde los valores de V e I representan el voltaje y la corriente de fase. Se considera un sistema de cargas balanceado, así:

$$P = \sqrt{3} |V_L| |I_L| \cos(\theta) \quad [\text{Para valores efectivos de línea}]$$

$$P = \sqrt{3} |V_F| |I_F| \cos(\theta) \quad [\text{Para valores efectivos de fase}]$$

1.5.5 Potencia reactiva.

Representa un flujo de potencia alternante hacia la carga y desde la carga; tiene un valor promedio de cero en un período, es incapaz de realizar trabajo útil. Es la parte imaginaria de la potencia compleja.

Para un sistema monofásico:

$$Q = |V| |I| \text{Sen} (\alpha - \beta)$$
$$Q = |V| |I| \text{Sen} (\theta) \quad [\text{VAR}] \quad (1.8)$$

y para un circuito trifásico balanceado es:

$$Q = \sqrt{3} |V_L| |I_L| \text{Sen}(\theta) \quad [\text{VAR}] \quad \text{Línea} \quad (1.9)$$

$$Q = \sqrt{3} |V_F| |I_F| \text{Sen}(\theta) \quad [\text{VAR}] \quad \text{Fase} \quad (1.10)$$

Donde VAR es Volt-Amperios reactivos.

Por tanto la expresión completa de la potencia compleja es:

$$S = V_{\text{eff}} I_{\text{eff}}^*$$
$$S = V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} e^{j(\alpha-\beta)}$$
$$S = V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \text{Cos}(\alpha-\beta) + j V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \text{Sen}(\alpha-\beta)$$
$$S = P + j Q \quad [\text{VA}] \quad (1.11)$$

Donde V_{eff} e I_{eff} son voltajes y corrientes eficaces y las unidades son los Volt-Amperios.

1.5.6 Factor de potencia.

El factor de potencia se define como la relación de la potencia activa o promedio a la potencia aparente, de esta manera:

$$F.P. = \frac{\text{Potencia Activa (KW)}}{\text{Potencia Aparente (KVA)}} \quad (1.12)$$

También se expresa como:

$$F.P. = \text{Cos}(\alpha-\beta) = \text{Cos}(\theta)$$

Donde θ es el ángulo en el cual la corriente atrasa o adelanta al voltaje en los terminales de entrada de un circuito ya sea si es positivo o negativo respectivamente.

Se utiliza grandemente en comercios e industrias que poseen maquinarias y equipos que atrasan o adelantan en gran medida el F.P., lo cual es perjudicial para el abonado como para la empresa que les sirve energía.

En el sector residencial no es tan crítico el F.P. debido a que los equipos utilizados son pequeños y de carácter resistivo en gran medida.

1.5.7 Demanda.

Es la carga promedio que los terminales reciben en un intervalo de tiempo. Esta es expresada en Kilowatts, Kilovoltios-amperios, Kilovars ó Amperios; el período sobre el cual la carga es medida se llama intervalo de demanda.

1.5.8 Máxima demanda.

Es la más grande de todas las demandas que han ocurrido en un período especificado de tiempo, ésta es expresada en unidades del tipo de carga que está considerada, además se debe definir el intervalo de demanda.

1.5.9 Demanda diversificada.

Es la suma de las demandas de un grupo compuesto de cargas, que no necesariamente ocurren en el mismo intervalo.

Generalmente se define la máxima demanda diversificada o no coincidental como la suma de las máximas demandas individuales correspondientes a las cargas integrantes de un sistema o subsistema.

1.5.10 Demanda coincidental.

Es la demanda de un grupo de cargas las cuales ocurren en un mismo intervalo de tiempo. En otras palabras, es el valor obtenido de sumar las diferentes demandas individuales correspondientes a las cargas que constituyen un determinado número.

1.5.11 Factor de demanda.

Es la relación de la máxima demanda de un sistema a la carga total conectada al sistema. El factor de demanda podría indicar el intervalo de demanda y el período sobre el cual la máxima demanda se aplica; éste es comúnmente menor que la unidad, sería uno solamente si todas las cargas son

energizadas simultáneamente por un período tan grande como el intervalo de demanda, por lo tanto indica el grado con que la carga es conectada simultáneamente.

$$F.D. = \text{MAXIMA DEMANDA/CARGA CONECTADA.}$$

1.5.12 Factor de utilización.

Es la relación de la máxima demanda del sistema a la capacidad nominal de éste. El factor de utilización indica el grado al cual la carga conectada está siendo demandada durante un pico de carga con respecto a su capacidad.

$$F.U. = \text{MAXIMA DEMANDA/CAPACIDAD NOMINAL.}$$

1.5.13 Factor de carga.

Es la relación de la carga promedio sobre un período designado de tiempo a la carga pico que ocurre en dicho período. La carga pico puede ser máxima instantánea ó máxima promedio. Este factor generalmente es menor o igual a 1.

$$F.C. = \text{DEMANDA PROMEDIO/MAXIMA DEMANDA.}$$

1.6 Distribución de carga y densidad de carga.

Las cargas en el sistema de distribución pueden ser un grupo de cargas las cuales están concentradas en un punto en el sistema ó un grupo de cargas distribuidas sobre un sector particular del sistema.

Aunque las cargas estén concentradas sobre una parte del sistema, pueden ser consideradas como cargas concentradas en un punto, estas pueden ser distribuidas ya sea uniforme o no uniformemente a lo largo de un alimentador sobre un área.

La distribución de carga no es precisamente conocida, porque la distribución de carga está continuamente cambiando. Sin embargo un circuito en el cual la carga no está uniformemente distribuida puede ser analizada asumiendo que la carga en todos los transformadores de distribución dentro del circuito es proporcional al valor nominal del transformador, con la localización y valores nominales de todos los transformadores de distribución y el total de alimentadores de la carga conocidos, la relación de los transformadores de distribución a la carga pueden ser conocidos. Asumiendo que la relación existe para todos los transformadores y que todas las

cargas tienen el mismo factor de potencia, la carga puede ser determinada en todos los puntos.

Dos métodos son usados para expresar la densidad de carga; el de alcance lineal y el de alcance de área, la densidad de carga en alcance lineal puede ser expresada en KVA por miles de pies (m) y es aplicable en el análisis secundario, aunque puede ser aplicable a alimentadores primarios; el método de alcance de área está restringido a grandes subdivisiones tales como áreas servidas por subestaciones y es expresada en MVA por milla² (m¹²).

1.7 Crecimiento de carga.

El grado en el cual el crecimiento de carga es considerado en la proyección de rangos en el sistema; desde las necesidades de un consumidor particular hasta los principios generales de una proyección de gran rango, el cual debe incluir relaciones de equipo individual y de las normas requeridas.

La proyección de un sistema de gran rango usualmente concierne con problemas mayores los cuales son deliberadamente analizados usando las mejores facilidades disponibles, estos podrían ser de general interés para la industria.

Si la tasa de crecimiento de carga es conocida, el crecimiento en la carga sobre un período de años puede ser determinada por:

$$L_n = (1 + r)^n \quad (1.13)$$

Donde:

- L_n = Carga después de n períodos por unidad de carga inicial.
- r = Taza periódica de crecimiento de carga por unidad.
- n = Número de períodos.

El crecimiento de carga es de primera importancia en el diseño económico, el cual es influenciado grandemente por el diseño eléctrico y mecánico. Debido a la influencia del crecimiento de carga en los costos de operación, rentas y otros factores posiblemente, las características de carga es un factor prominente en el diseño y operación de sistemas. El crecimiento de carga puede ser usado para indicar cambios en cualquiera de las varias características de carga.

1.8 Aplicaciones de las características de carga.

En la planificación de una instalación eléctrica, lo primordial que hay que considerar es la carga a la cual se alimentará. Si los alimentadores y todos los dispositivos que se requieran para la transmisión de la energía hasta la carga, se diseñan bajo el supuesto de que toda la carga funcionará simultáneamente, seguramente, en la mayoría de los casos, la instalación estaría sobredimensionada debido a que no coinciden las cargas en su funcionamiento.

La no coincidencia de las cargas se presenta mediante algunos factores, entre estos pueden estar: Por el tipo de carga (las productoras de calor, luz y fuerza), por su función, por la cantidad de un tipo de carga. Debido a esto se hace necesario obtener un parámetro que indique el porcentaje máximo de la carga total instalada que funcionará simultáneamente en un instante determinado, y aplicarlo para dimensionar adecuadamente la instalación eléctrica.

El parámetro con el que se logra este dimensionamiento adecuado es el factor de demanda. Este factor es determinado a partir de estudios y mediciones en los distintos tipos de carga por ejemplo, industrial, residencial, comercial, etc. El valor de este factor está comprendido entre valores menores o iguales a la unidad como máximo. Determinado este factor, el diseñador lo utiliza para determinar la demanda máxima de un grupo de cargas y en conjunto con el factor de diversidad, poder dimensionar adecuadamente la red de alimentación.

El factor de diversidad es también importante en el diseño de la red de distribución y en la elección adecuada de la capacidad de la subestación. También este factor da la información acerca de la cantidad de energía que se debe estimar para el funcionamiento normal de un sistema de cargas. Esta gran importancia se puede apreciar cuando se considera el gran incremento en la capacidad del sistema, desde los generadores hasta los abonados, que se necesitaría proporcionar si la máxima demanda de los consumidores sucediera simultáneamente.

1.8.1 Máxima demanda.

La máxima demanda es aplicada directamente en factores de demanda, carga y diversidad, por lo tanto es una función de dichos factores.

La máxima demanda puede ser determinada de las definiciones básicas de las demás características de carga, éstas llevan a las siguientes expresiones para máxima demanda:

$$D_m = \frac{D_{prom}}{F_{LD}} \quad (1.14)$$

$$D_m = F_{Dm} * L_c \quad (1.15)$$

$$D_{mN} = \frac{\sum_1^N D_{mn}}{(F_{DV})_N} \quad (1.16)$$

$$D_{mN} = (F_C)_N \sum_1^N D_{mn} \quad (1.17)$$

- Donde:
- D_m = Demanda máxima de una carga o grupo de cargas.
 - F_{LD} = Factor de carga de una o un grupo de cargas teniendo una D_m y para el intervalo y período de demanda particular al cual D_m aplica.
 - F_{Dm} = Factor de demanda.
 - D_{mN} = Máxima demanda de un grupo de N cargas individuales.
 - L_c = Carga conectada.
 - D_{mn} = Máxima demanda de la n -ésima carga.
 - $(F_{DV})_N$ = Factor de diversidad de un grupo de N cargas.
 - $(F_C)_N$ = Factor coincidental de un grupo de N cargas.
 - D_{prom} = Demanda promedio.

1.8.2 Factor de diversidad.

Se entiende por factor de diversidad, a la relación que existe entre la suma de las máximas demandas individuales de un sistema y la máxima demanda de ese sistema. Este factor es mayor o igual que 1, ya que generalmente las máximas demandas individuales no ocurren simultáneamente.

$$F.Div. = \frac{\text{Suma de máximas demandas individuales}}{\text{Demanda máxima del sistema.}}$$

1.8.3 Factor coincidental.

Es la relación de la máxima demanda coincidental de un grupo de consumidores a la suma de las máximas potencias demandadas individualmente por dichos consumidores, siendo ambos valores tomados en el mismo intervalo. También se entiende como la contribución de cada carga individual, en

porcentaje de su respectiva máxima demanda individual para formar la máxima demanda del grupo. Este factor es el inverso del factor de diversidad.

1.9 Relación de máxima demanda y consumo de KWH.

Se obtienen muy buenos resultados al estimar las máximas demandas residenciales del consumo de KWH. Hay varios métodos que rinden gran exactitud. Uno de estos métodos considera el estimar la máxima demanda diversificada como función de los KWH promedio por consumidor sobre un período de cuatro meses basado en 75 consumidores y la diversidad como función del número de consumidores (ver figura 1.1).

Un segundo método, utiliza varios factores multiplicadores los cuales son aplicados según el número de KWH consumidos por cada consumidor para estimar la máxima demanda por consumidor. Los factores aplicados dependen del consumo de KWH y son determinados por pruebas cada año a fin de que cualquier corrección necesaria en el método sea introducida.

1.10 Diseño del sistema secundario.

El punto de partida al hacer una disposición secundaria actual es la determinación de la densidad de carga por 1000'. Diferentes métodos son usados para calcular la densidad de carga. Uno es usando las curvas de demanda como las mostradas en la figura 1.2.

La demanda diversificada por consumidor es obtenida de estas curvas multiplicando el número de consumidores por mil pies, se provee el estimado necesario de densidad de carga. Teniendo la densidad de carga, el espaciamiento del transformador podría ser determinado, basado en el tamaño del alambre seleccionado. Numerosos estudios han demostrado la ventaja de usar conductores secundarios entre los calibres de No. 4 y No. 2/0 de Cobre ó entre No. 2 y No. 4/0 de Aluminio.

El tamaño económico de un conductor para una serie dada de condiciones, es determinada mejor mediante un estudio generalizado de planificación del sistema secundario, tal estudio pudiera indicar también el tamaño económico del transformador de distribución.

Asumiendo una caída del 3 %, la curva en la figura 1.3 puede ser usada para determinar la longitud secundaria del transformador, la cual pudiera ser el 50 % del actual espaciamiento del transformador.

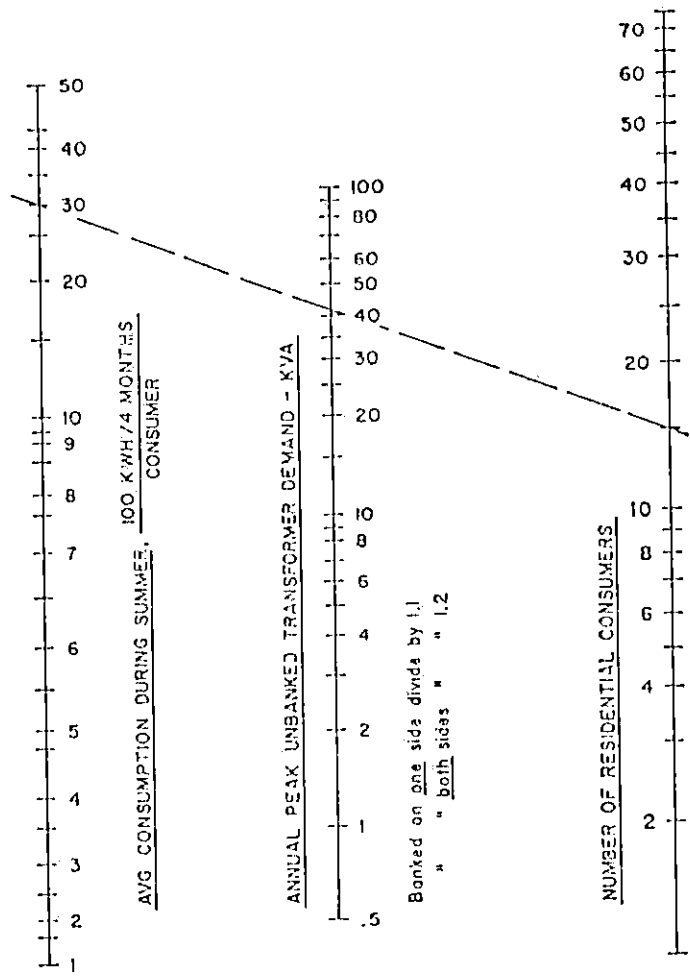


Figura 1.1: Nomograma para la estimación de la carga del transformador de distribución para un consumo de abonados promedio.

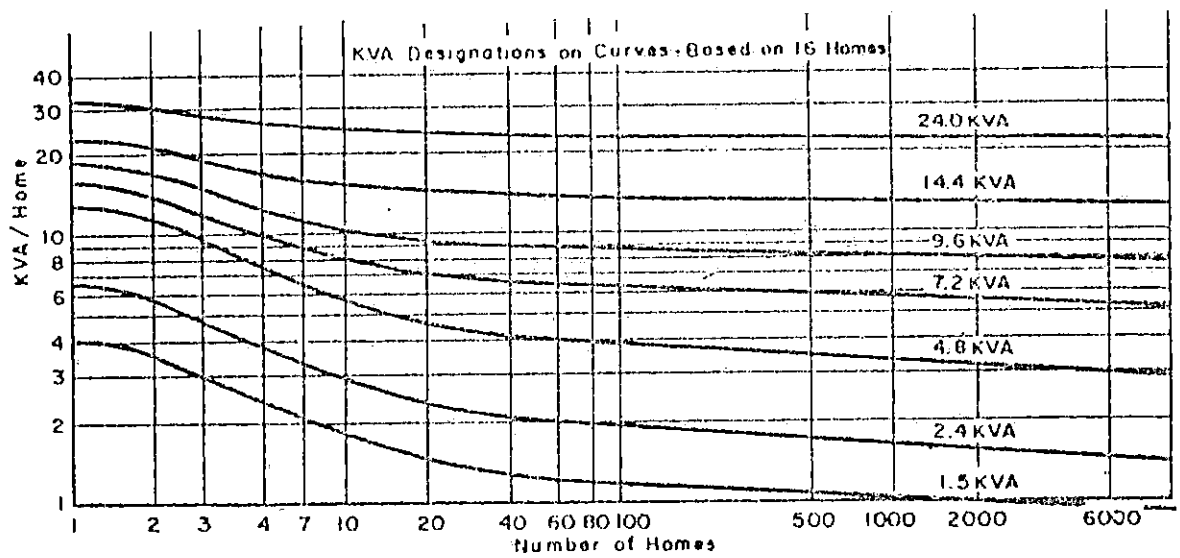


Figura 1.2: Demanda diversificada máxima probable de varios números de clientes residenciales.

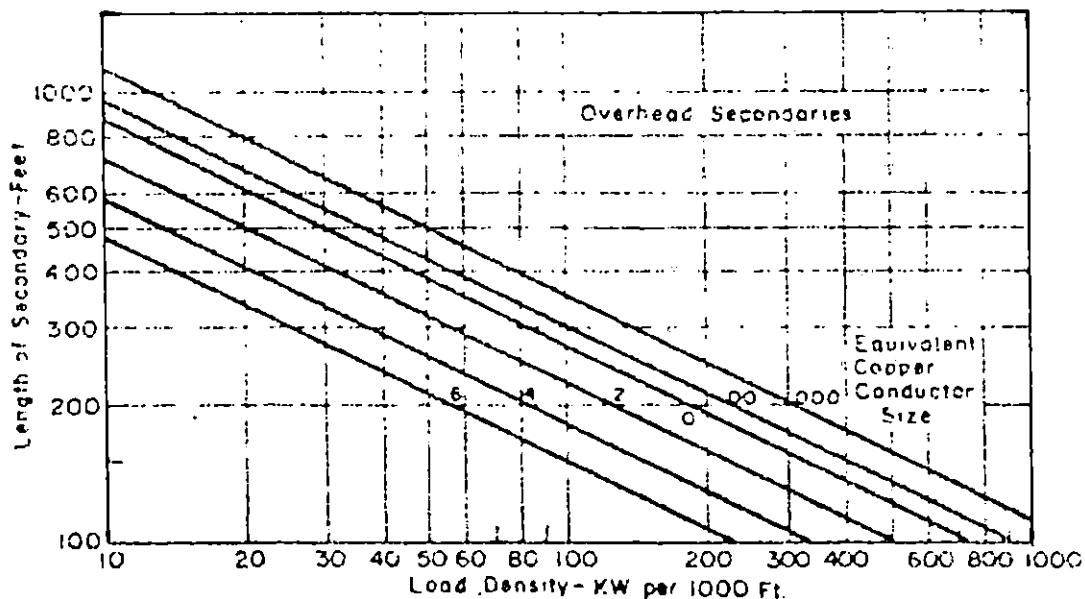


Figura 1.3: Densidad de carga vrs. longitud de secundario.

El tamaño del transformador de distribución sería entonces igual al espaciamento del transformador en miles de pies, multiplicado por la densidad de carga por mil pies, multiplicado por 100 y dividido por el porcentaje inicial de carga en el transformador.

Por ejemplo: Si el espaciamento llegara a ser 600', la densidad de carga fuera calculada en 40 KW/1000', la carga inicial en el transformador del 90 % y la final del 180 %, entonces el transformador de distribución requerido sería de 26.6 KVA y se instalaría uno de 25 KVA.

Si el transformador de distribución es cargado a su capacidad y se desea determinar su reemplazo por uno más grande ó intercalar transformadores adicionales; el mismo procedimiento es seguido, excepto en este caso, la densidad de carga pudiera ser calculada la carga del transformador.

Las curvas de la figura 1.3 están basadas en un desbalance asumido del 15 % en las cargas secundarias, siendo definido el porcentaje de desbalance como el porcentaje al cual la corriente en el neutro es la suma de la corriente en los otros dos conductores. El incremento de desbalance en los secundarios tiene un efecto muy marcado en la caída de voltaje y es frecuentemente la causa del bajo voltaje del consumidor.

Para el 15 % de desbalance asumido, la caída del secundario en el lado del secundario la cual lleva la mayoría de carga es 45 % más grande que si la carga secundaria fuese balanceada en una caída completa del neutro. Similarmente para un 25 % de desbalance, la caída sería un 75 % más grande que para la carga secundaria balanceada. Si el neutro es aterrizado en varios puntos a través de su longitud, la caída extra debida a su desbalance podría ser un poco menos del 75 a 80 % que el valor dado anteriormente.

1.11 Monitoreando transformadores con carga.

Hay varios métodos para monitorear transformadores cargados. Un método que ha sido ampliamente aceptado por las compañías generadoras relaciona la carga pico al transformador a los KWH acumulados suplidos por el transformador durante el mes en el cual la carga pico ocurre. Cada usuario de este método generalmente prefiere desarrollar su propia relación empírica de estas variables.

La figura 1.4, ilustra una relación empírica la cual fue obtenida de una investigación de todas las industrias; esta relación particular no debería ser usada del rango 2σ en el cual la mayoría de datos aparecen, dentro de este rango la ecuación da resultados estadísticamente precisos.

La figura 1.5 da la relación KW vrs. KWH consumidor y el rango del factor de conversión determinado por la compañía para su condición pico de verano. El factor coincidental es mostrado como la curva "C" en la figura 1.6. Con estos valores, la demanda del consumidor y la carga del transformador pueden ser estimados.

1.12 Tiempo de medición.

La duración de la prueba de máxima demanda, es determinada según el propósito de las mediciones y el número de instrumentos disponibles. Si la demanda máxima de una carga única desea ser determinada, los instrumentos deben mantenerse en servicio por un período extenso de tiempo, a manera de asegurar que las cargas picos han sido registradas. Si las demandas máximas de un grupo de cargas individuales son correlacionadas, sería necesario restringir el período a fin de que todos los valores determinados apliquen sobre el mismo período de tiempo. Si hay un número restringido de medidores para realizar las mediciones simultáneamente, será necesario reducir el período de cada medición a fin de obtener razonablemente todas las mediciones bajo similares condiciones. Una medición para ser confiable debe ser hecha por un período mínimo de una semana.

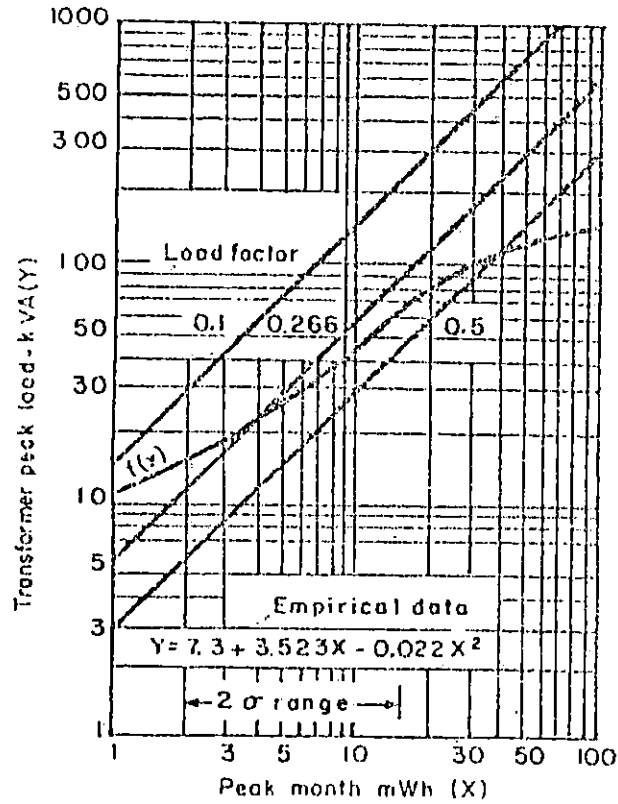


Figura 1.4: Relaciones empíricas para el monitoreo de carga de transformadores de distribución.

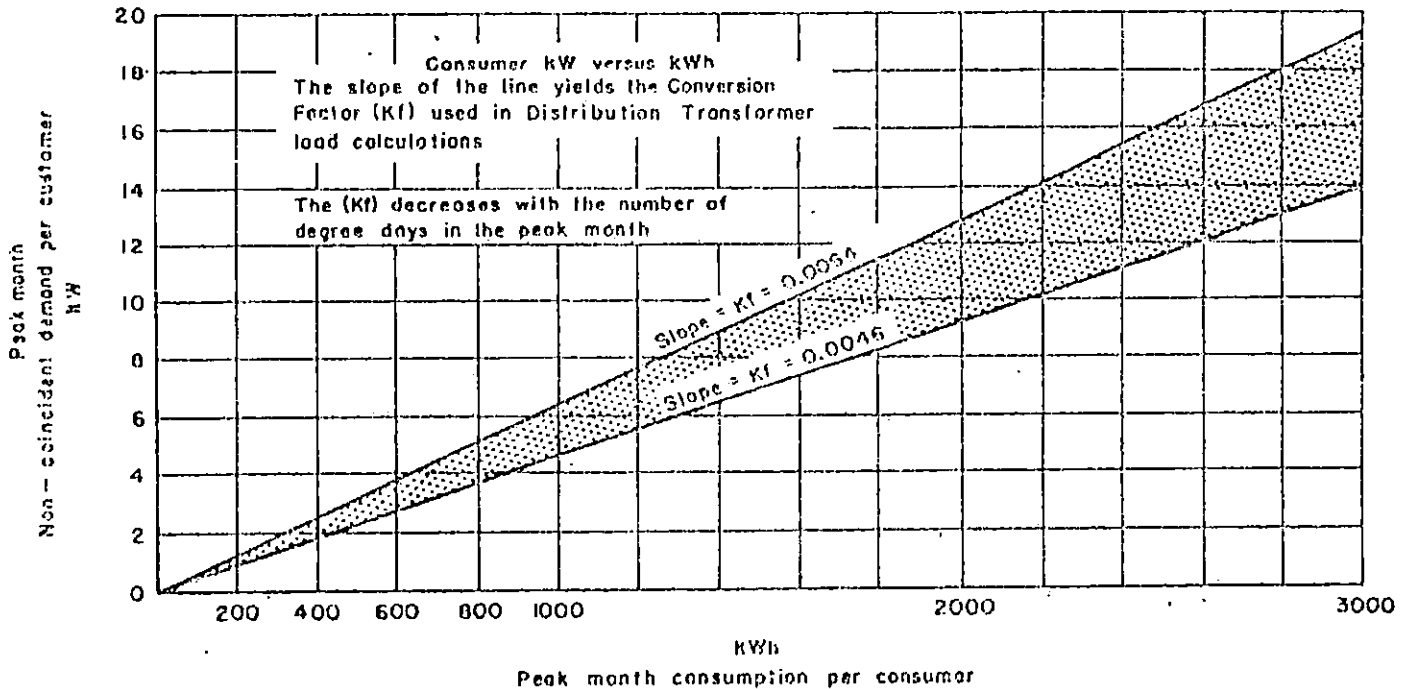


Figura 1.5: Consumo en KW vs. KWH.

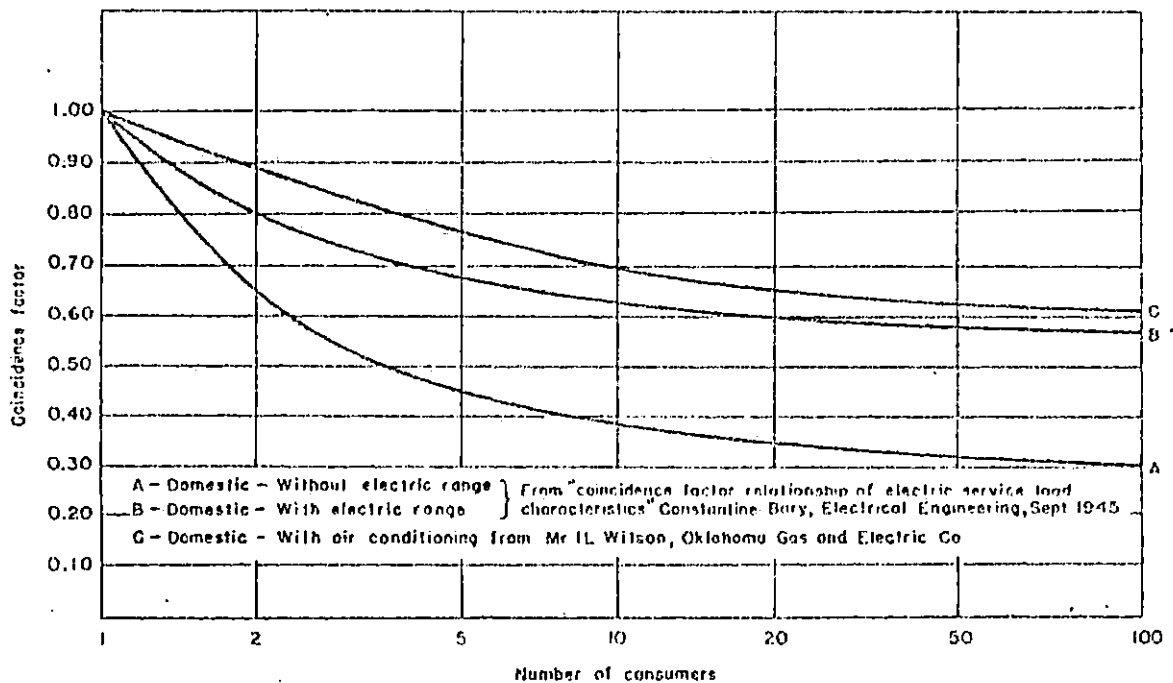


Figura 1.6: Curvas de factor coincidental de consumidores domésticos.

1.13 Elementos estadísticos del proyecto.

El objetivo de un estudio de muestreo es hacer una inferencia acerca de la población con base a la información contenida por la muestra. Dos factores afectan la cantidad de información contenida en la muestra y por lo tanto afectan la precisión.

El primero es el tamaño de la muestra seleccionada de la población. El segundo es la cantidad de variación en los datos. De estas la variación puede ser controlada por el método de selección de la muestra. El procedimiento para seleccionar la muestra se llama "Técnica de Muestreo". Las dos técnicas que se ajustan a las necesidades de este estudio son; el Muestreo Irrestringido Aleatorio y el Muestreo Aleatorio Estratificado, y se definen a continuación.

1.13.1 Muestreo aleatorio estratificado.

Es el obtenido mediante la separación de los elementos de la población, en grupos que no presenten traslapes llamados

estratos y posteriormente se selecciona una muestra irrestricta aleatoria simple de cada estrato.

1.13.2 Muestreo irrestricto aleatorio.

Cuando el tamaño de la muestra n es seleccionado de una población de tamaño N , de tal manera que cada muestra posible de tamaño n tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.

1.13.3 Ventajas del muestreo aleatorio estratificado.

El muestreo aleatorio estratificado permite la estimación separada de parámetros poblacionales dentro de cada estrato.

En resumen los motivos principales para utilizar muestreo aleatorio estratificado son las siguientes:

- (a) La estratificación produce un límite más pequeño para el error de estimación. Esto es particularmente cierto si las mediciones dentro de los estratos son homogéneos.
- (b) El costo por observación en la encuesta puede ser reducido mediante la estratificación de los elementos de la población en grupos convenientes.
- (c) Se pueden tener estimaciones de parámetros poblacionales para subgrupos de la población. Para esto los subgrupos deben ser estratos identificables.

Estas tres ventajas para la estratificación deben tenerse presentes cuando se está planeando estratificar una población ó para decidir como definir los estratos.

Debido a las ventajas que esta técnica presenta para este estudio en particular, se describe ampliamente, para posteriormente aplicarla a nuestra población, que en este caso sería toda el área metropolitana.

1.13.4 Selección de una muestra aleatoria estratificada.

El primer paso es especificar claramente los estratos, así cada unidad de muestreo se ubica en el estrato apropiado.

Después que las unidades de muestreo han sido divididas en estratos, se selecciona una muestra irrestricta aleatoria de cada estrato. Para esto debemos estar seguros de que las muestras seleccionadas en los estratos sean independientes, o

sea que, se deben aplicar diferentes esquemas de muestreo aleatorio dentro de cada estrato, de tal manera, que las observaciones en un estrato no dependen de otro estrato.

1.13.5 Estratificación después de seleccionar la muestra.

Ocasionalmente aparecen problemas en los cuales desearíamos estratificar con base a una variable clave, pero no es posible ubicar las unidades de muestreo en el estrato correcto sólo hasta después de haber seleccionado la muestra. Frecuentemente la estratificación después de la selección de la muestra, es apropiada cuando la muestra irrestricta aleatoria no está equilibrada adecuadamente con las agrupaciones principales de la población.

1.13.6 Selección del tamaño de la muestra.

Para estimar una proporción poblacional, primero se indica que tanta información se desea mediante la especificación del tamaño de la muestra. Las observaciones cuestan dinero, por lo tanto si la muestra es muy grande se desperdicia tiempo y dinero, al contrario si el número de observaciones es pequeña se tiene una información incompleta.

Cuando no se cuenta con la información previa acerca de la muestra (por ejemplo, media, varianza, etc.), se utiliza la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Npq}{(N-1)D+pq} \quad \text{con} \quad D = \frac{B^2}{4} \quad (1.18)$$

Donde: n = Tamaño de la muestra.
 N = Tamaño de la población..
 p = Variabilidad de la proporción poblacional.
 q = Complemento de $p = (1 - p)$
 D = Margen de error.
 B = Error de estimación.

1.13.7 Determinación de la muestra mediante muestreo aleatorio estratificado.

La metodología para determinar el tamaño de la muestra es la siguiente:

- (a) Determinar el tamaño de la población.
- (b) Dividir la población en estratos.

- (c) Proceder como si se tratase de muestreo irrestricto aleatorio utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^L N_i^2 pq}{N^2 D + \sum N_i pq} \quad (1.19)$$

$$\text{con } D = \frac{B^2}{4} \text{ y } n_i = n w_i$$

Donde: n = Tamaño de la muestra aproximada.
 N_i = Población total del estrato.
 n_i = Tamaño de la muestra del estrato i .
 w_i = Fracción de observaciones asignadas al estrato i .
 p = Variabilidad de la proporción poblacional.
 q = Complemento de $p = 1 - p$.
 D = Margen de error.
 B = Error de estimación.
 N = Población total.

En una situación práctica se desconoce p . Un tamaño aproximado puede determinarse al reemplazar p , por un valor estimado. Frecuentemente tal estimación puede ser determinada de estudios anteriores similares. Sin embargo, si no se cuenta con información anterior, se puede substituir $p = 0.5$ en la ecuación anterior, para obtener un tamaño de muestra conservador que será mayor que el requerido. También es aconsejable trabajar con un error de estimación del 5 %.

Hay muchas maneras para asignar un tamaño de muestra n a los diversos estratos. Sin embargo en cada caso el número de observaciones n_i asignado al i -ésimo estrato es una fracción de muestra total n . Denotamos esta fracción por w_i . De ello se puede señalar:

$$n_i = n w_i$$

Donde : $i = 1, 2, 3, \dots, L$.

1.13.8 Determinación de la población dentro de la cual se realizará la investigación.

El estudio se desarrollará en la zona metropolitana, que comprende la ciudad de San Salvador y municipios adyacentes (Mejicanos, Soyapango, Santa Tecla, Ciudad Delgado y Antiguo Cuscatlán).

Para tal efecto se ha determinado el número de hogares que consumen energía eléctrica. Tomando como base la encuesta realizada por el Ministerio de Planificación en 1992, se tiene un total de 260,073 hogares con el servicio de energía eléctrica (ver tabla 1.1 y 1.2 en anexo A) de los cuales se puede estimar y estratificar de la siguiente manera: Clase mínima, hogares que reciben de 0 a 2999 colones y los que ganan más de 3000 como clase media. En base a ello se tiene para clase mínima, $N_1 = 188,363$ y para clase media, $N_2 = 71,710$; y calculando como fracción de muestra para la clase mínima:

$$w_1 = N_1 / N = 188,363 / 260,073 = 0.72$$

y para la clase media:

$$w_2 = N_2 / N = 71,710 / 260,073 = 0.28$$

$$D = B^2 / 4 \quad , \quad \text{para } B = 5 \% \text{ de error de estimación.}$$

$$D = (0.05)^2 / 4 = 0.00065$$

Ahora se calcula:

$$\sum \frac{N_i^2 p_i q_i}{w_i} = \frac{(188363)^2 * 0.5 * 0.5}{0.72} + \frac{(71710)^2 * 0.5 * 0.5}{0.28}$$

$$\sum \frac{N_i^2 p_i q_i}{w_i} = 1.6911020 \times 10^{10}$$

$$\sum N_i p_i q_i = 188363 * 0.5 * 0.5 + 71710 * 0.5 * 0.5$$

$$\sum N_i p_i q_i = 65018.25$$

Estos datos se sustituyen en la ecuación 1.19, y se obtiene:

$$n = \frac{1.6911020 \times 10^{10}}{(260073)^2 (0.00065) + 65018.25} = 384.08$$

Calculando las proporciones para cada estrato, de la siguiente forma:

$$n_1 = n w_1 = 384.08 * 0.72 = 276 \text{ muestras}$$

$$n_2 = n w_2 = 384.08 * 0.28 = 108 \text{ muestras}$$

Por lo tanto se obtiene un tamaño de muestra de:

276 muestras para clase mínima.
108 muestras para clase media.

1.14 Plan de trabajo.

El objetivo primordial de este plan, es darle un seguimiento ordenado al desarrollo de las mediciones de campo que se realizarán.

Como primer paso se hará la clasificación de los tres estratos poblacionales, esto se realizará en base a la capacidad eléctrica instalada¹ y al área de construcción bajo techo de cada vivienda. Con lo anterior se organizan los estratos de la siguiente manera:

Clase mínima: Es el sector de la población que cuenta con viviendas con un área de construcción bajo techo menor de 80 m² y con una capacidad eléctrica instalada original, menor a 1900 Watt. Generalmente las viviendas de esta clase no tienen divisiones para dormitorio, cocina ó comedor.

Clase media: Este es el sector de la población que cuenta con viviendas con un área de construcción de 80 m² a 300 m² y con una capacidad eléctrica instalada de 1900 a 13000 Watt.

Clase alta: Este es el sector de la población que cuenta con viviendas de más de 300 m² y con una capacidad eléctrica instalada de más de 13000 Watt.

Ya obtenida la clasificación de los estratos, se selecciona el mínimo y el medio, ya que son los más representativos para la carga domiciliar. Es de notar que la clasificación hecha para seleccionar el tamaño de la muestra, esta hecha en base a ingresos económicos por vivienda, lo que introduce una variable de error en la selección de la muestra. Pero esto es compensado con un sobredimensionamiento del tamaño de la muestra al utilizar un valor de $p = 0.5$ en la ecuación 1.19; y además se toma la población como dos estratos absolutos, yendo incluida en esta estimación, la clase alta dentro de la clase media. Todo lo anterior da un tamaño de muestra confiable.

(1) Asumiendo, según el método tradicional: 100 Watt por luminaria y 200 Watt por toma de corriente doble a 120 Voltios.

1.14.1 División de la zona metropolitana en zonas geográficas.

Una vez determinado el tamaño de la muestra, se procede a dividir la zona metropolitana en 15 zonas geográficas. Esta distribución ha sido hecha tomando en cuenta las siguientes condiciones:

- A.- Proximidad física entre sí de todas las viviendas que conforman cada zona.
- B.- Toda la población ubicada en la misma zona geográfica deben tener similares costumbres y hábitos de vida en el consumo de energía eléctrica.

Las 15 zonas han sido distribuidas de la manera siguiente:

Zona 1: Ciudad Merliot.	Zona 9: Mejicanos.
Zona 2: Antiguo Cuscatlán.	Zona 10: Cuscatancingo.
Zona 3: Colonia Flor Blanca.	Zona 11: Ciudad Delgado.
Zona 4: Monserrat.	Zona 12: Prados de Venecia.
Zona 5: Colonia La Chacra.	Zona 13: Col. Guadalupe (Soyapango)
Zona 6: Ciudad Satélite.	Zona 14: Amatepeq (Soyapango)
Zona 7: San Marcos.	Zona 15: Barrio San Miguelito.
Zona 8: Zacamil (Mejicanos).	

1.14.2 Metodología de medición.

La metodología a seguir para llevar a cabo una medición de manera eficiente y confiable es la siguiente:

- (a) Para cada zona geográfica se eligió un transformador, y se tomaron las mediciones en conjunto de todas las viviendas que alimenta dicho transformador.

- (b) De cada transformador se seleccionaron varias viviendas típicas para propósitos de medición.
- (c) A un grupo de viviendas alimentadas por el transformador se les levanta una encuesta en las que se incluye la capacidad eléctrica instalada, área de construcción bajo techo, y el tiempo de existencia de la vivienda.
- d) Se toman los consumos de KWH de las facturas mensuales por vivienda por mes.

1.14.3 Elección de los puntos de medición.

Para la elección de los puntos de medición se ha tomado en cuenta el aspecto aleatorio de cada punto seleccionado, la accesibilidad del lugar, el punto elegido no debe poseer algún tipo de comercio ó industria, cubrir áreas densamente pobladas y que todas las muestras estén colocadas geográficamente en todos los puntos cardinales del área metropolitana.

Se han seleccionado inicialmente quince puntos de medición, los cuales serán separados por estratos medio y mínimo mediante los criterios establecidos anteriormente y determinados al levantar la encuesta. Los sitios de medición son:

- 1.- Colonia Flor Blanca.
- 2.- Centro Urbano Monserrat.
- 3.- Ciudad Merliot (Antiguo Cuscatlán).
- 4.- Colonia Jardines de Guadalupe (Antiguo Cuscatlán).
- 5.- Colonia La Chacra.
- 6.- Ciudad Satélite.
- 7.- Colonia Jardines de San Marcos (San Marcos).
- 8.- Centro Urbano José Simeón Cañas (Mejicanos).
- 9.- Residencial San Francisco (Mejicanos).
- 10.- Colonia María Auxiliadora (Cuscatancingo).
- 11.- Colonia Acolhuatán (Ciudad Delgado).
- 12.- Urbanización Prados de Venecia (Soyapango).
- 13.- Colonia Guadalupe (Soyapango).
- 14.- Colonia Amatepec (Soyapango).
- 15.- Reparto Don Rúa (San Salvador).

1.15 Plan de mediciones.

A continuación se presenta el plan de mediciones de demanda máxima por transformador y vivienda; este plan se conforma de 5 etapas, cada una con una duración de 7 días. Con una duración total de 1 mes y medio, programado desde el 12 de Septiembre al 18 de Octubre de 1994.

Cada etapa comprende la medición en tres colonias y para cada colonia se hará medición en el transformador y en una vivienda por lo menos, lo que indica que en cada etapa se utilizarán 6 medidores simultáneamente, de ser posible.

Los puntos de medición de cada etapa se han tratado de seleccionar por la cercanía entre si, independientemente si son de estratos diferentes.

1a. Etapa: Del 12 al 19 de Septiembre.

- * Residencial San Francisco (Mejicanos).
5a. Av. Norte y Final Autopista Norte.
Apartamento # 9
Transformador: 50 KVA, 27 abonados.
- * Centro Urbano José Simeón Cañas (Mejicanos).
29 Av. Norte y Calle Zacamil.
Edificio 34, Apartamento # 8.
Transformador: 15 KVA, 45 abonados.
- * Colonia María Auxiliadora (Cuscatancingo).
Calle Principal, Block D, Punto de buses ruta 24.
Casa # 17
Transformador: 25 KVA, 47 abonados.

2a. Etapa: Del 19 al 26 de Septiembre.

- * Colonia Jardines de Guadalupe.
Calle del Pacífico y Av. Río Lempa.
Casa # 88.
Transformador: 50 KVA, 46 abonados.
- * Centro Urbano Monserrat.
Calle a Comalapa.
Edificio H , Apartamento # 3.
Transformador: 37.5 KVA, 96 abonados.
- * Colonia Flor Blanca.
49 Av. Sur y 4a. Calle Poniente.
Casa # 2176.
Transformador: 37.5 KVA, 7 abonados.

3a. Etapa: Del 26 de Sept. al 3 de Octubre.

- * Ciudad Satélite.
Pasaje Aries y Calle Galaxia.
Casa # 15
Transformador: 37.5 KVA, 31 abonados.

- * Reparto Don Rúa.
9a. Av. Norte y 27 Calle Poniente.
Casa # 40.
Transformador: 50 KVA, 48 abonados.
- * Colonia Acolhuatán (Ciudad Delgado).
Calle "A" y Av. Acolhuatan
Casa # 16.
Transformador: 25 KVA, 40 abonados.

4a. Etapa: Del 3 al 10 de Octubre.

- * Prados de Venecia (Soyapango)
Andem 9 y Pasaje 1, Grupo 4, Casa # 16
Transformador: 50 KVA, 88 abonados.
- * Colonia Guadalupe (Soyapango).
Punto de buses de la ruta 7
Casa # 27.
Transformador: 25 KVA, 28 abonados.
- * Colonia Amatepeq
Punto de buses de ruta 9
Casa # 63.
Transformador: 50 KVA, 136 abonados.

5a. Etapa: Del 10 al 18 de Octubre.

- * Colonia La Chacra.
Calle Principal y Pasaje C, Block B
Casa # 207
Transformador: 50 KVA, 84 abonados.
- * Colonia Jardines de San Marcos.
Pasaje 4, Casa # 31
Transformador: 50 KVA, 113 abonados.
- * Ciudad Merliot.
Esquina de NRECA.
Casa # 15.
Transformador: 50 KVA, 28 abonados.

1.15.1 Plan complementario de mediciones.

Debido a que las mediciones de máxima demanda por vivienda, fueron muy pocas; se planificó otra jornada de mediciones.

A diferencia de la primera etapa de mediciones; en ésta se obtuvo mediciones de corriente pico, así como de voltaje en cada vivienda. Se utilizó el procedimiento y secuencia de la primera etapa hasta llegar a obtener el tamaño de muestra calculado. Para estas mediciones se contrató un técnico de CAESS, para aprovechar su agilidad y experiencia.

Esta etapa tuvo una duración de 20 días, del 20 de Diciembre de 1994 al 8 de Enero de 1995, tomando mediciones en una zona por día aproximadamente.

1.16 Hipótesis de trabajo.

- 1.- Se espera tener algún tipo de relación entre la máxima demanda y consumo mensual de energía con la antigüedad y la longitud de frente de las viviendas.
- 2.- Se espera tener una relación proporcional directa entre la máxima demanda y el consumo de energía con el área construída.
- 3.- La carga unitaria para estrato medio debe ser mayor que para el estrato mínimo.

1.17 Conclusiones y recomendaciones.

- 1.- Cuando se desea hacer una investigación y no se tengan datos concretos y además dicha investigación se realice con un número grande de objetos; es ventajoso estratificar el total de objetos ya que reduce el rango de error y también se reducen los costos en la investigación.
- 2.- El hecho de confinar el espacio dentro del cual se desarrolle la investigación a zonas geográficas ó conglomerados es otra herramienta de muestreo que facilita el desarrollo, aumenta la precisión y reduce los costos de la investigación.
- 3.- Con la obtención de los hábitos de consumo de KW y de KWH por vivienda y por grupo de viviendas es posible obtener parámetros y relaciones que nos ayuden al diseño de líneas de distribución y transformadores.
- 4.- Para poder diseñar ó planificar eficientemente un sistema eléctrico de potencia es indispensable conocer las características de carga de los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Campos Menjivar, Félix Luciano; Hernández, Mario Arturo; Juárez Cornejo, Rafael Mario; Montti Rivera, Fidel Enrique; Diseño y Análisis Económico de una Red de Distribución Eléctrica Residencial Típica: Colonia Quezaltepeque, Santa Tecla". Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica, 1979.
- 2.- Cardoza Mauro Ing., Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples. (EHPM), MIPLAN. 1993.
- 3.- General Electric Company. Distribution Data Book.
- 4.- Stevenson William D., Teoría Y Cálculo De Redes De Potencia., Mc Graw Hill, Tercera Edición, 1982.
- 5.- Scheaffer, Richard; Mendenhall, William; Ott, Lyman; Elementos de Muestreo. Grupo Editorial Iberoamericana, 1987.
- 6.- Ministerio de Planificación, Boletín de Divulgación del Ministerio de Planificación., 1993.
- 7.- NRECA-SETISA, Estudio De Eficiencia De Utilización De La Energía Eléctrica En Los Sectores Industrial y Comercial.
- 8.- Westinghouse Electric Corporation, Electric Utility Engineering Reference Book, Distribution Systems. East Pittsburg, Pennsylvania, USA. Primera Edición, 1965.

C A P I T U L O I I

M E D I C I O N E S

2.1 Introducción.

En esta etapa del estudio es donde se realizaron las mediciones de máxima demanda, demanda instantánea y consumo en KWH y al mismo tiempo se llevó a cabo los censos de carga en los mismos lugares donde se realizaron las mediciones, estas encuestas se realizaron con el fin de darle una mayor cobertura a los datos monitoreados; dichas encuestas se realizaron en los sectores que se mencionan en el plan de mediciones presentado anteriormente.

Estas mediciones se lograron obtener gracias a la colaboración de la institución CAESS ya que ellos proporcionaron el equipo de medición, el personal técnico y la información necesaria para la realización de éstas.

El período de mediciones que originalmente se había establecido, fue modificado reduciéndolo a la mitad, lo cual fue discutido y se planteó que una semana era lo suficiente para monitorear los parámetros a investigar, ya que los estudios anteriores indican que las semanas son típicamente idénticas en relación al consumo de energía para un mismo consumidor y en consecuencia para un mismo sector.

El objetivo primordial de las encuestas fue obtener un censo de carga de vivienda y obtener información acerca de los hábitos de consumo de la población en los dos estratos de estudio.

Además de obtener la carga instalada por medio de la encuesta, se obtienen datos respecto a la utilización de los equipos eléctricos, área construida de la vivienda, etc., lo cual es de vital importancia para realizar los análisis correspondientes encaminados a determinar los diferentes parámetros de este estudio.

2.2 Bitácora de las mediciones.

El período de mediciones de KW y KWH, por estrato y zona geográfica, comprendió un tiempo de 5 semanas; a partir del 12 de Septiembre de 1994 al 17 de Octubre de 1994.

Originalmente el tiempo estipulado para las mediciones era de diez semanas, sin embargo, en base a la justificación mencionada anteriormente el tiempo de las mediciones se redujo a cinco semanas; y a continuación se describe la metodología que se utilizó en el proceso de medición para los diferentes estratos.

Cada semana se instalaron los equipos y se realizaron las mediciones en tres sectores considerados cercanos entre si para que la ruta se efectuara de manera más versátil y rápida. Aunque en la última semana sólo se montaron dos mediciones debido a que en el sector de Merliot se han tomado mediciones por parte de NRECA, las cuales han sido solicitadas para utilizarse en este estudio.

Primera Etapa: (Del Lunes 12 al Lunes 19 de Septiembre).

Zonas: Zacamil (Centro Urbano "José Simeón Cañas")
Cuscatancingo (Col. María Auxiliadora).
Mejicanos (Residencial San Francisco).

El Lunes 12 de septiembre de 1994 se procedió a la instalación de los medidores. Se comenzó en Zacamil, montando el medidor del transformador (15 KVA) el cual era autoprotegido (No posee corta-circuito fusible); dicho equipo utilizado consta de 1 transformador de corriente (200:5) para este caso las líneas del secundario del transformador se atraviesan invertidas por la ventana del transformador de corriente y se realiza una conexión de lazo cerrado con el medidor de KW y KWH. Los medidores utilizados son marca Sangamo de tipo completamente analógico. Para este caso el medidor quedó con un multiplicador por 20 (Las lecturas se multiplican por 20). También se montó la medición para el usuario o consumidor, la cual es más sencilla, de tipo serie, igual a la de un medidor común de KWH. El multiplicador de este medidor fue por 20. Los dos medidores se colocaron en el poste donde se encuentra el transformador.

Finalmente se corroboraron las conexiones y se procedió a energizar, se tomaron las lecturas iniciales de KW y KWH. Todo esto se realizó en 1 hora 45 minutos.

Después se llegó a Cuscatancingo donde se realizó el mismo procedimiento. Aunque se colocaron dos transformadores de corriente (uno por fase) quedando el medidor de transformador (25 KVA) con un multiplicador por 40. El medidor para el

usuario quedó con un multiplicador por 30. Se comprobó las conexiones y se energizó, tomando posteriormente las lecturas iniciales de los medidores.

Por la tarde se montó la medición en Mejicanos con dos transformadores de corriente y un multiplicador por 40, para el transformador de 50 KVA; y el medidor para el usuario con multiplicador por 30. Se energizó y se tomaron las lecturas. Es de hacer notar que los multiplicadores de los medidores para usuarios son fijos, mientras que los medidores para transformador poseen un multiplicador variable según la conexión de los transformadores de corriente (Si se utilizan dos x40 ó sólo uno x20).

Del Martes 13 al Viernes 16 de Septiembre se tomaron las lecturas de los medidores y además se reseteaban las demandas máximas, realizado por personal de CAESS. El fin de semana se tomaban las lecturas y se aprovechaba para pasar los censos de carga (encuesta) de los lugares donde se realizaba las mediciones.

Segunda Etapa: (Del Lunes 19 al Lunes 26 de Septiembre de 1994)

Zonas: Flor Blanca (Col. Flor Blanca).
Monserrat (Centro Urbano Monserrat).
Jardines de Guadalupe (Col. Jnes. de Guadalupe)

Antes de la instalación de estas mediciones, se realizó el Lunes 19 de Septiembre, la desconexión y toma de datos final de los medidores en Zacamil, Cuscatancingo y Mejicanos, la que se realizó aproximadamente en 30 minutos en cada lugar.

El primer montaje de la medición se realizó en la Col. Flor Blanca en un transformador de 37.5 KVA, con un medidor con multiplicador por 20, se tomaron las lecturas de KW y KWH y se energizó el circuito. Posteriormente se montó la medición en Monserrat también en un transformador de 37.5 KVA con un medidor de multiplicador por 40, y el de usuario con un multiplicador por 30, se tomaron lecturas de KW y KWH, y se energizó el circuito.

En la tarde se procedió al montaje de la medición en Jardines de Guadalupe; se seleccionó un transformador de 50 KVA al cual se le instaló un medidor con multiplicador de 40 y al usuario con medidor de multiplicador por 30, aunque el usuario no tenía medidor domiciliario (servicio directo).

Del Martes 20 al Viernes 23 de Septiembre se tomó lecturas y reseteo con personal de CAESS para que el fin de semana se tomaran lecturas y se completaran las encuestas respectivas.

Tercera Etapa: (Del Lunes 26 de Sept. al Lunes 3 de Octubre)

Zonas: Satélite (Ciudad Satélite).
 San Miguelito (Reparto Don Rúa).
 Ciudad Delgado (Col. Acolhuatan).

El Lunes 26 de Septiembre se procedió inicialmente a desconectar las mediciones anteriores de Flor Blanca, Monserrat, y Jardines de Guadalupe. Se montó la medición de Ciudad Satélite en un transformador de 37.5 KVA con un medidor de multiplicador por 40 y el medidor para el usuario con multiplicador por 20, se tomó lecturas y se energizó.

En el reparto Don Rúa la medición se realizó en un transformador de 50 KVA con un medidor de multiplicador por 40 y el medidor para el usuario de multiplicador por 30, es de hacer notar que las acometidas son trifilares pero llegan a dos medidores (una fase para cada medidor) por lo que la lectura mostrará el consumo de dos casas, para este lugar en particular.

En Ciudad Delgado el transformador seleccionado fue de 25 KVA con un medidor de multiplicador por 20 y el medidor del usuario para un multiplicador por 30.

Del Martes 27 al viernes 30 se realizaron las tomas de lecturas en los sectores y se reseteó con el personal de CAESS, y el fin de semana también se tomó lecturas y se pasaron las respectivas encuestas.

Cuarta Etapa: (Del Lunes 3 al Lunes 10 de Octubre de 1994).

Zonas: Soyapango (Colonia Amatepeq).
 Soyapango (Prados de Venecia).
 Soyapango (Colonia Guadalupe).

El Lunes 3 se desconectaron las mediciones de Ciudad Satélite, San Miguelito y Ciudad Delgado tomando sus respectivas mediciones.

Inicialmente se montó la medición en la Amatepeq en un transformador de 50 KVA con un medidor de multiplicador por 40 y el medidor del usuario con un multiplicador por 30, se tomó la lectura y se energizó el circuito.

Después se instaló la medición en Prados de Venecia el transformador fue de 50 KVA y con un medidor de multiplicador por 40 y el medidor del usuario con un multiplicador por 30, se hizo la toma de lecturas y se procedió a energizar.

Para el montaje de la medición en Colonia Guadalupe se seleccionó un transformador de 25 KVA con un medidor de multiplicador por 40 y el medidor del usuario con un multiplicador por 20, se tomó lecturas y se energizó.

Se tomó lecturas de las mediciones desde el martes 4 al viernes 7 con personal de CAESS, aunque se detectó que la medición de la Colonia Guadalupe estaba mal conectada, por lo que se conectó correctamente el Jueves 6; debido a esto se le siguió tomando lecturas hasta la siguiente semana. En el fin de semana se tomó lecturas y se pasaron las respectivas encuestas.

Quinta Etapa: (Del 10 al 17 de Octubre de 1994).

Zonas: Chacra (Colonia La Chacra).
San Marcos (Col. Jnes. de San. Marcos).

El Lunes 10 de Octubre se desconectaron las mediciones de la Amatepeq y Prados de Venecia, quedando instalada la medición de la Colonia Guadalupe, por el problema mencionado anteriormente.

Se montó la medición de la Chacra en un transformador de 50 KVA con un medidor de multiplicador por 40 y un medidor de usuario con un multiplicador por 30, se tomó la medición y se energizó.

La medición en Jardines de San Marcos se montó en un transformador de 50 KVA con un medidor de multiplicador por 40 y un medidor de usuario con un multiplicador por 30, se tomó la medición y se energizó el circuito.

Del Martes 11 al Viernes 14 se tomó lecturas y se reseteó con personal de CAESS, y el fin de semana también se tomó lecturas y se pasaron las últimas encuestas.

Con respecto a la zona de Ciudad Merliot, el proceso de recopilación de la información se realizó con mayor facilidad, ya que en ese lugar se encuentran instalados por parte de la compañía NRECA los medidores electrónicos. Por lo tanto se solicito formalmente la colaboración de dicha empresa en cuanto a proporcionar los datos de las mediciones realizadas tanto para transformador como para vivienda.

Los medidores utilizados son del tipo QUANTUM y poseen muchas ventajas con respecto a los analógicos, ya que el porcentaje de error es menor. Además posee memoria para guardar las mediciones y después por medio de una computadora obtener la información recopilada e imprimir los datos obtenidos, las curvas que se obtienen muestran un comportamiento continuo a lo largo del tiempo determinando así el momento en que ocurrió el pico máximo ó el menor valor de consumo.

El Lunes 17 de Octubre se retiraron las mediciones en los tres sectores y se dio por terminada dicha etapa.

Al observar de manera general las mediciones en los

transformadores, se determina que unos están subutilizados mientras que otros están sobrecargados. Además la aceptación a llenar la encuesta por parte de los usuarios fue buena, aunque en las colonias de clase media hubo poca colaboración por diferentes motivos entre los que se encuentran, la no disponibilidad de tiempo, y desconfianza respecto a los resultados.

Para complementar esta parte se utilizó el programa de computadora de CAESS para conocer el historial de consumo de energía mensual de cada usuario encuestado y poder utilizar dicha información al momento de los análisis respectivos.

El personal de medidores de CAESS se encargó por completo de la instalación, conexión y desconexión de los medidores.

(Los esquemas de las conexiones se pueden observar más adelante en la parte de equipo utilizado).

2.2.1 Mediciones complementarias.

Estas fueron realizadas en horas nocturnas (6:45 a 7:45 p.m.), hora en que se registran las máximas demandas; las mediciones se realizaron con un amperímetro de tenazas; en la acometida de las viviendas se conectó el amperímetro durante aproximadamente 5 minutos hasta registrar la corriente pico; luego se obtuvo el voltaje en la acometida para calcular la potencia (máxima demanda).

Las dificultades encontradas en esta etapa fueron la falta de colaboración de los abonados, lo peligroso de algunas zonas a horas nocturnas, el acceso y la distancia de los lugares de medición. Aún con estos inconvenientes se logró obtener el 75% de las mediciones previstas según el tamaño de la muestra.

2.2.2 Elaboración de encuestas (censos de carga).

Para la elaboración de las encuestas se seleccionaron los fines de semana, la metodología fue la siguiente:

- Las encuestas fueron realizadas personalmente por los responsables de este estudio, a fin de verificar la exactitud de los datos.
- En base al número de viviendas alimentadas por el transformador, así se proyectó el número de encuestas a elaborar.

- Por cada vivienda, se procedió a obtener la información requerida por la encuesta (ver anexo B).

2.2.3 Resultados obtenidos.

- Para estrato mínimo esta etapa se realizó con excelente confiabilidad, ya que en el 90% de las viviendas censadas los datos fueron obtenidos en su totalidad por los encuestadores.

- Para estrato medio sólo fue posible tomar directamente los datos en un 70% de las viviendas, notándose falta de colaboración y desconfianza del estudio.

2.3 Equipo utilizado.

2.3.1 Medidores de máxima demanda SANGAMO-CW.

Los equipos utilizados para medir la demanda máxima fueron del tipo de medidores térmicos de demanda monofásicos en combinación de KWH y KW, los cuales están diseñados para medir la demanda en circuitos monofásicos de dos o tres alambres.

Dichos medidores son del tipo CW y están disponibles en recintos estándar, compactos tipo "A" para conectarse en la base o tipo "S" con base tipo receptáculo. El medidor tipo CW combina toda la tecnología avanzada de medidores ofrecida en el medidor de Watt-Hora monofásico tipo "C", incluyendo valores de aislamiento alto, en elementos de corriente y potencia, cojinetes magnéticos para operación libre de fricción y moldura de una sola pieza, manteniendo todos los componentes en alineamiento exacto, asegurando una precisión de funcionamiento y libre de problemas.

El medidor tipo CW también incorpora al compacto Sangamo, con alto torque balanceado térmicamente, pérdidas de potencia baja, elemento térmico de demanda libre de mantenimiento, en relación con los transformadores de demanda de potencial y toroidal de corriente. La calidad alta y estabilidad excelente de los medidores CW tiene como resultado en una garantía para ser libre de fallas de componentes sobre condición normal de operación para un periodo de 20 años.

Estas y otras características de diseño son detalladas en el anexo B, junto con la información de características del medidor, datos técnicos y de funcionamiento, rangos disponibles y dimensiones.

2.3.2 Diagramas de conexión del medidor SANGAMO-CW.

Durante el proceso de medición se utilizaron dos tipos de conexiones, en el primer tipo se realiza con un sólo transformador de corriente (ver figura 2.2), en el cual las líneas de las fases se colocan invertidas dentro de la ventana del mismo; y en el segundo con dos transformadores de corriente (Ver figura 2.3). Los transformadores de corriente tienen una relación de 200:5 y los hay para diferentes capacidades dependiendo de la demanda a medir.

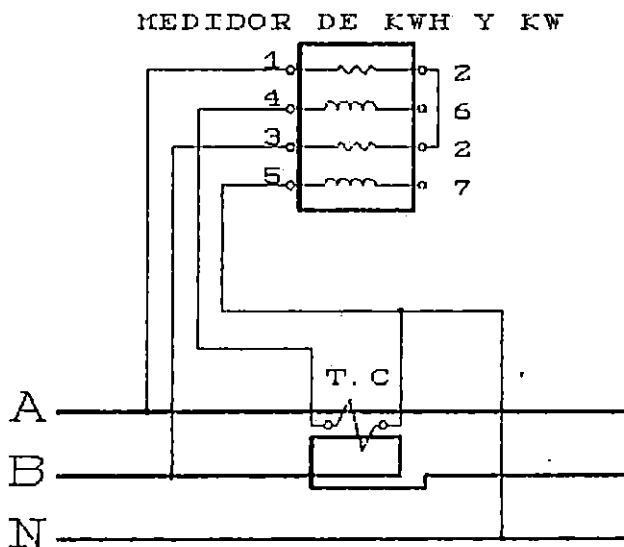


Figura 2.1: Diagrama de conexión utilizando un T.C.

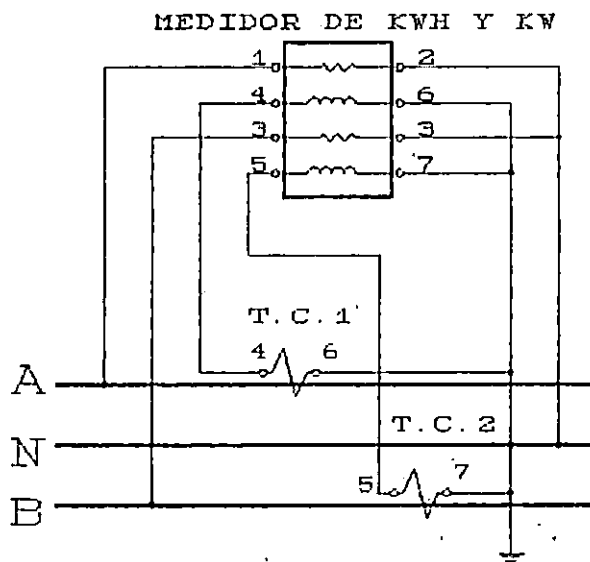


Figura 2.2: Diagrama de conexión utilizando dos T.C.

2.3.3 Medidores de demanda SANGAMO-QUANTUM ST-200.

Para la obtención de la información en el sector residencial de la Ciudad de Merliot, se utilizó medidores de demanda y energía marca Sangamo, modelo QUANTUM ST-200. Para lo cual se requirió de los siguientes elementos:

- a) Un medidor de Demanda y Energía marca SANGAMO de la serie QUANTUM ST-200, con el software mini-master para su programación y extracción de la información.
- b) Un computador personal.
- c) Transformadores de corriente con relaciones 100:5 y 250:5

El medidor de demanda de energía es un aparato completamente programable y es capaz de registrar, es decir lee y almacena información concerniente al voltaje, corriente, potencia activa y aparente, factor de potencia y otros.

El QUANTUM contiene entre sus partes importantes los siguientes módulos funcionales:

- Transformadores:
Contiene transformadores de alimentación y transformadores de corriente y voltaje que reducen los voltajes y corrientes de fase a valores apropiados para los módulos de alimentación y de conversión A/D.
- Alimentación:
Toma voltajes bajos del transformador de alimentación y proporciona voltajes regulados para los circuitos electrónicos.
- Conversión A/D:
Toma señales de corriente y de voltaje del módulo de transformadores, calcula cantidades de potencia instantánea en las tres fases, y envía ésta información al procesador de registro.
- Procesador de registro:
Utiliza cantidades instantáneas de potencia por fase en forma digital para calcular toda la información seleccionada por el usuario. También controla el puerto serie, el puerto óptico, y el modem para comunicación telefónica.
- Módulo de Entrada/Salida:
Envía información a registradores externos u otros dispositivos, así como también controla la comunicación con otros medidores.

Entre algunos parámetros programables se encuentran:

- Longitud del intervalo de demanda.
- Valores instantáneos (por fase y trifásicos) de Watt, voltamperios, amperios, voltios, factor de potencia, etc.
- Valores de Energía (por fase y trifásicos) watt-hora, voltamperios-hora, etc.
- Valores de Demanda (por fase y trifásicos) en watt, amperios, voltamperios, etc.

Estas no son todas las características que tiene el QUANTUM ni todas las que se utilizaron en este trabajo, una información más amplia de este medidor se encuentra en el anexo B.

La configuración que posee el medidor con que se realizaron las mediciones aquí utilizadas son las siguientes:

Global Parameter

Customer File Defaults	
Pulse Five Length (days)	<90>
Number of Channels	<8>
Recorder Interval Length	<5>
Power Outage Length	<1>
ST-RP Communications Port	<1>
Quantum Configuration Defaults	
Demand Interval Length	<5>
Cold Load Pickup Time	<5>
Demand Reset Lockout Time	<1>
Display Time On	<6>
Display Time Off	<4>

El software con que se programa el medidor y se maneja la información que proporciona es el paquete llamado MINI-MASTER. La comunicación entre el medidor y el computador se realizó por medio del puerto RS-232C.

Los transformadores de corriente se utilizaron para la reducción de valores de corriente adecuados para el medidor. Se utilizaron relaciones de 100:5 y 250:5; no se utilizaron transformadores de voltaje debido a que fue instalado sólo en niveles de voltaje por fase adecuados para el medidor.

2.3.4 Diagramas de conexión del medidor SANGAMO-QUANTUM.

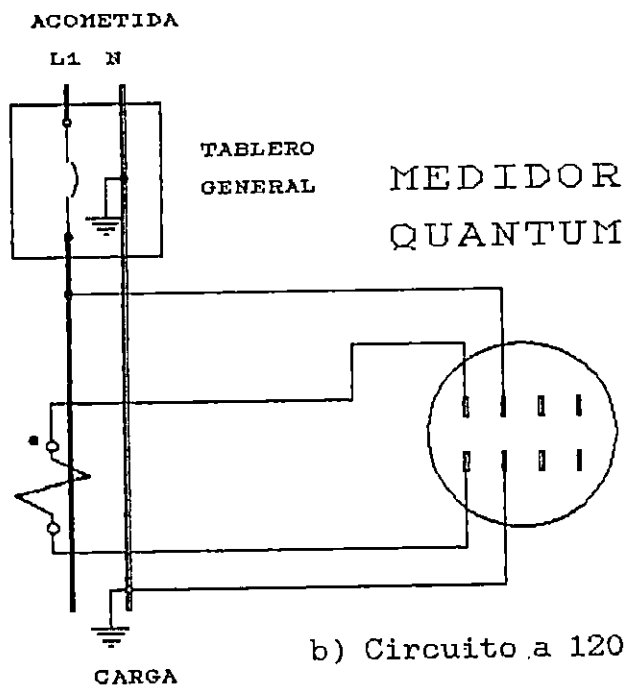
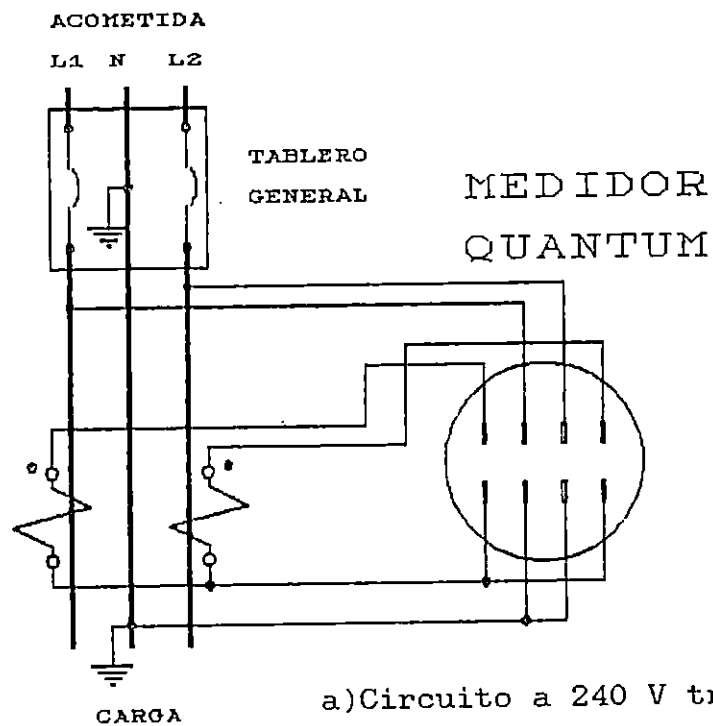


Figura 2.3: Diagrama de conexión para servicio domiciliario con medidor SANGAMO-QUANTUM.

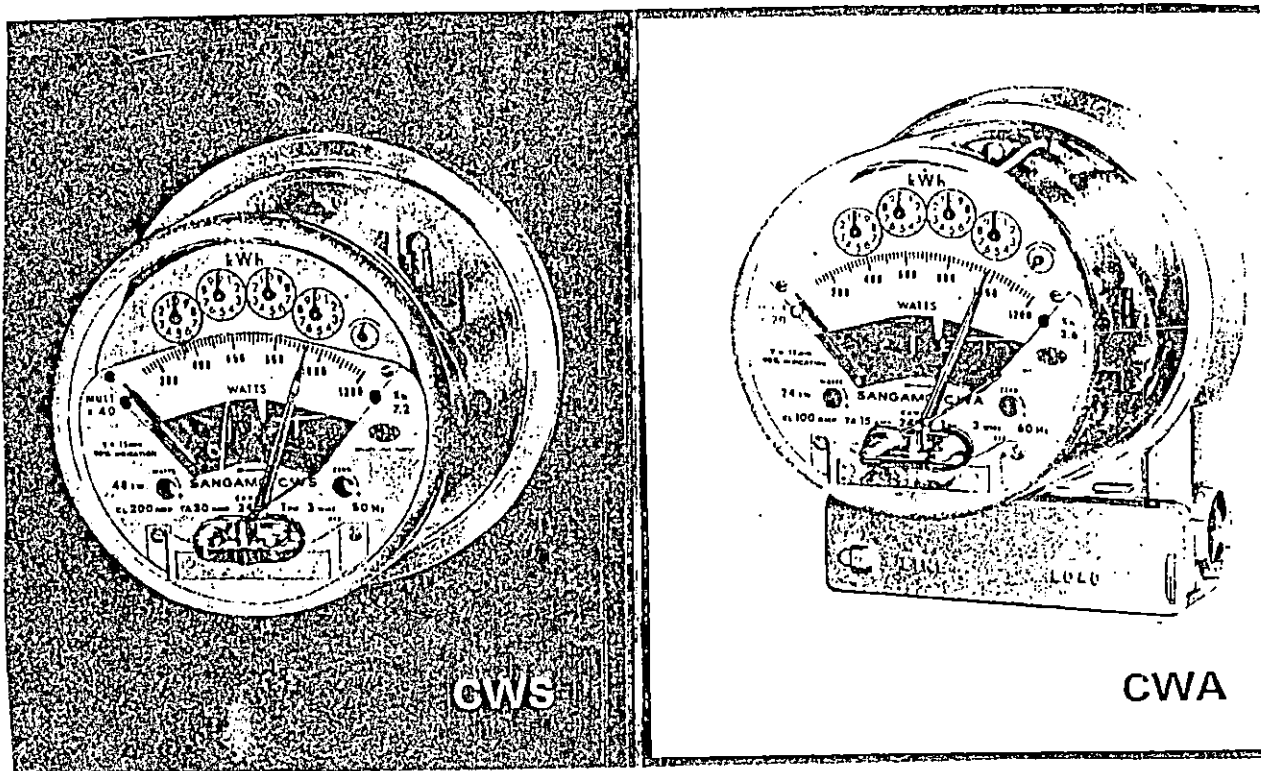


Figura 2.4: Medidores de demanda máxima en KW y KWH monofásicos SANGAMO-CW.

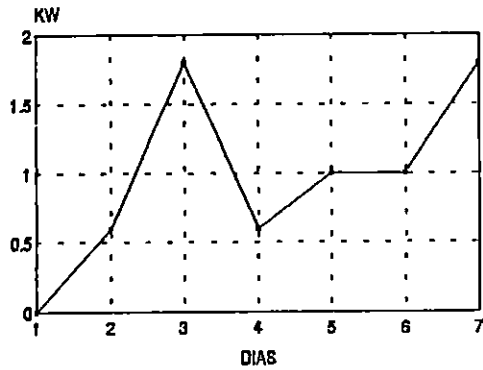
2.4 Tablas y gráficos.

En base a las mediciones realizadas, se han construido tablas de datos en KW y KWH, tanto para vivienda como para los transformadores. A partir de dichas tablas se elaboraron los gráficos o curvas que pretenden dar una idea general del comportamiento de las mediciones hechas.

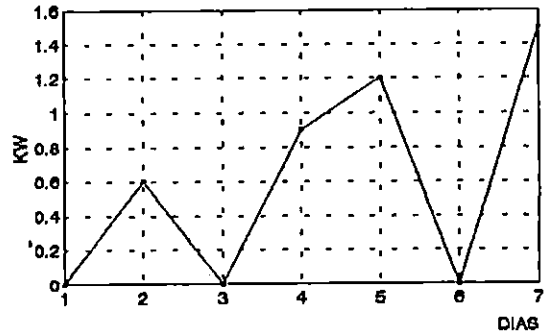
Las curvas presentan los parámetros de KW vrs. días y KWH vrs. días, donde el parámetro de tiempo (días), se distribuye a lo largo de las semanas de la medición, por lo que para cada semana se observa el comportamiento de una zona en especial tanto para la medición de vivienda como para la de transformador. Estas curvas son preliminares y su objetivo es visualizar el comportamiento real de las mediciones a lo largo de los días.

También se realizaron tablas tomando como base la información de las encuestas donde se muestran los parámetros principales como área construida, carga instalada, etc., los cuales son determinantes para establecer el estrato de dichas viviendas (ver anexo C).

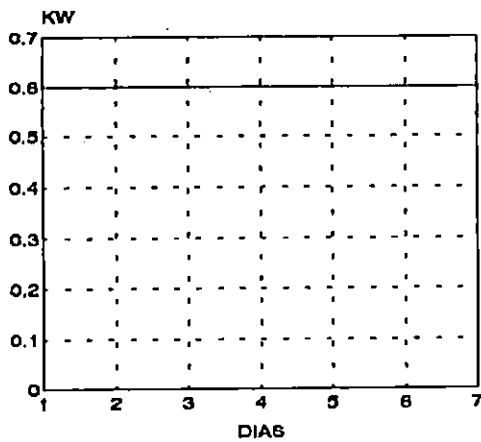
ZACAMIL
MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



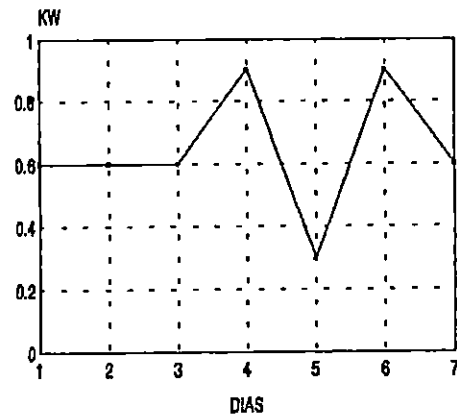
CUSCATANCINGO
MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



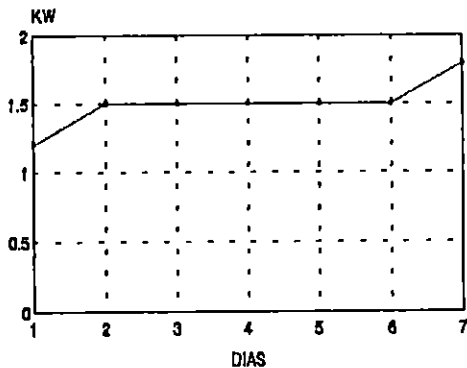
AMATEPEC
MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



PRADOS DE VENECIA
MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



MONSERRAT
MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



DON RUA
MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA

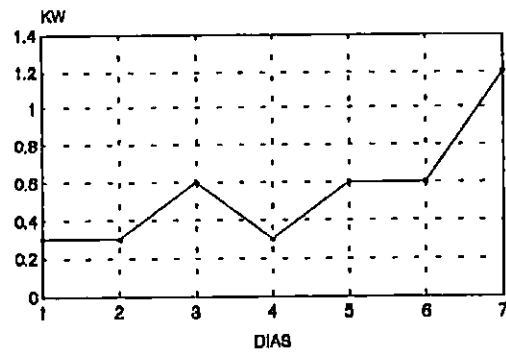
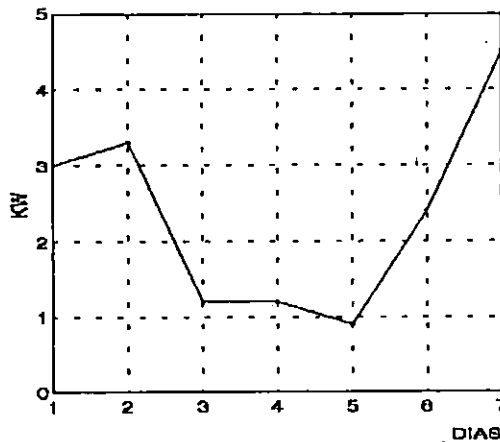
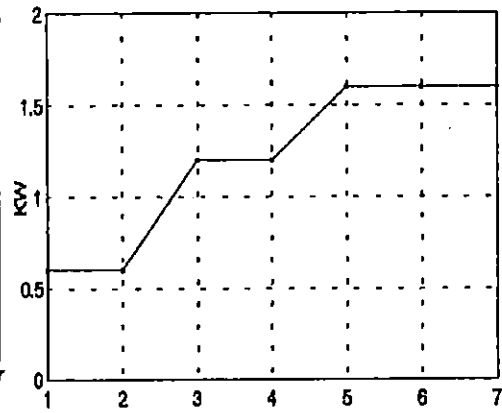


Figura 2.5: Gráfico de demanda máxima por vivienda en estrato mínimo.

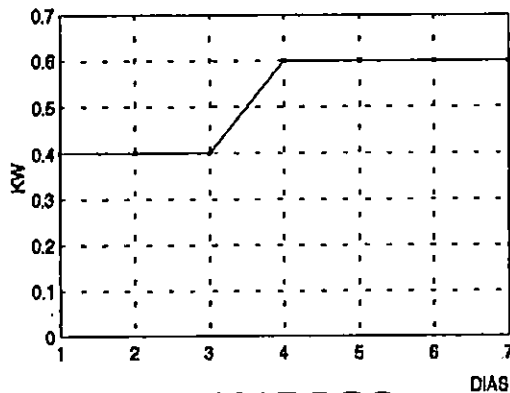
JARDINES DE GUADALUPE CIUDAD SATELITE
 MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA DEMANDA MAXIMA /VIVIENDA



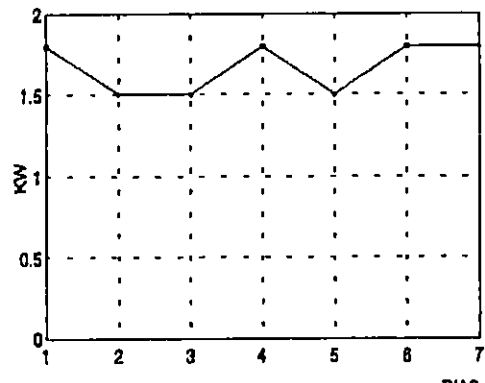
COL. GUADALUPE
 MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



COL. LA CHACRA
 MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



SAN MARCOS
 MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA



FLOR BLANCA
 MAXIMA DEMANDA/VIVIENDA

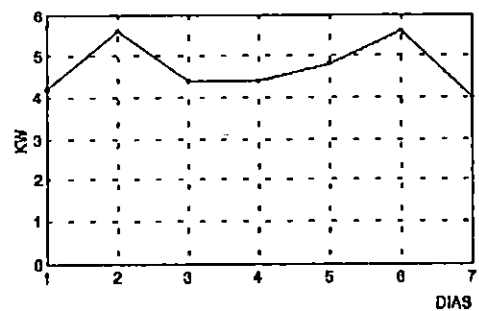
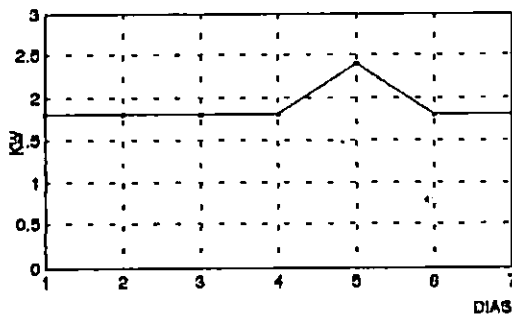
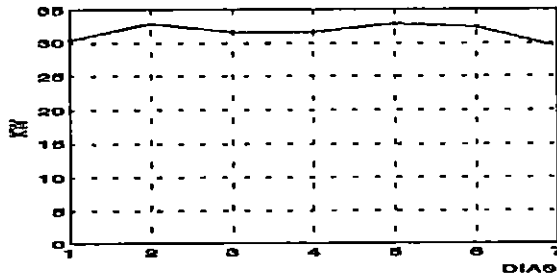
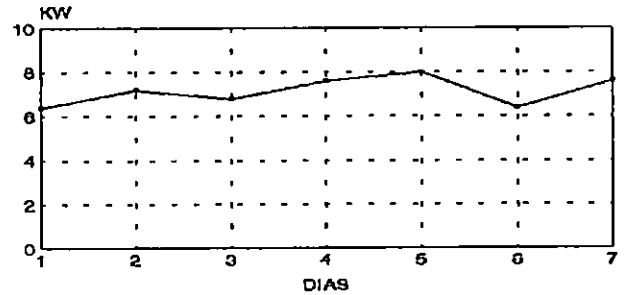


Figura 2.6: Gráfico de demanda máxima por vivienda en estrato media.

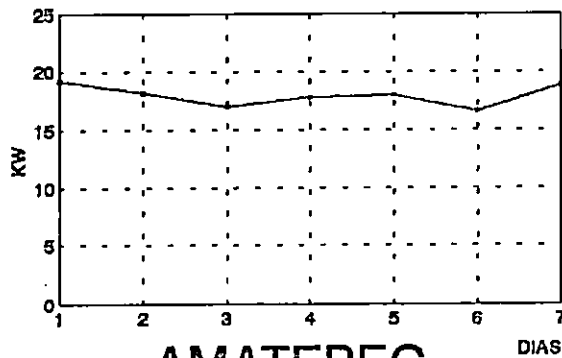
PRADOS DE VENECIA MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



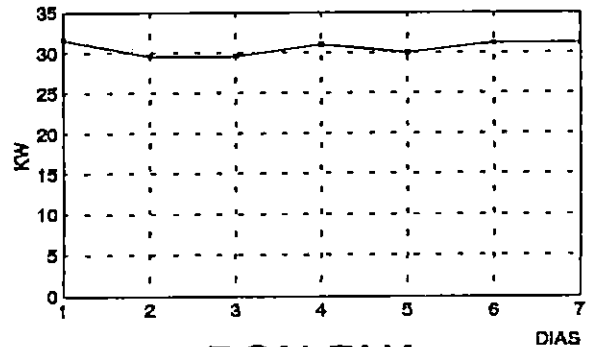
MEJICANOS MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



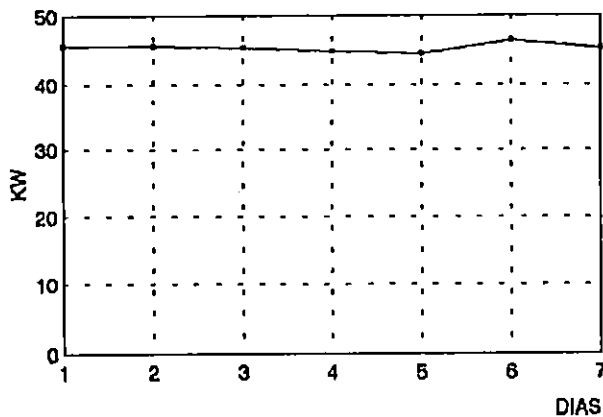
ZACAMIL MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



MONSERRAT MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



AMATEPEC MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



DON RUA MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR

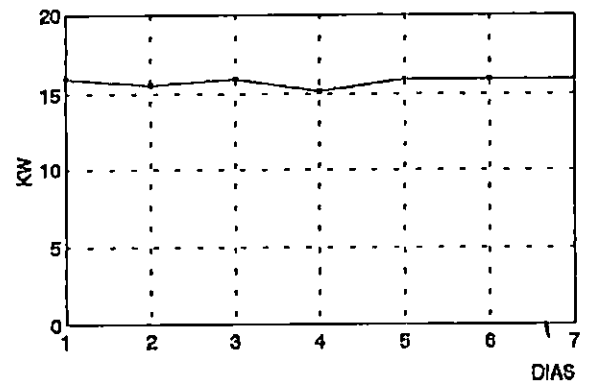
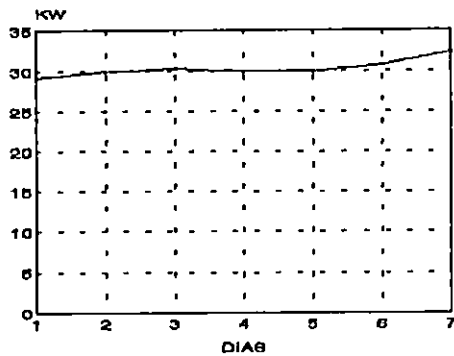
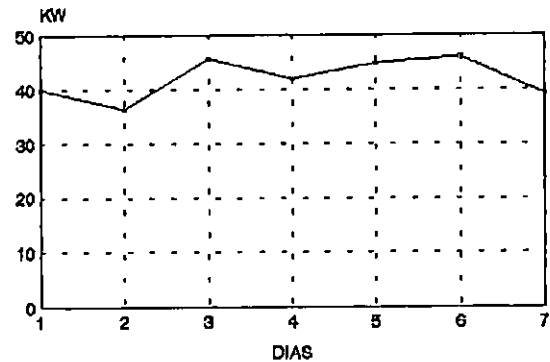


Figura 2.7: Gráfico de demanda máxima por transformador en estrato mínimo.

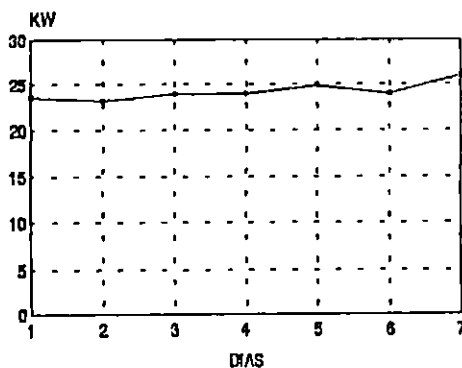
CIUDAD SATELITE
MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



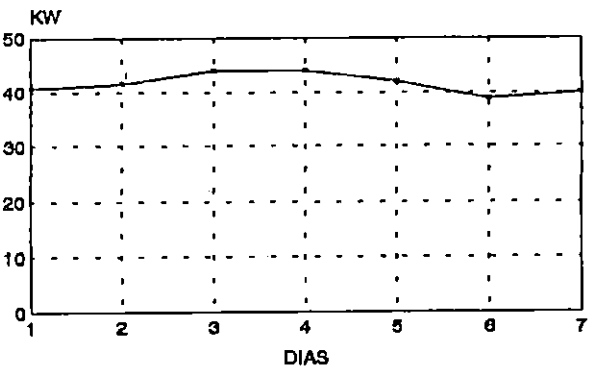
JARDINES DE GUADALUPE
MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



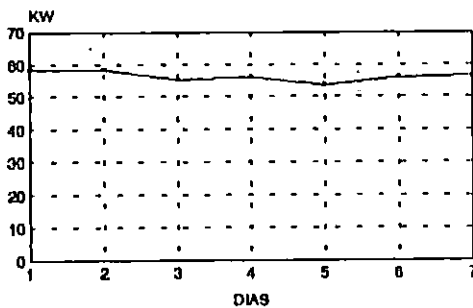
COL. GUADALUPE
MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



COL. LA CHACRA
MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



SAN MARCOS
MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR



FLOR BLANCA
MAXIMA DEMANDA/TRANSFORMADOR

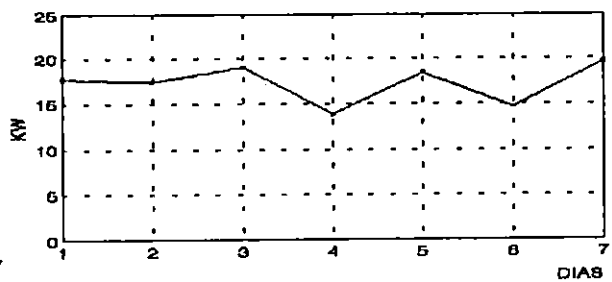


Figura 2.8: Gráfico de demanda máxima por transformador en estrato medio.

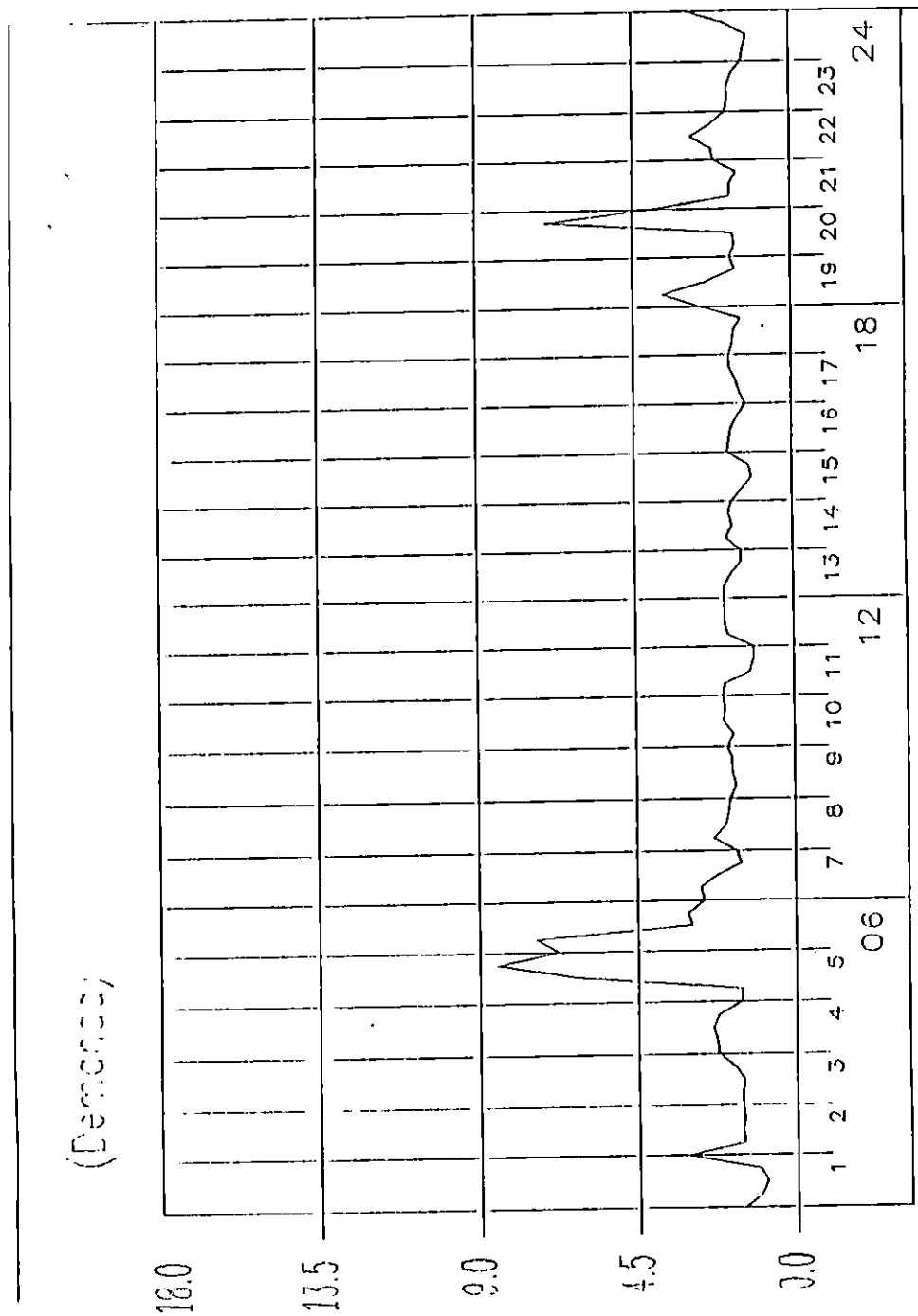


Figura 2.9: Gráfico de demanda máxima diaria por vivienda en la zona de Ciudad Merliot.

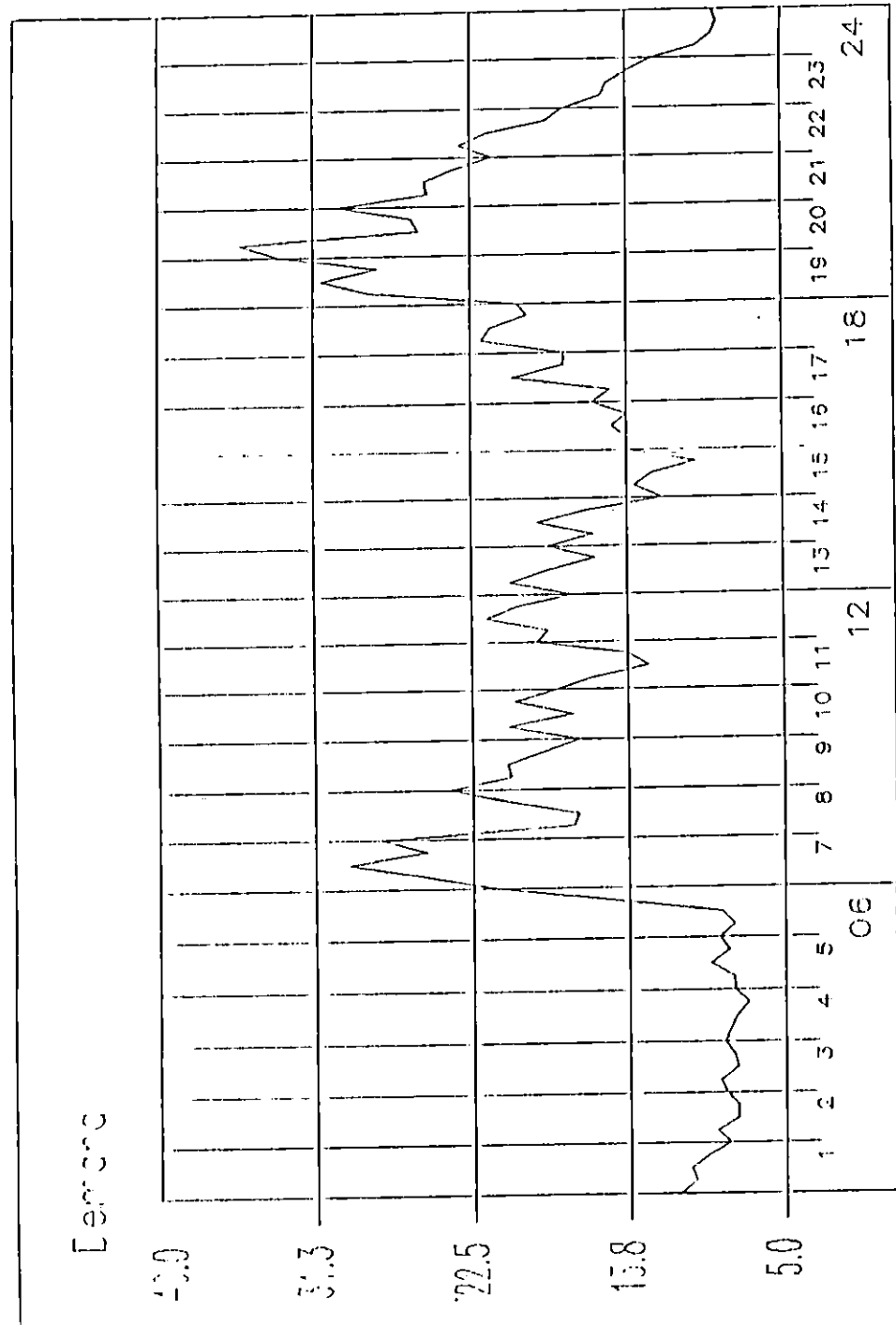


Figura 2.10: Gráfico de demanda máxima diaria por transformador en la zona de Ciudad Merliot.

Tabla 2.1: Tabla de mediciones realizadas en KWH y demanda máxima por transformador y por vivienda en estrato mínimo y medio.

MEDICIONES DIARIAS

No. CORTEL.	FECHA	TRANSFORMADOR		VIVIENDA	
		KWH	M.D.	KWH	M.D.
ZACAMIL	LUN/12/SEPT	216	17	14	1
	MART/13	230	16.0	10	0.5
	MIERC/14	220	17.8	10	0
	JUEV/15	210	18.2	14	0.0
	VIERN/16	220	10	10	1
	SAB/17	240	18.8	10	1.8
	DOM/18	198	19.2	10	1.8
MONSERRAT	LUN/19	639	31.0	8	2
	MART/20	376	30	0	2.4
	MIERC/21	340	31.6	4	1.6
	JUEV/22	340	29.5	0	2
	VIERN/23	308	31.2	6	2
DON RUA	SAB/24	348	29.5	0	2.4
	DOM/25	408	31.2	4	1.2
	LUN/26	180	18.0	4	0.4
	MART/27	220	10	12	0.0
	MIERC/28	208	15.2	4	0.8
AMATEPEC	JUEV/29	272	10	4	0.4
	VIERN/30	184	16	8	0.4
	SAB/01/OCT	180	10	12	0.0
	DOM/02	204	16	12	1.8
	LUN/03	458	45.6	4.5	0.0
	MART/04	532	49.4	6	0.0
	MIERC/05	530.0	45.2	5.4	0.0
	JUEV/06	504.0	45.0	5.1	0.0
	VIERN/07	518.4	45.4	6	0.0
	SAB/08	523.2	44.8	4.5	0.0
DOM/09	528.0	44.4	7.5	0.0	

No. CORTEL.	FECHA	TRANSFORMADOR		VIVIENDA	
		KWH	M.D.	KWH	M.D.
CUSCATANCINGO	LUN/12/SEPT	260	23.2	8	1.2
	MART/13	300	24	9	0
	MIERC/14	300	23.2	6	0
	JUEV/15	208	23.2	0	0.9
	VIERN/16	300	24	3	0.6
	SAB/17	208	24	3	0
	DOM/18	284	23.08	15	1.5
FLOR BLANCA	LUN/19	178	14.0	30	4
	MART/20	172	13.0	20	5.0
	MIERC/21	174.0	10.4	35	4.0
	JUEV/22	183.4	18.0	38	5.0
	VIERN/23	145	19	32	4.4
	SAB/24	143	17.4	32	4.4
ACOLHUATAN	DOM/25	90	17.72	12	4.2
	LUN/26	302	29.2	3	0
	MART/27	302	28.0	3	0
	MIERC/28	370	27.4	6	0
	JUEV/29	404	27	6	0
	VIERN/30	402	27	6	0.3
PRADOS VEHECIA	SAB/01/OCT	394	27	3	0.3
	DOM/02	395.0	27	8	0.3
	LUN/03	302.0	32.8	8	0.0
	MART/04	357.2	32.0	9	0.0
	MIERC/05	364.4	32.4	5.4	0.6
	JUEV/06	340.4	31.6	5.1	0.0
11	VIERN/07	280	30.4	5.4	0.9
	SAB/08	312	31.0	5.4	0.6
	DOM/09	440	29.4	5.7	0.3

No. CORREL.	FECHA.	TRANSFORMADOR			VIVIENDA		
		KV-H	M.D.	KV-H	M.D.	M.D.	
JAFD. GUADALUPE.	LUN/19/SEPT	444	40	0	1.2		
4	MART/20	572	39.2	0	1.2		
4	MIERC/21	499.6	36.4	7.5	2.4		
4	JUEV/22	544.4	46	7.5	0.0		
4	VIER/23	536	42	4.5	3.3		
4	SAB/24	529	44.8	3	3		
4	DOM/25	516	45.0	24	4.5		
C. SATELITE	LUN/25	544	30.4	16	0.0		
7	MART/27	372	30.8	10	0.0		
7	MIERC/28	309	29.2	10	1.0		
7	JUEV/29	309	30	10	1.2		
7	VIER/30	364	29	10	1.2		
7	SAB/01/OCT	300	30	10	1.0		
7	DOM/02	376	32.4	20.4	1.0		
COL. GUADALUPE	LUN/03	250	21.0	0.0	0.4		
12	MART/04	716	25.4	13	0.4		
12	MIERC/05	242	24	13.2	0.6		
12	JUEV/06	485.4	24.0	12.8	0.6		
12	VIER/07	251.0	26	5.2	0.4		
12	SAB/08	200	24	0.4	0.0		
12	DOM/09	209	23.0	0.4	0.4		
COL. LA GIACRA	LUN/10	453	44	7.5	1.5		
10	MART/11	514.0	40	12	1.0		
10	MIERC/12	402.4	40.8	5.1	1.0		
10	JUEV/13	495.0	42	12.0	1.0		
10	VIER/14	440	41.0	20.1	1.5		
10	SAB/15	440	44	20.4	1.5		
MEJICANOS.	LUN/12/SEPT	60	7.2	0	0		
3	MART/19	92	6.4	3	0		
3	MIERC/14	92	7.0	0	30		
3	JUN/16	60	6.4	0	30		
3	VIER/16	100	7.6	0	60		
3	SAB/17	60	0	0	60		
3	DOM/18	72	0.0	0	30		
SAN MARCOS	LUN/10/OCT	590	58.4	4.5	1.8		
14	MART/11	724	50.4	5.1	1.0		
14	MIERC/12	640	50.4	0.0	1.0		
14	JUEV/13	705.0	50.0	10.0	1.0		
14	VIER/14	654.4	55.2	0	1.8		
14	SAB/15	600	50	5.7	2.4		

2.5 Conclusiones y recomendaciones.

- 1.- A partir del comportamiento de las mediciones realizadas en los transformadores, se determinó que en las zonas populosas y antiguas, éstos se encuentran sobrecargados, por ejemplo, Zacamil, Amatepeq, San Marcos, Monserrat. Mientras que en la mayoría de zonas residenciales están sobredimensionados y con pobres posibilidades de incremento de carga debido a que no hay terreno donde construir más viviendas aledañas, por ejemplo, Ciudad Satélite, Flor Blanca, Colonia Guadalupe.
- 2.- Realizando una comparación entre los censos de carga y las mediciones realizadas, con respecto al parámetro de la carga instalada, se determinó que las viviendas; aún cuando se encuentran en un consumo pico de potencia; su valor medido es menor que el nominal de la carga instalada.
- 3.- Según el comportamiento de las curvas de KW y KWH en las viviendas, se observa que hay una relación entre la antigüedad de la vivienda y la estabilidad en el consumo de energía eléctrica, es decir, a mayor antigüedad de la vivienda el consumo diario es más estable, y esto es debido a la normalización o estandarización en los hábitos de consumo de las personas que habitan el inmueble.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Campos Menjivar, Félix Luciano; Hernández, Mario Arturo; Juárez Cornejo, Rafael Mario; Montti Rivera, Fidel Enrique; Diseño y Análisis Económico de una Red de Distribución Eléctrica Residencial Típica: Colonia Quezaltepeque, Santa Tecla", Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica, 1979.
- 2.- Cardoza Mauro Ing., Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples. (EHPM), MIPLAN. 1993.
- 3.- General Electric Company. Distribution Data Book.
- 4.- Stevenson William D., Teoría Y Cálculo De Redes De Potencia, Mc Graw Hill, Tercera Edición, 1982.
- 5.- Scheaffer, Richard; Mendenhall, William; Ott, Lyman; Elementos de Muestreo. Grupo Editorial Iberoamericana, 1987.
- 6.- Ministerio de Planificación, Boletín de Divulgación del Ministerio de Planificación, 1993.
- 7.- NRECA-SETISA, Estudio De Eficiencia De Utilización De La Energía Eléctrica En Los Sectores Industrial y Comercial.
- 8.- Westinghouse Electric Corporation, Electric Utility Engineering Reference Book, Distribution Systems. East Pittsburg, Pennsylvania, USA. Primera Edición, 1965.
- 9.- Sangamo Company, CW Singlephase Combination KWH and KW Thermal Demand Meters. Toronto, Canadá. Bulletin DME-107, 1972.
- 10.- Fuentes Romero Jorge Alberto, Merlos Rubio Elmer Vidal, Estudio de Factores de Diversidad y Demanda Utilizada en el Diseño de Instalaciones Eléctricas en El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Eléctrica, 1992.

C A P I T U L O I I I

ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS.

3.1 Introducción.

La información obtenida en el proceso de medición, la cual fue presentada en el capítulo anterior, es procesada en dos paquetes de software; el primero que elabora distribuciones Gaussianas y proporciona los parámetros de dispersión y de tendencia central de las mediciones (QUALITY ANALYST), el segundo elabora las correlaciones de una variable respecto de las otras, determinando el grado de asociación entre dichas variables (AXUM). Luego, se realiza un análisis de los gráficos obtenidos en Quality Analyst para estrato mínimo y medio en su orden, y posteriormente se presentan los gráficos de correlaciones para estrato mínimo y medio por vivienda y por transformador.

Finalmente se presentan las relaciones que existen entre los gráficos, con el objetivo de determinar los parámetros unitarios necesarios para el desarrollo de la actividad de diseño. Además se presentan ejemplos de aplicación para ambos estratos.

3.2 Descripción del software QUALITY ANALYST.

Este paquete es un analizador estadístico de datos en el cual se define la variable a medir, se pueden definir límites para un margen de tolerancia a una zona específica (límite superior y límite inferior) y éste presenta el histograma y la curva Gaussiana, ó sea la distribución de dicha variable, con una exactitud del 99.74 % ($\pm 3\sigma$).

Además del histograma y la curva Gaussiana, este paquete de software presenta los siguientes parámetros:

- El número de las muestras tomadas.
- La media de las muestras tomadas.
- La desviación estándar de estas muestras.
- Los límites de ocurrencia de esta variable.
- Los límites que se le especifiquen a la variable (opcional).

- Porcentaje de datos que están fuera de estos límites especificados (opcional).

Con estos indicadores se tienen suficientes elementos estadísticos para conocer los valores de tendencia central y posibles dispersiones de las mediciones realizadas, además se pueden conocer los rangos y el porcentaje de datos que están fuera de ellos.

3.3 Descripción del software AXUM.

El paquete AXUM es un programa que permite en forma fácil e interactiva el ajuste de datos, así como la creación de gráficos con una presentación que se adapta a los requerimientos de análisis de datos experimentales que no son usuales a otros paquetes.

Para la creación de las gráficas se usa un ajuste en los límites de confianza de 0.95 lo que indica que sólo el 5% de los datos muestreados, no fueron incluidos.

Este tipo de paquete selecciona la ecuación matemática que más se ajusta a los datos muestreados, la cual puede ser de los siguientes tipos: Polinomial, logarítmica, exponencial, lineal o potenciación.

Es de mucha importancia evaluar los resultados numéricos obtenidos antes de dar como aceptados los resultados de las gráficas, por lo que habría que realizar un análisis de los datos estadísticos que permita tomar decisiones y saber si la correlación realizada es aceptable o no.

Uno de los indicadores a los que se tiene acceso en este paquete de análisis es el coeficiente de correlación (r)¹ el cual puede oscilar entre 0 y 1, y sirve para decidir si existe o no, una asociación o dependencia entre las variables.

1 Ver apéndice A.

3.4 Análisis estadístico y matemático de los datos.

3.4.1 Estrato mínimo.

Se presentan las curvas Gaussianas e histogramas de las variables medidas, además la descripción de cada una de ellas.

Se realiza un tratamiento estadístico para cada parámetro de los datos (167 observaciones) en el proceso de medición y encuestas, a continuación se presentan las características de cada uno:

- Carga instalada.

Se observa en la figura 3.1 que los datos de mayor frecuencia están entre 0.9 KW y 1.1 KW, también tienen alta frecuencia los datos entre 1.5 KW y 1.6 KW.

De la curva Gaussiana se obtiene un valor promedio de 1.35 KW con una desviación estándar de 0.30 KW.

Los límites probables inferior y superior ($-3\sigma, +3\sigma$) se encuentran en 0.44 KW y 2.25 KW. Aunque se le especificó límites de tolerancia de 0 y 1.9 KW en base a los criterios mencionados anteriormente para carga instalada en estrato mínimo. Debido a esto se considera un error de estimación de 3.49 %, lo que indica que un 96.51 % de los datos están dentro del rango especificado según criterio.

- Máxima demanda.

En la figura 3.2 se muestra la distribución estadística de la máxima demanda, las mayores frecuencias son observadas entre 0.1 KW y 0.7 KW, donde el valor máximo corresponde a datos entre 0.3 KW y 0.5 KW.

El valor promedio de las observaciones es de 0.53 KW con una desviación estándar de 0.35 KW. Los límites probables inferior y superior son -0.01 KW y 2.43 KW respectivamente, para efectos de este estudio y por las características de los datos se descartan los valores negativos sin causar error, por lo que los límites de tolerancia se especificaron de 0 KW y 1.9 KW, resultando un error de estimación de 0.58 %, indicando que el 99.42 % de las observaciones se encuentran dentro del rango especificado.

- KWH mensual.

En la figura 3.3 se muestra la distribución estadística del promedio de KWH mensual. La mayor frecuencia se encuentra entre 100 KWH y 300 KWH, y un valor promedio de 144.41 KWH.

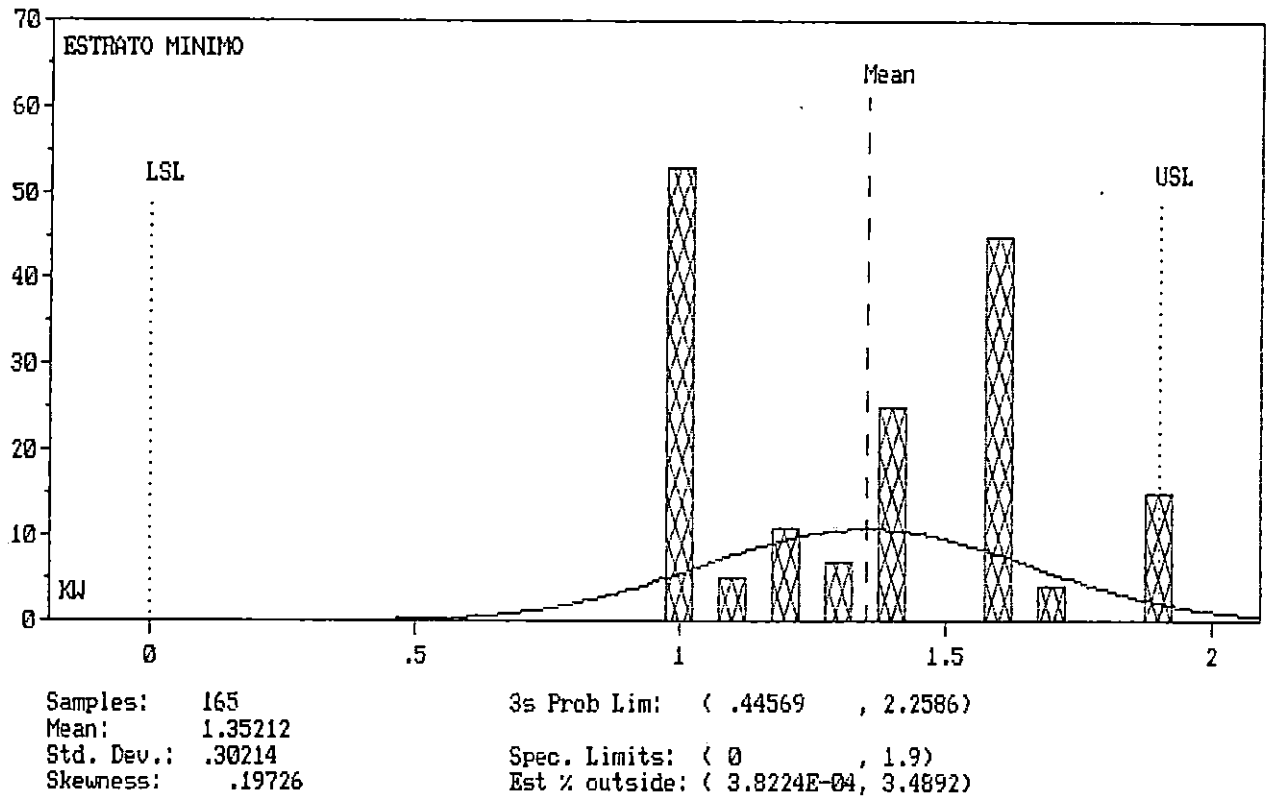


Fig. 3.1: Histograma de carga instalada.

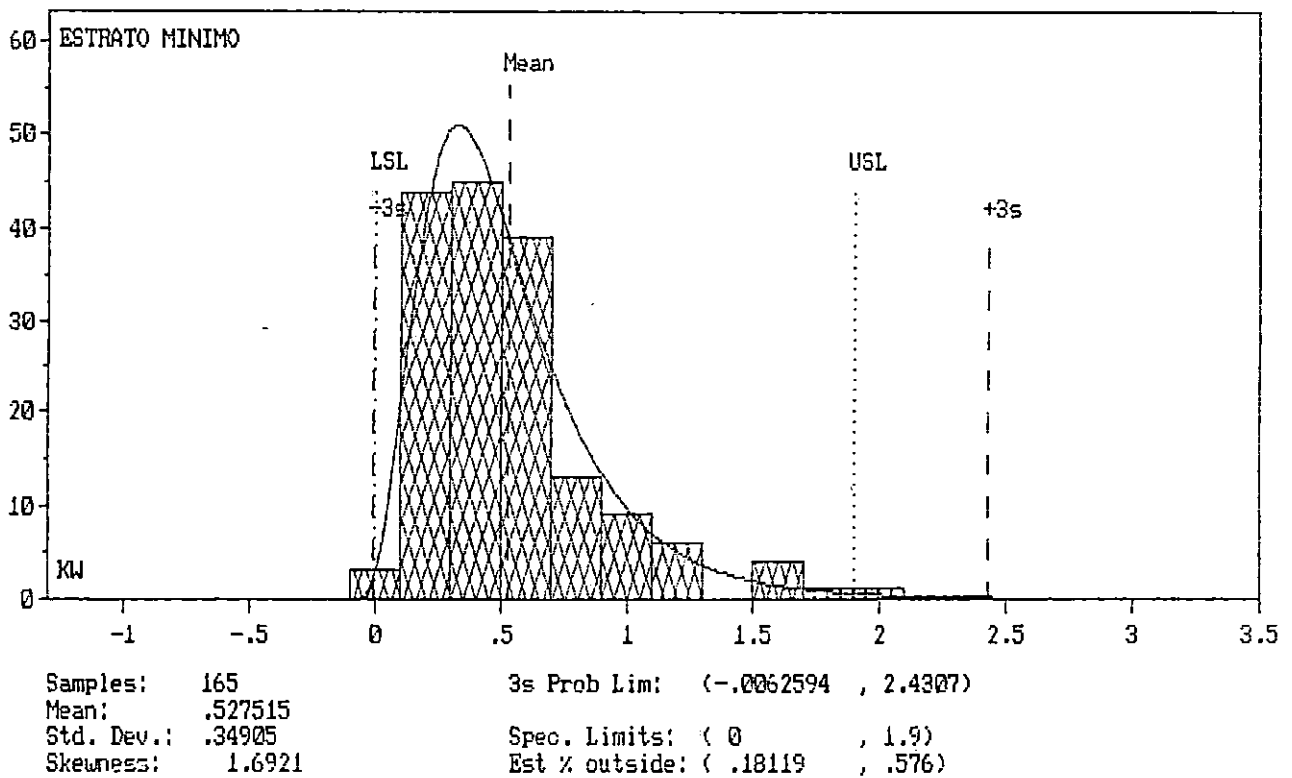


Fig. 3.2: Histograma de máxima demanda.

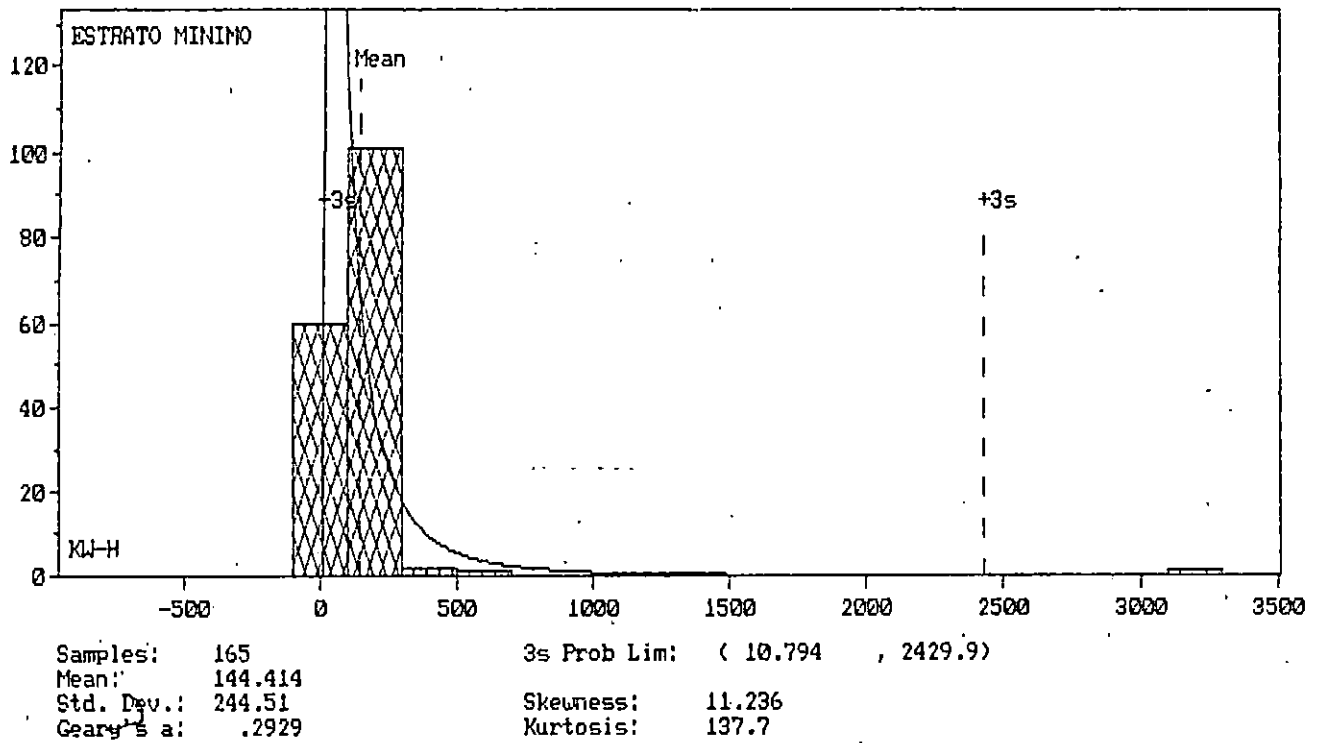


Fig. 3.3: Histograma de KWH mensual.

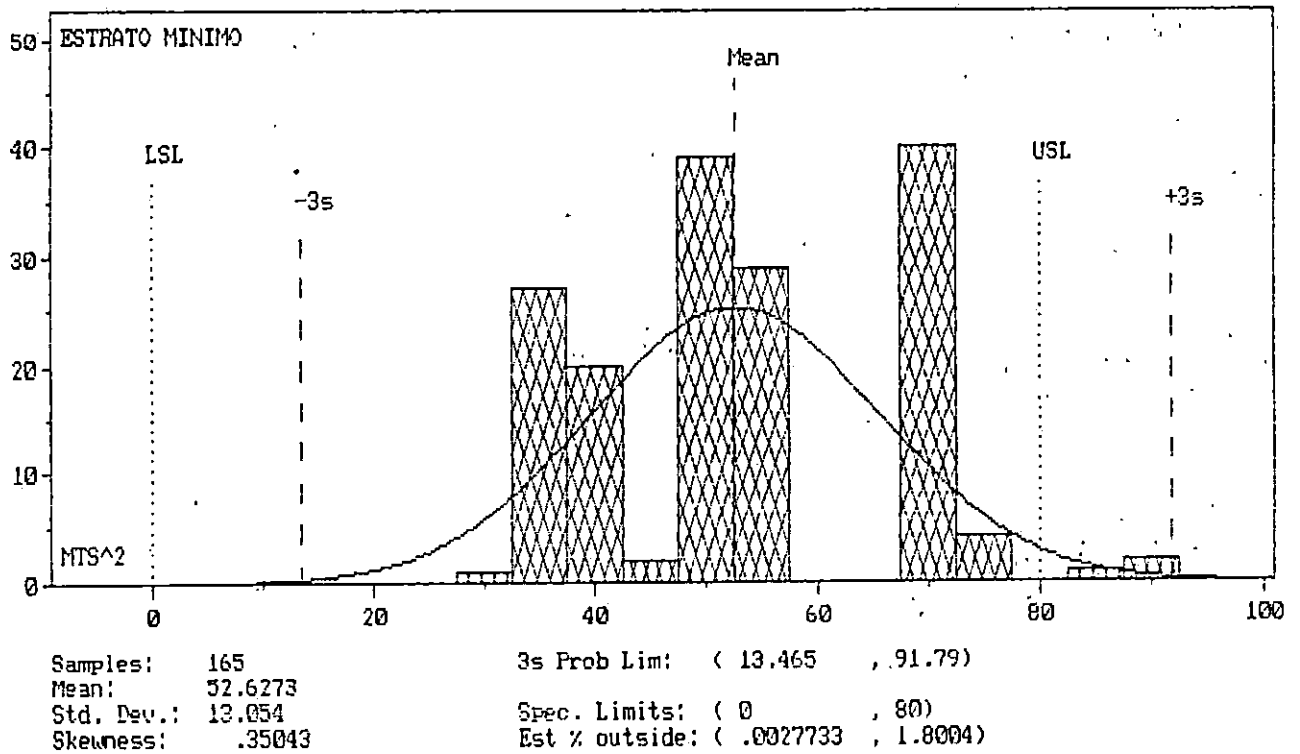


Fig. 3.4: Histograma de área construída.

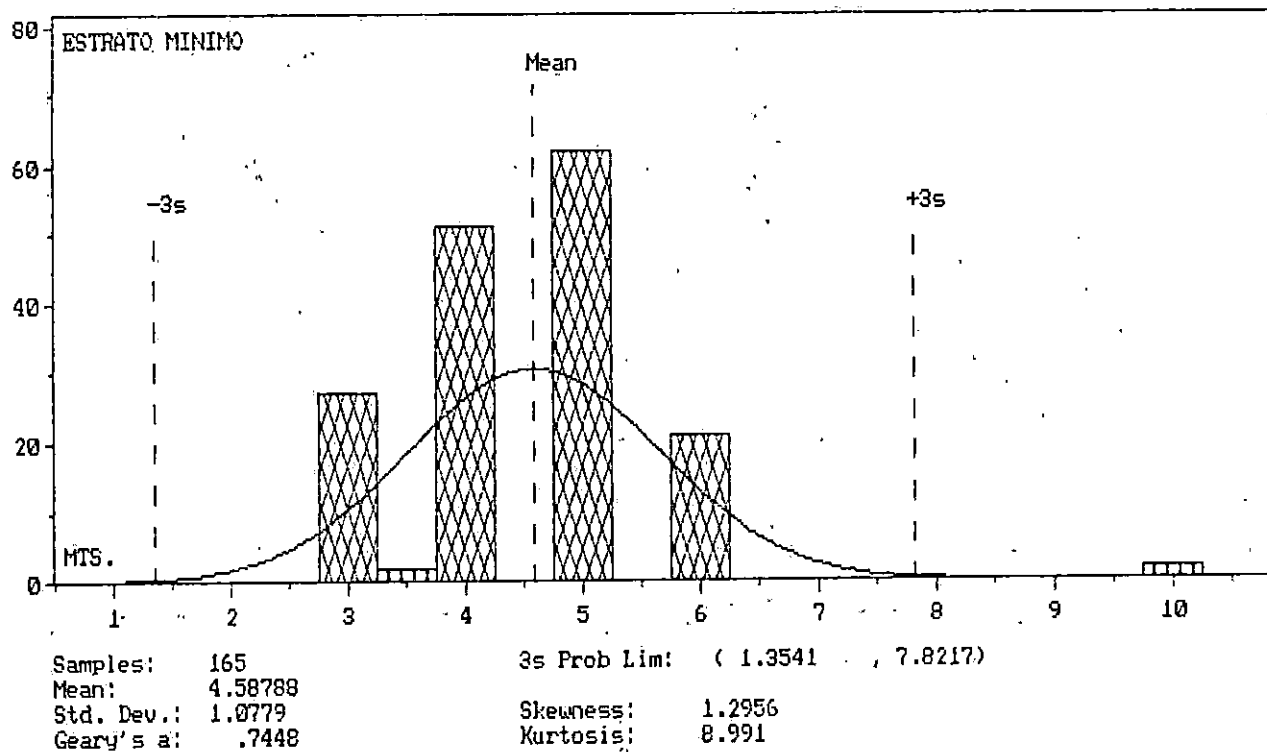


Fig. 3.5: Histograma de longitud de frente.

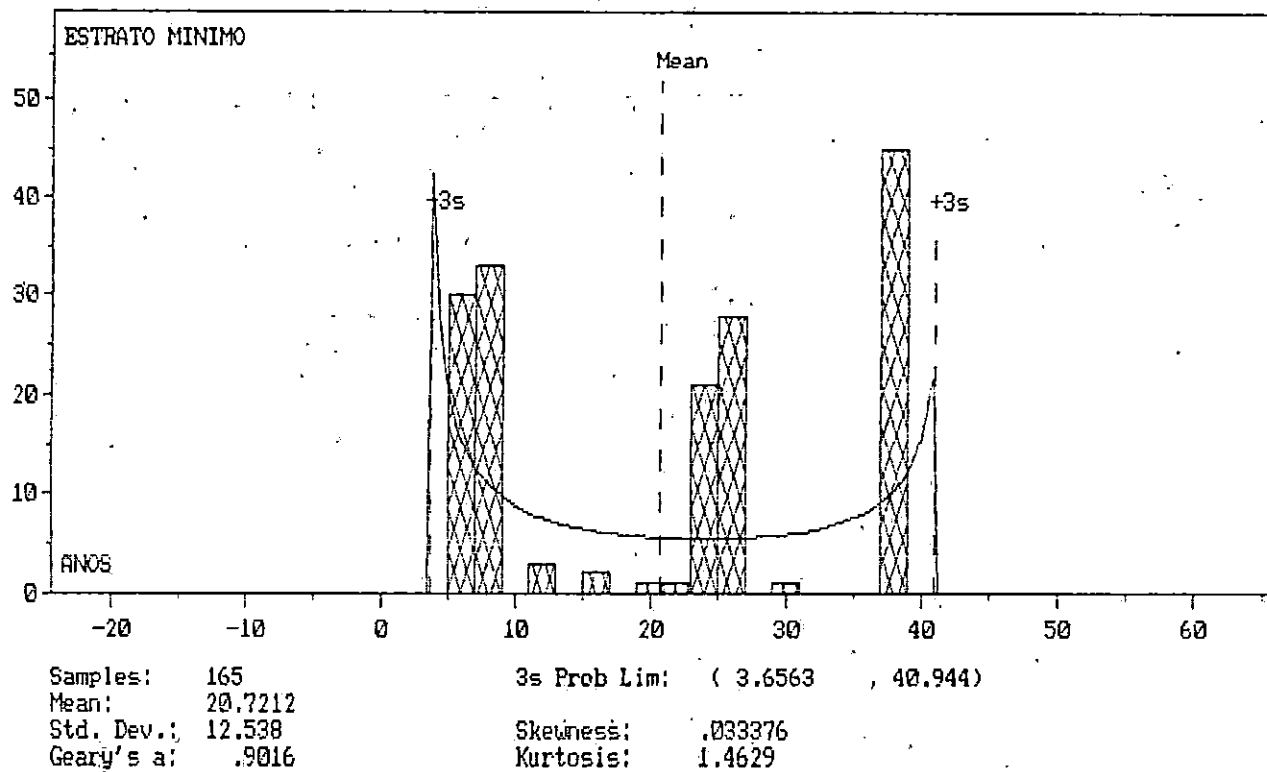


Fig. 3.6: Histograma de antigüedad.

Los límites probables son 10.79 KWH y 2429 KWH, mientras los límites de tolerancia especificados son 0 KWH y 250 KWH, con un error de estimación del 14.11 %, por tanto el 85.89 % de observaciones se encuentran en el rango especificado.

- Area construida.

Se observa un histograma bastante distribuido en la figura 3.4, y sus mayores frecuencias se encuentran entre 47.5 m² y 52.5 m², y también entre 67.5 m² y 72.5 m², su valor promedio es de 52.63 m² con una desviación estándar de 13.05 m².

Donde los límites probables son 13.47 m² y 91.79 m², y los límites de tolerancia especificados son 0 m² y 80 m² según criterios establecidos anteriormente para zona mínima, esto genera un error de estimación del 1.80 %, por lo tanto el 98.20 % de las observaciones se encuentran dentro del rango especificado según criterio.

- Longitud de frente.

La mayor frecuencia se encuentra entre 4.75 m y 5.25 m, ver la figura 3.5. Su valor promedio es de 4.59 m y la desviación estándar es de 1.08 m.

Los límites probables son 1.35 m y 7.82 m, no se han asignado límites de tolerancia debido a que esos valores representan adecuadamente el rango especificado.

- Antigüedad.

Observando en la fig. 3.6, los datos obtenidos tienden a una depresión en el centro de la curva Gaussiana (curva anormal), debido a que las mayores frecuencias se encuentran sobre los límites superior e inferior. Resultando una media de 20.72 años y una desviación estándar de 12.54 años.

Los límites probables son 3.65 años y 40.94 años, los límites especificados son de 0 y 50 años, se observa que estos límites especificados están dentro de la muestra.

3.4.2 Estrato medio.

Al igual que en la zona mínima cada parámetro o variable definida fue objeto del siguiente tratamiento estadístico: Elaboración de gráficos de histograma y curva Gaussiana para cada variable individualmente, obteniéndose las principales parámetros de observación valor promedio, desviación estándar y rangos estimados. A continuación se describen los resultados.

- Carga instalada.

En la figura 3.7 se tiene una distribución asimétrica no normal; se le especificó en base a los criterios para zona media los límites de 1.9 KW a 13.0 KW de carga instalada, con lo cual se tiene un valor promedio de 6.48 KW y una desviación estándar de 4.28 KW por lo que se garantiza que esta gráfica tiene validez en el rango de 1.86 KW a 13.21 KW.

- Máxima demanda.

El gráfico de la figura 3.8 presenta un valor promedio de 0.598 KW con desviación estándar de 0.46 y un rango estimado de 0.07 a 3.76 KW. La curva Gaussiana se presenta de manera asimétrica y anormal.

- KWH mensual.

El gráfico de la figura 3.9 tiene un comportamiento asimétrico anormal con un valor promedio de 333.59 KWH, extendiéndose los límites especificados desde 251 KWH hasta 1000 KWH; haciendo caso omiso de los valores negativos en el límite inferior; se tiene un estimado de que el 91.94% de las mediciones están dentro de los límites especificados.

- Area construida.

El gráfico 3.10 tiene un comportamiento anormal con un valor promedio de 134.48 m² y límites probables estimados de 80.57 m² a 352.88 m². Se tiene un estimado de 84 % de las observaciones dentro de los límites especificados para zona media de 81 m² a 300 m².

- Longitud de frente.

La figura 3.11 presenta una distribución anormal, con un promedio de 9.27 m y desviación estándar de 2.49 m. Los límites estimados para la longitud de frente son 6.77 m a 16.15 m donde las observaciones están el 100% de los casos dentro de los límites estimados.

- Antigüedad.

La figura 3.12 presenta la distribución estadística de la antigüedad de las viviendas; con las observaciones distribuidas en puntos específicos. El rango que presentan las mediciones es de 5 años a 50 años con un estimado del 100% de los datos dentro de este rango.

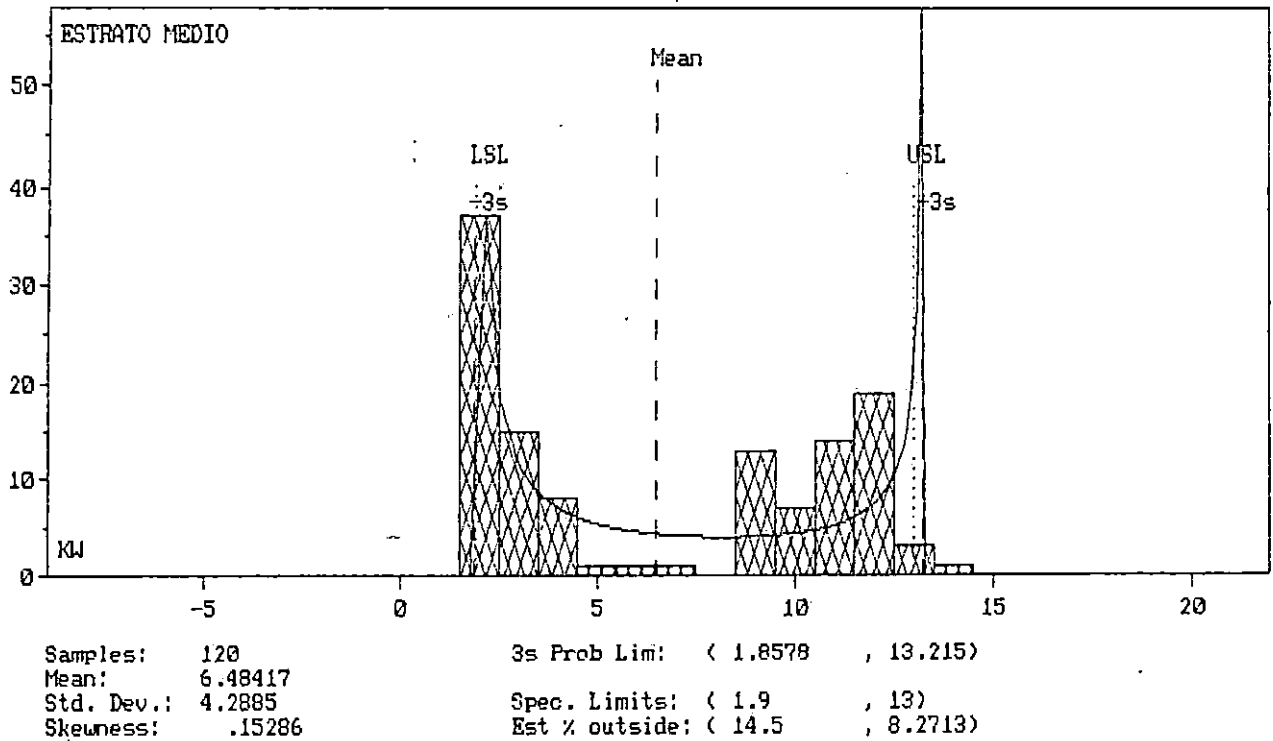


Fig. 3.7: Histograma de carga instalada.

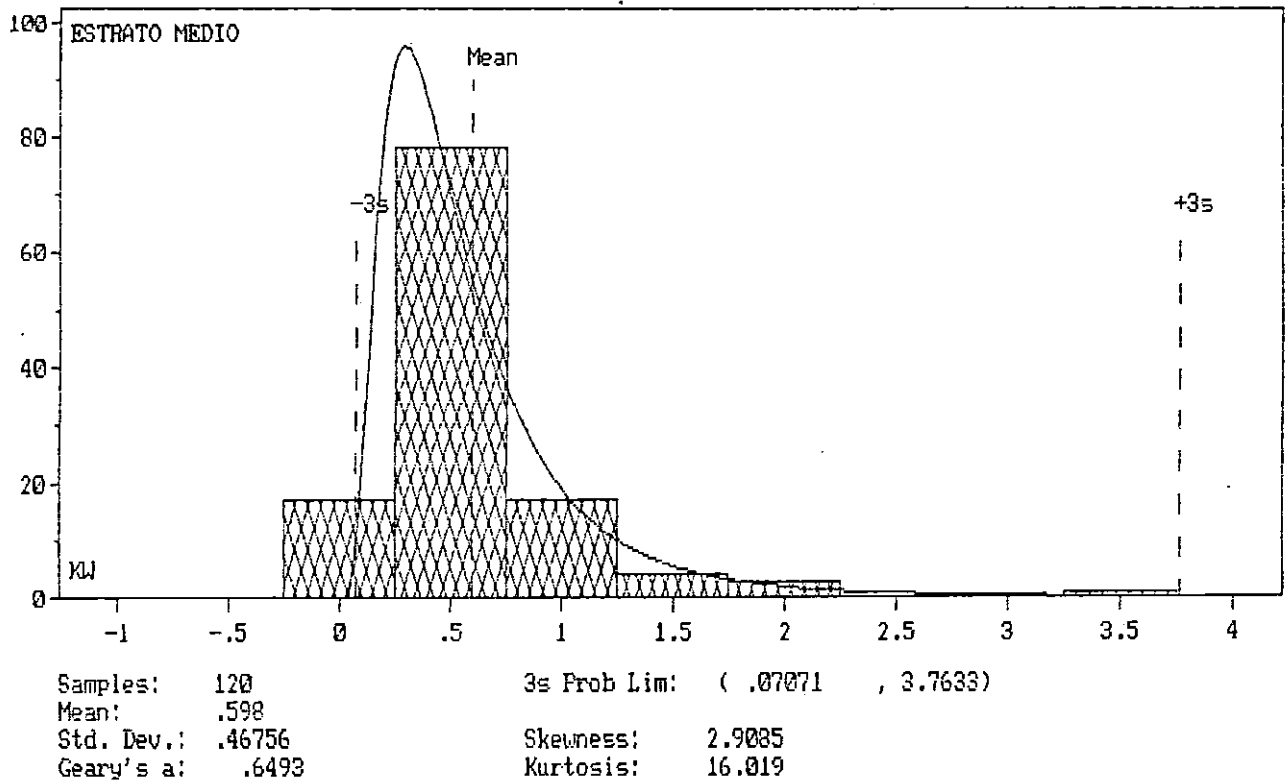


Fig. 3.8: Histograma de máxima demanda.

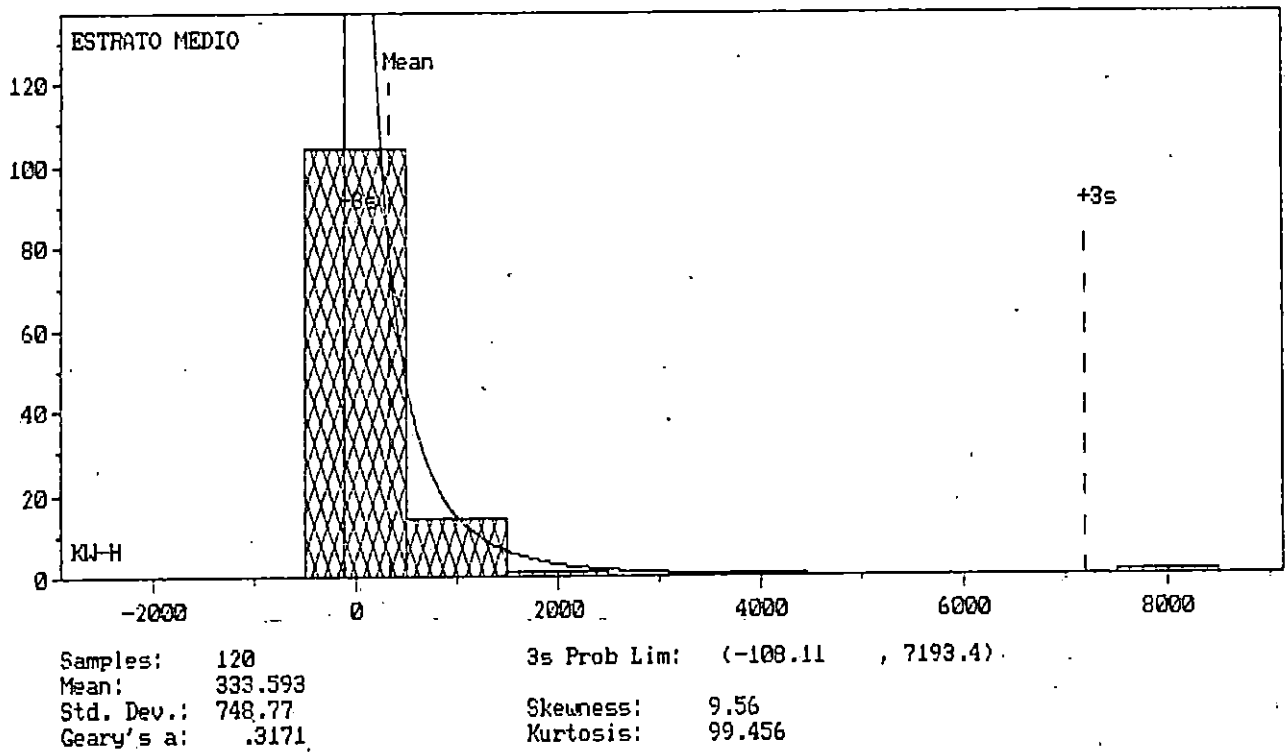


Fig. 3.9: Histograma de KWH mensual.

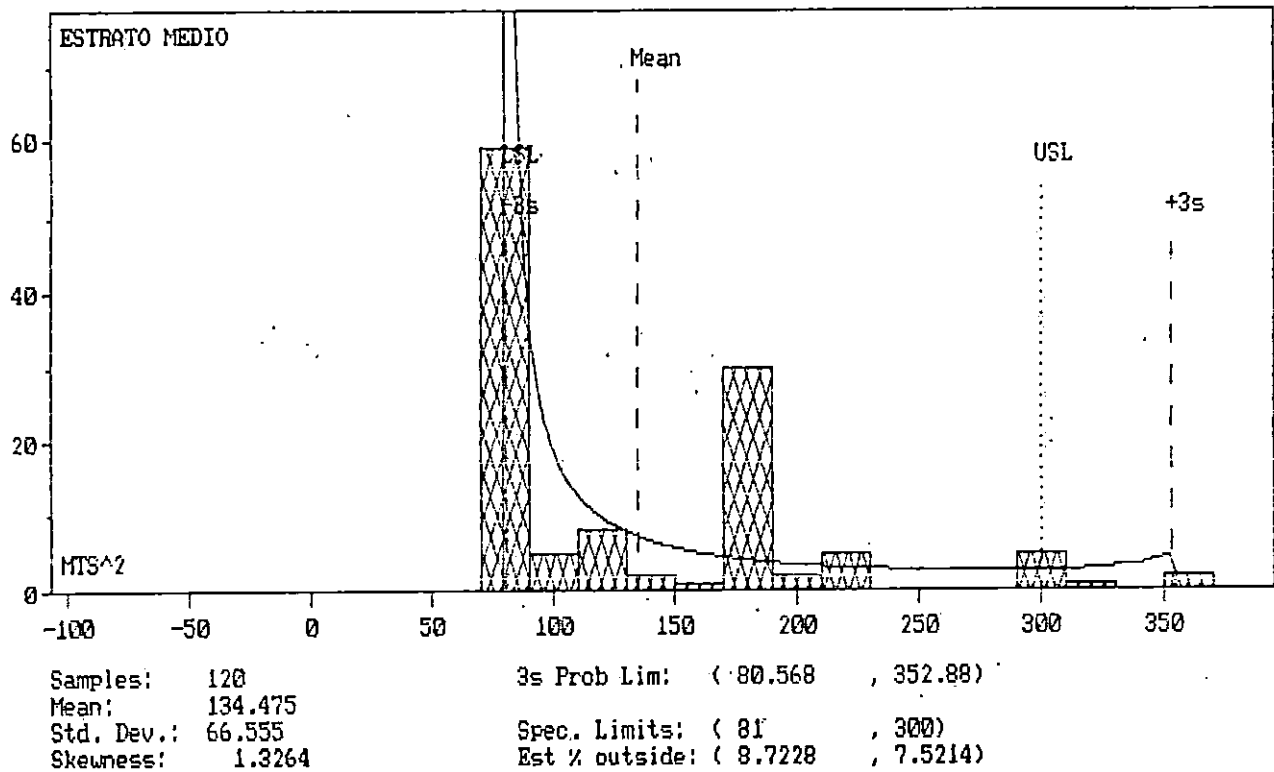


Fig. 3.10: Histograma de área construida.

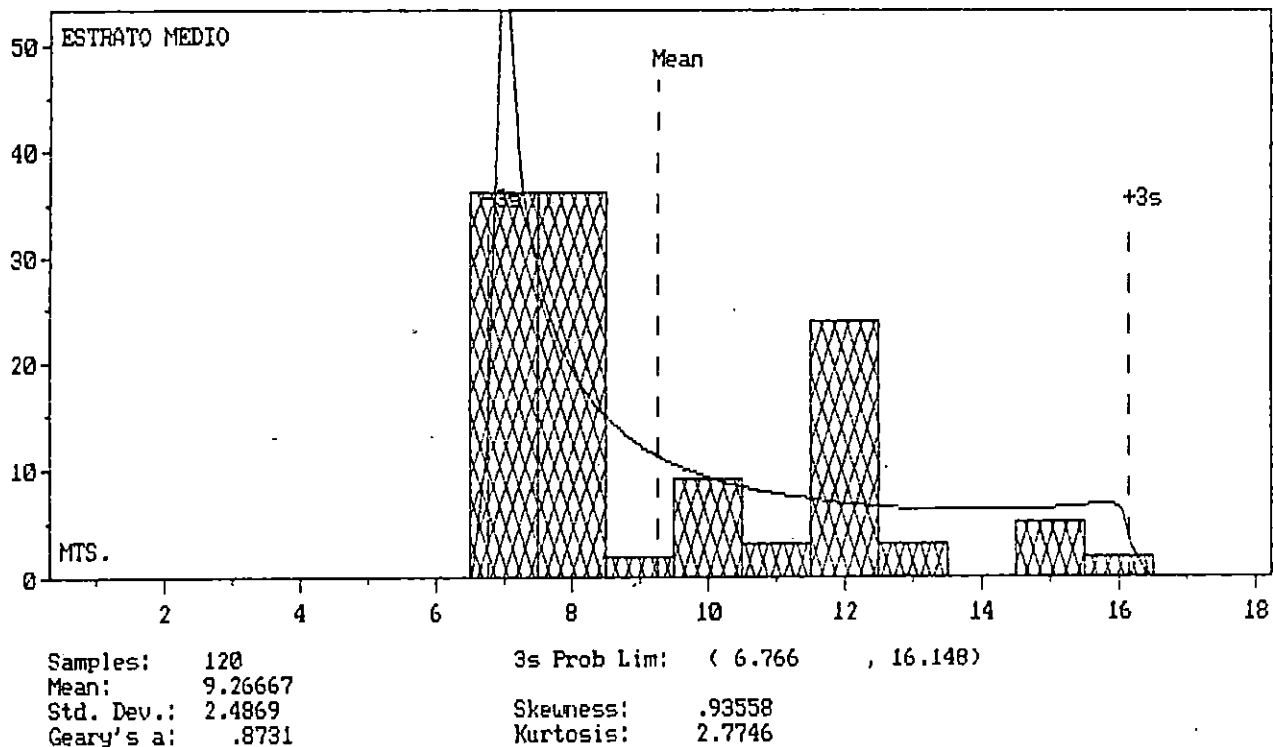


Fig. 3.11: Histograma de longitud de frente.

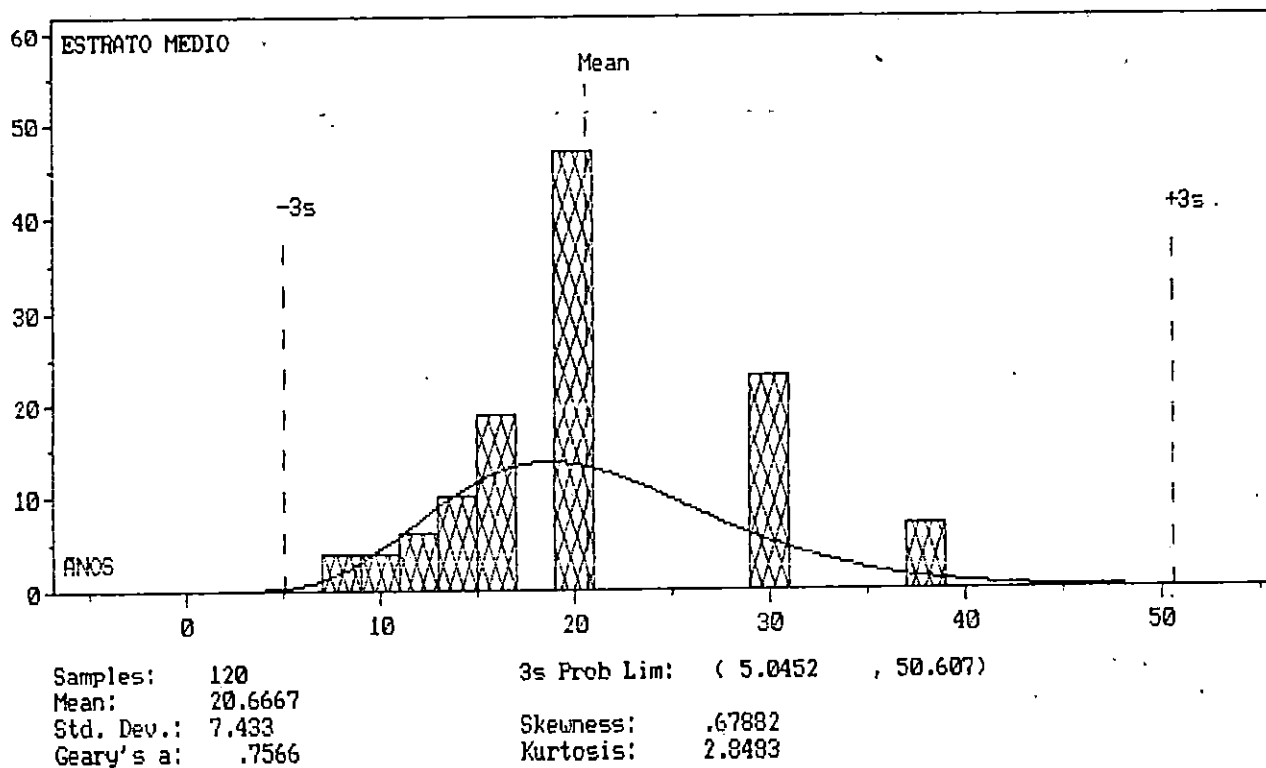


Fig. 3.12: Histograma de antigüedad.

3.5 Análisis y elaboración de correlaciones.

Con los parámetros descritos anteriormente se realizan ploteos en el plano cartesiano observando así la dispersión de los puntos y mediante un programa de computadora se encuentra la ecuación de regresión más aproximada a la tendencia de dichos puntos; por lo tanto dicha ecuación puede ser lineal, exponencial, logarítmica, polinomial, potencia, etc..

La ecuación encontrada para cada correlación de parámetros posee un 95 % de confiabilidad; y el grado de asociación entre los parámetros se establece como aceptable a partir del valor de 0.40 a 0.99 del coeficiente de correlación; entonces, si la correlación se encuentra en este rango, puede ser utilizada para propósitos de diseño.

3.5.1 Mediciones por vivienda para estrato mínimo.

- Carga instalada vrs. máxima demanda.

La figura 3.13 posee una regresión lineal con pendiente positiva, o sea, que a mayor carga instalada se incrementa la máxima demanda; el grado de asociación entre los puntos es aceptable ($r=0.52$) y es descrito por la ecuación 3.1, por lo tanto existe correlación entre ambos parámetros. El rango especificado para carga instalada es de 0 KW a 1.9 KW aunque la ecuación limita el rango de operación en 0.86 KW y el máximo a 1.9 KW correspondiendo a estos valores, las cantidades de 0.22 KW y 0.89 KW respectivamente en el eje de máxima demanda, observando que dichas cantidades se encuentran en el rango especificado para la máxima demanda; por lo cual dentro de estos límites se considera válida la ecuación.

$$MD = - 0.331912 + 0.642029 * CI \quad EC. 3.1$$

- Area construida vrs. máxima demanda.

La figura 3.14 muestra la correlación entre estas dos variables, para la cual existe una regresión lineal con pendiente positiva, indicando el incremento de la máxima demanda ante el incremento del área construida; y la asociación entre los puntos es aceptable ($r=0.41$) por lo que existe correlación. Esta ecuación es:

$$MD = - 0.111126 + 0.01259 * AC \quad EC. 3.2$$

Según criterio el rango de variación del área construida es de 0 m² a 80 m² aunque la curva limite el valor mínimo a 30 m² y un máximo de 80 m², correspondiendo a las cantidades de 0.27 KW y 0.89 KW respectivamente en el eje de máxima demanda, dichos valores se encuentran en el rango especificado, por tanto la ecuación es válida hasta esos límites.

- Longitud de frente vrs. máxima demanda.

La figura 3.15 muestra que hay regresión no lineal con pendiente positiva, y la ecuación es del tipo polinomial de segundo orden, pero la asociación entre puntos no es aceptable (r=0.20) por tanto no existe correlación entre estos parámetros.

- Antigüedad vrs. máxima demanda.

La figura 3.16 muestra que hay regresión no lineal con pendiente positiva, y la ecuación es del tipo logarítmico; no hay asociación entre los puntos (r=0.25), entonces, no existe correlación entre estos parámetros.

- KWH mensual vrs. máxima demanda.

La figura 3.17 muestra una regresión lineal con pendiente positiva, además el grado de asociación es significativo (r=0.50), por tanto existe correlación entre estos parámetros. Esta asociación se expresa matemáticamente con la ecuación:

$$KWH = 84.767357 + 79.910757 * MD \quad EC. 3.3$$

Se establecieron los límites para KWH mensual de 0 KWH a 250 KWH pero la curva limita el mínimo a 106.34 KWH y un máximo de 155.89 KWH correspondiendo a valores de 0.27 KW y 0.89 KW respectivamente, en el eje de la máxima demanda; donde dichos valores corresponden al rango especificado de máxima demanda, siendo válida la ecuación hasta estos límites.

- Carga instalada/área construida vrs. máxima demanda.

La figura 3.18 muestra la particularidad para esta gráfica, que se relacionan dos parámetros en un mismo eje, más específicamente la carga instalada por área construida contra la máxima demanda; se presenta una regresión lineal con pendiente positiva y un grado de asociación no aceptable entre puntos de medición (r=0.26), lo que confirma que no existe correlación. Esto es expresado con la ecuación:

$$CI / AC = 0.023455 + 0.002587 * MD \quad EC. 3.4$$

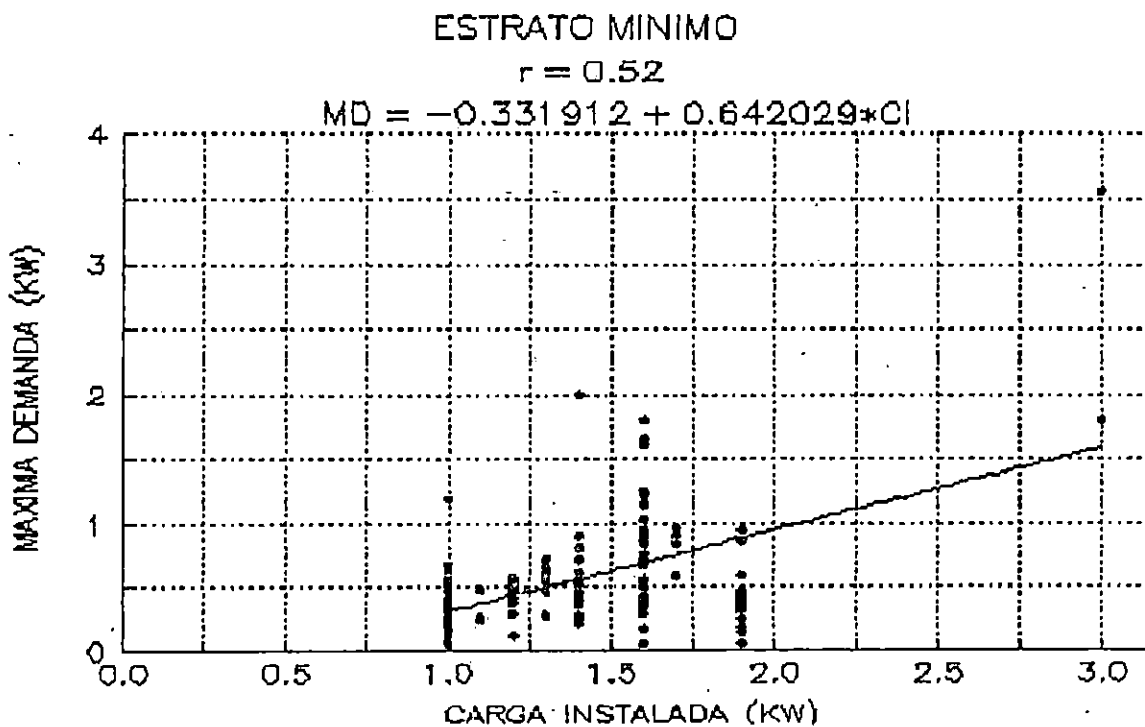


Fig. 3.13: Gráfico de Carga Instalada vs. Máxima Demanda.

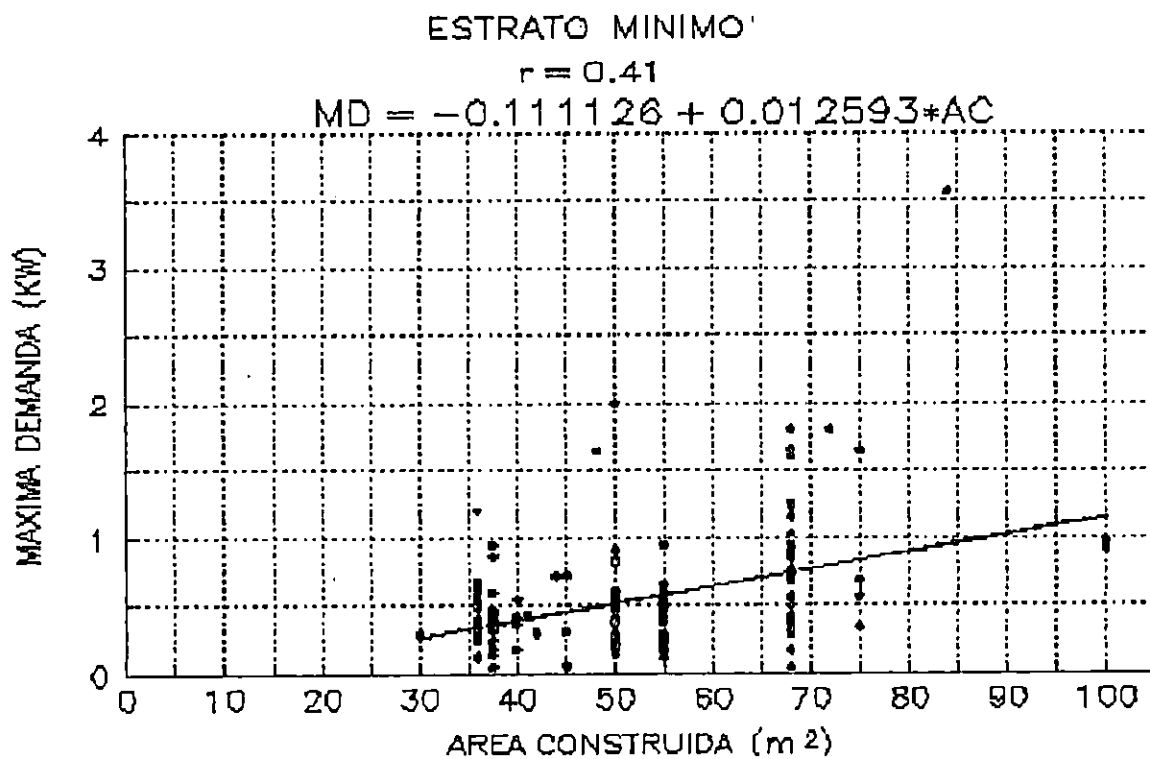


Fig. 3.14: Gráfico de Máxima Demanda vs. Area Construída.

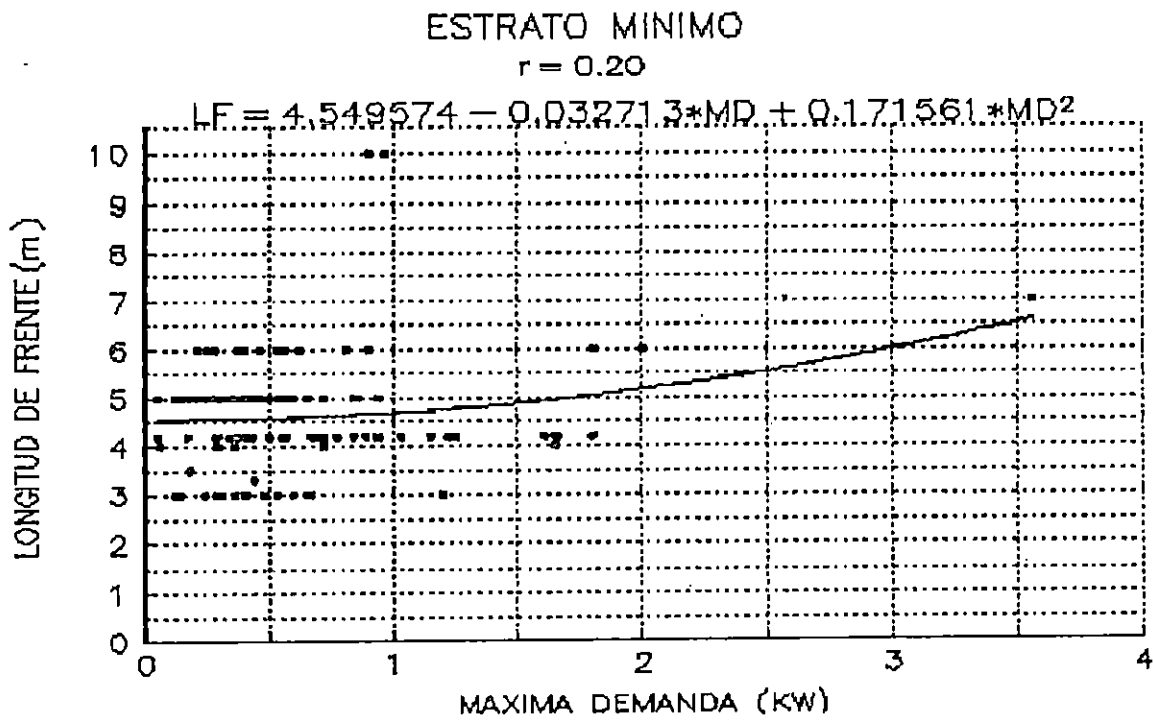


Fig. 3.15: Gráfico de Longitud de Frente vs. Máxima Demanda.

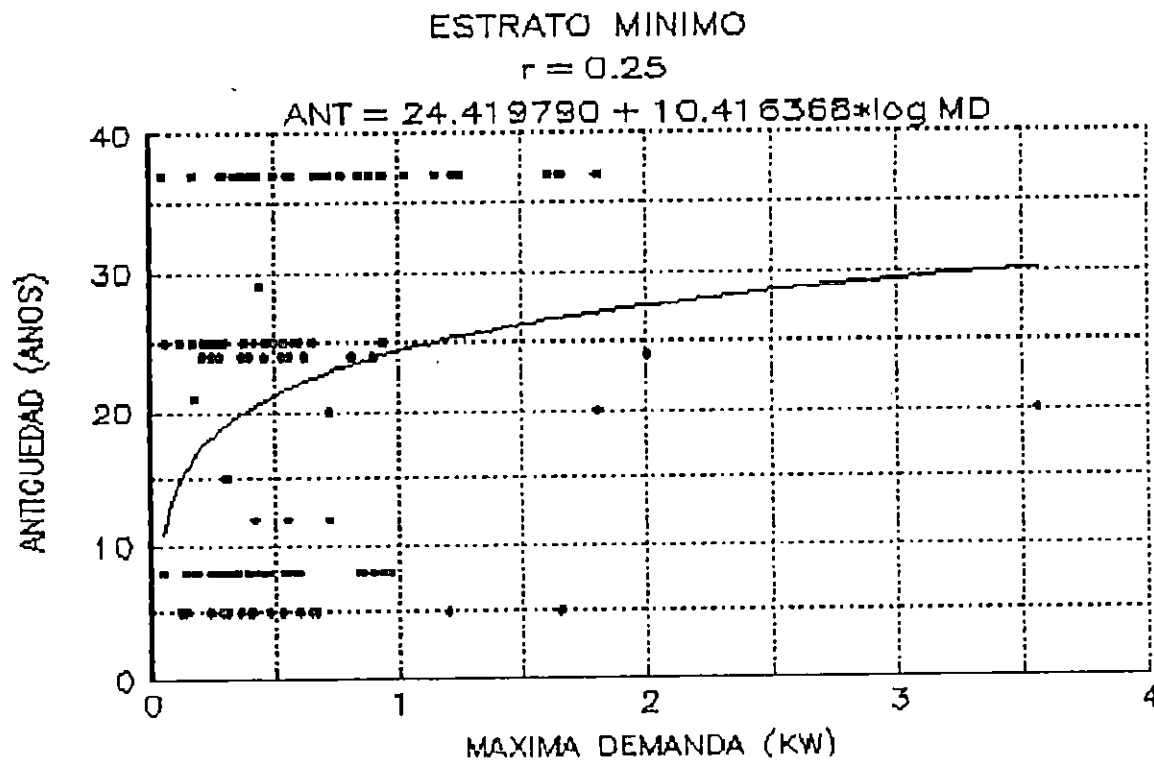


Fig. 3.16: Gráfico de Antigüedad vs. Máxima Demanda.

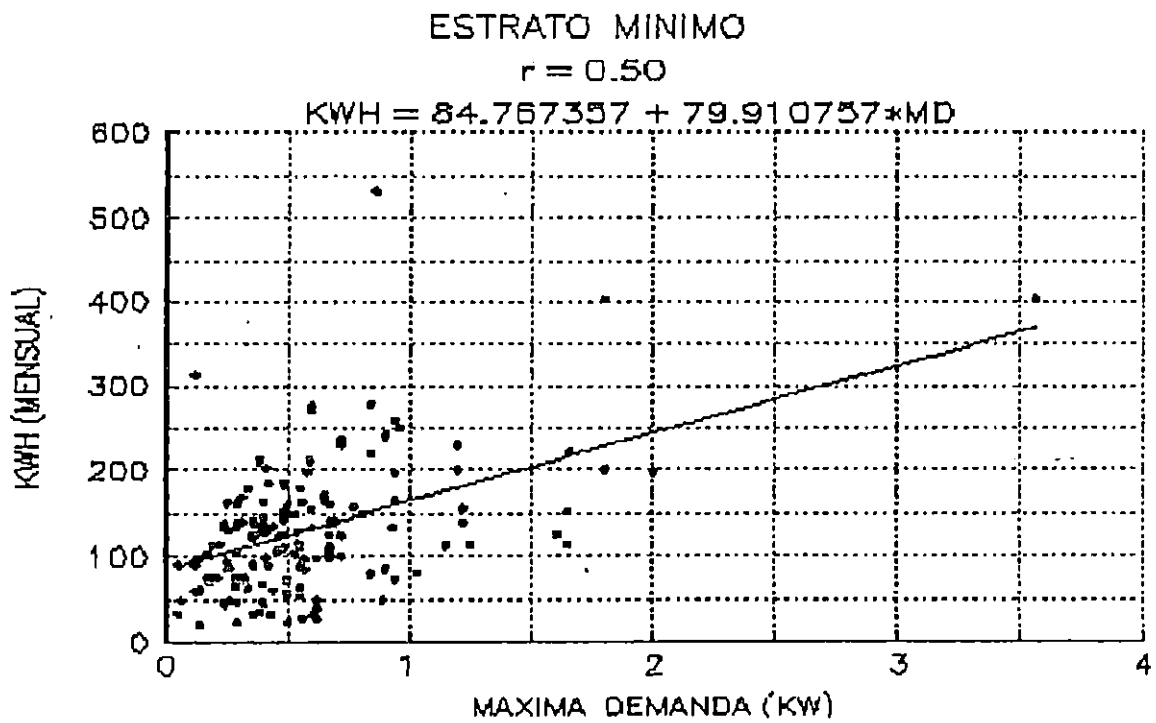


Fig. 3.17: Gráfico de KWH mensual vrs. Máxima Demanda.

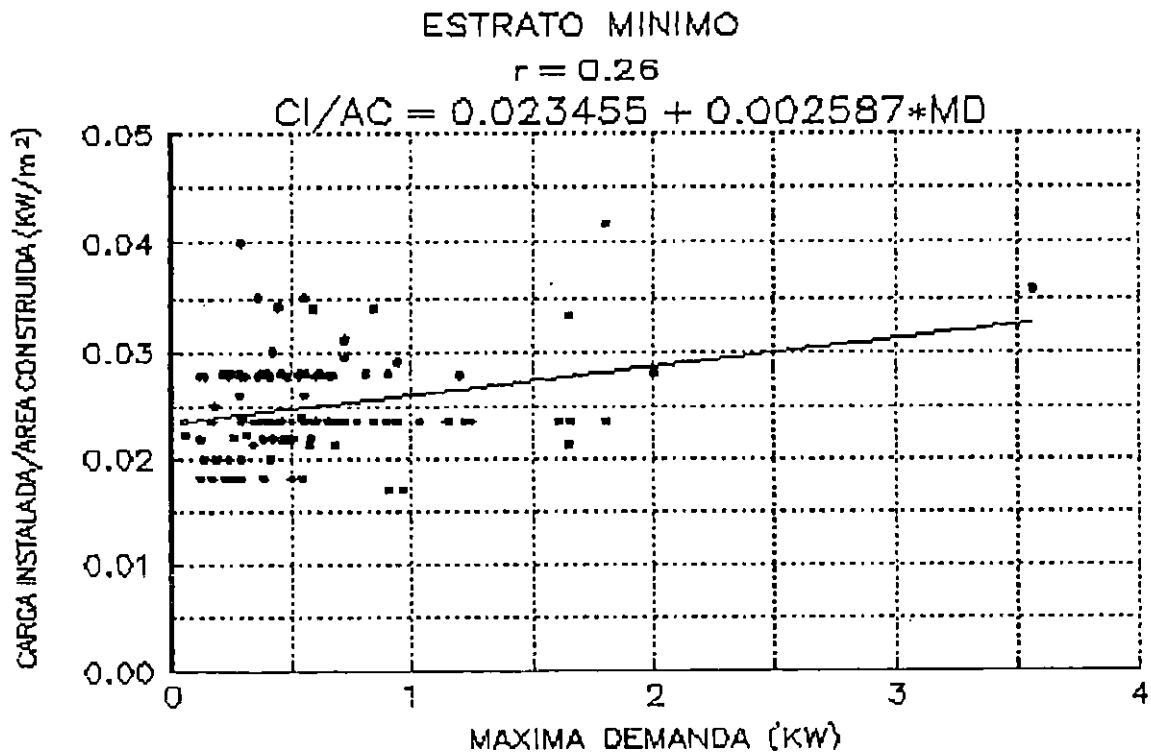


Fig. 3.18: Gráfico de Carga Instalada/Área Construída vrs. MD.

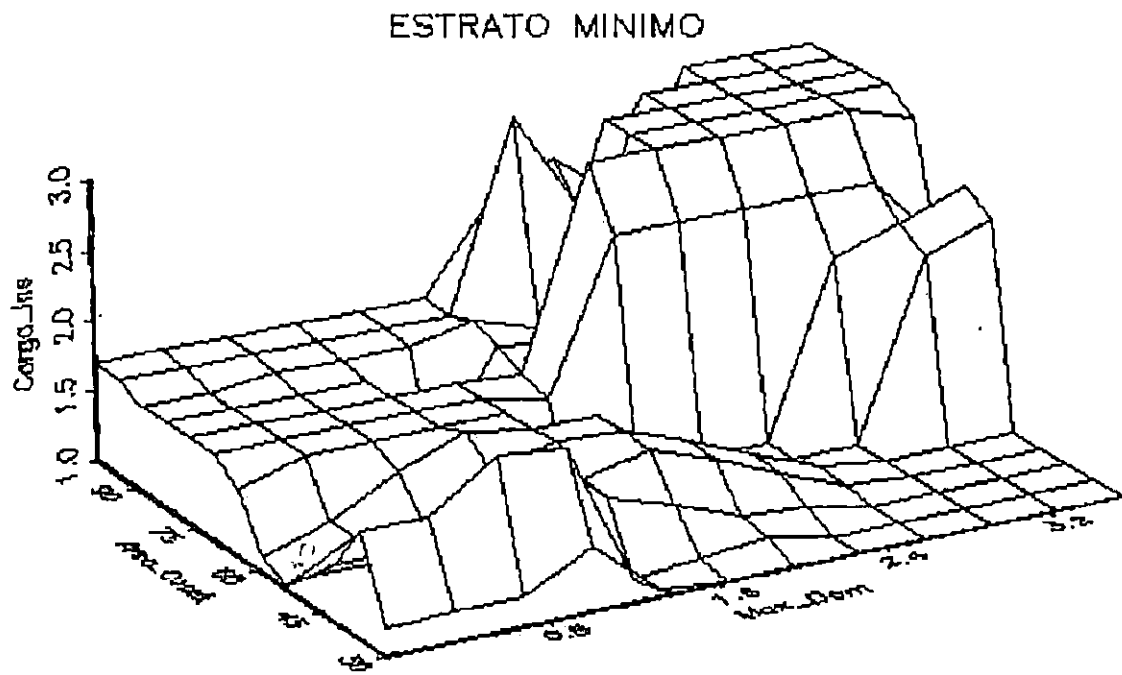


Fig. 3.19: Gráfico Tridimensional.

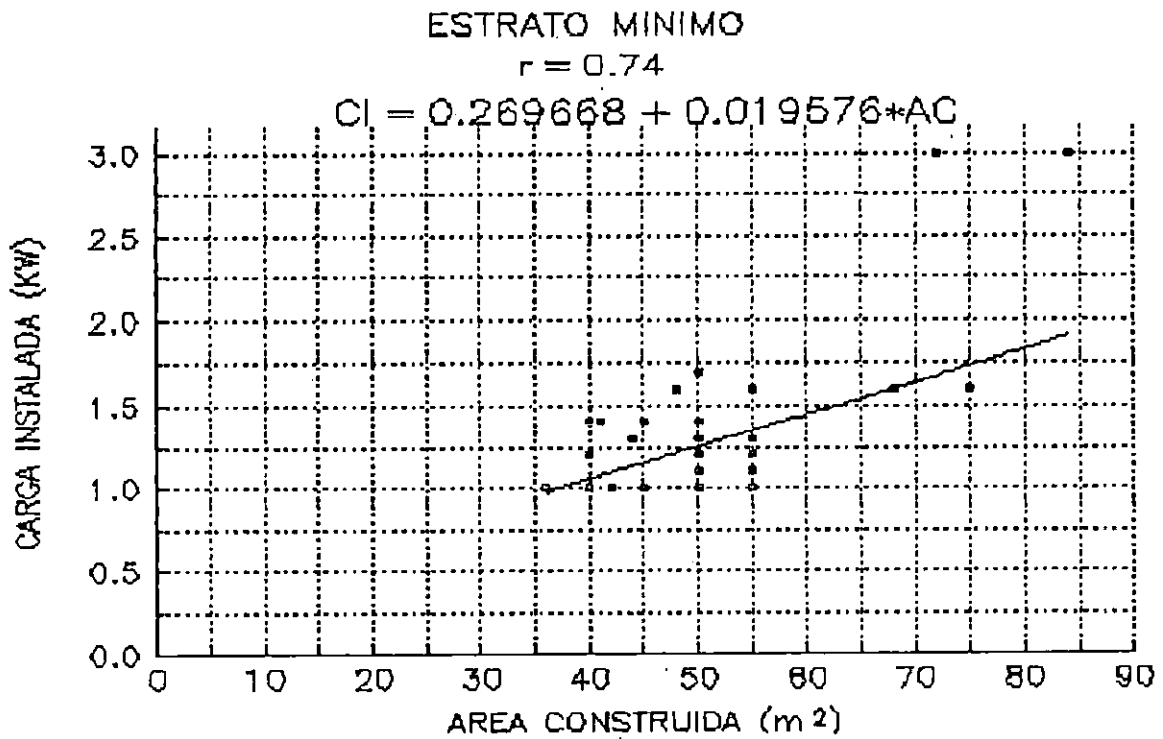


Fig. 3.20: Gráfico de Carga Instalada vrs. Área Construída.

- Gráfico tridimensional.

Se presenta una gráfica tridimensional de manto (Figura 3.19) que relaciona los tres parámetros (carga instalada, área construida y máxima demanda), de una manera descriptiva y no con el objeto de análisis; observando que a medida crece el área construida, la carga instalada se ve incrementada, así como la máxima demanda.

- Carga instalada vrs. área construida.

La figura 3.20 muestra que existe una regresión lineal con pendiente positiva, y el grado de asociación entre los parámetros es bastante significativo ($r=0.74$), por lo que existe correlación entre ellos.

El rango que limita la curva para el área construida es de un mínimo de 30 m² y un máximo de 80 m² estos corresponden a valores de 0.86 KW y 1.84 KW respectivamente en el eje de la carga instalada. Dichos valores se encuentran en los rangos especificados por lo que la ecuación es válida. Este gráfico se expresa con la siguiente ecuación:

$$CI = 0.269668 + 0.019576 * AC \quad EC. 3.5$$

3.5.2 Mediciones por vivienda para estrato medio.

Para algunas correlaciones fue necesario convertir de un tipo de regresión polinomial o logarítmico a una regresión lineal, para facilitar su uso en el diseño, siendo el grado de asociación entre los parámetros todavía aceptable con un porcentaje de variación mínimo con respecto al valor original; indicando que el margen de error cometido al hacer dicho cambio, es insignificante.

- Máxima demanda vrs. carga instalada.

En la figura 3.21 se tiene una regresión lineal de tendencia positiva. Con un grado de dependencia ó asociación aceptable ($r = 0.75$), y la ecuación representativa es:

$$MD = 0.272041 + 0.125121 * CI \quad EC. 3.6$$

La cual sitúa un valor mínimo de máxima demanda de 0.51 KW para 1.9 KW de carga instalada y un valor máximo de 1.90 KW para 13 KW de carga instalada. Esto significa que para la zona media tenemos un rango de carga instalada de 1.9 KW a 13 KW y se relaciona con la ecuación anteriormente descrita con un

rango de máxima demanda de 0.51 KW a 1.90 KW.

- Máxima demanda vrs. área construida.

En la figura 3.22 se tiene una regresión lineal de tendencia positiva, con un grado de asociación ($r=0.48$), lo cual es aceptable para los propósitos de esta investigación. Esta asociación se presenta con la siguiente ecuación:

$$MD = 0.261271 + 0.006322 * AC \quad EC. 3.7$$

La cual es aplicable desde un mínimo de 81 m² para 0.77 KW de máxima demanda hasta un máximo de 300 m² para 2.16 KW de máxima demanda.

- Longitud de frente vrs. máxima demanda.

En la figura 3.23 se tiene una regresión lineal de tendencia positiva con un grado de asociación ($r=0.41$), esta asociación es descrita por la ecuación:

$$LF = 8.133332 + 1.041477 * MD \quad EC. 3.8$$

Este parámetro (longitud de frente) no tiene correlación en el estrato mínimo, por lo tanto no es conveniente utilizar esta ecuación para propósitos de diseño.

- KWH mensual vrs. máxima demanda.

La figura 3.24 presenta una regresión lineal de tendencia positiva con un grado de asociación ($r = 0.68$), que se considera aceptable; dicha asociación esta representada matemáticamente por la ecuación:

$$KWH_{\text{MENSUAL}} = 121.440413 + 122.301991 * MD \quad EC. 3.9$$

Esta es aplicable en el rango de 215.61 KWH a 385.61 KWH para valores de máxima demanda de 0.77 KW a 2.16 KW respectivamente.

- Area construida vrs. KWH mensual.

La figura 3.25 presenta una regresión lineal de tendencia positiva con un grado de asociación ($r=0.72$) considerado aceptable, esta asociación es representada por la siguiente ecuación:

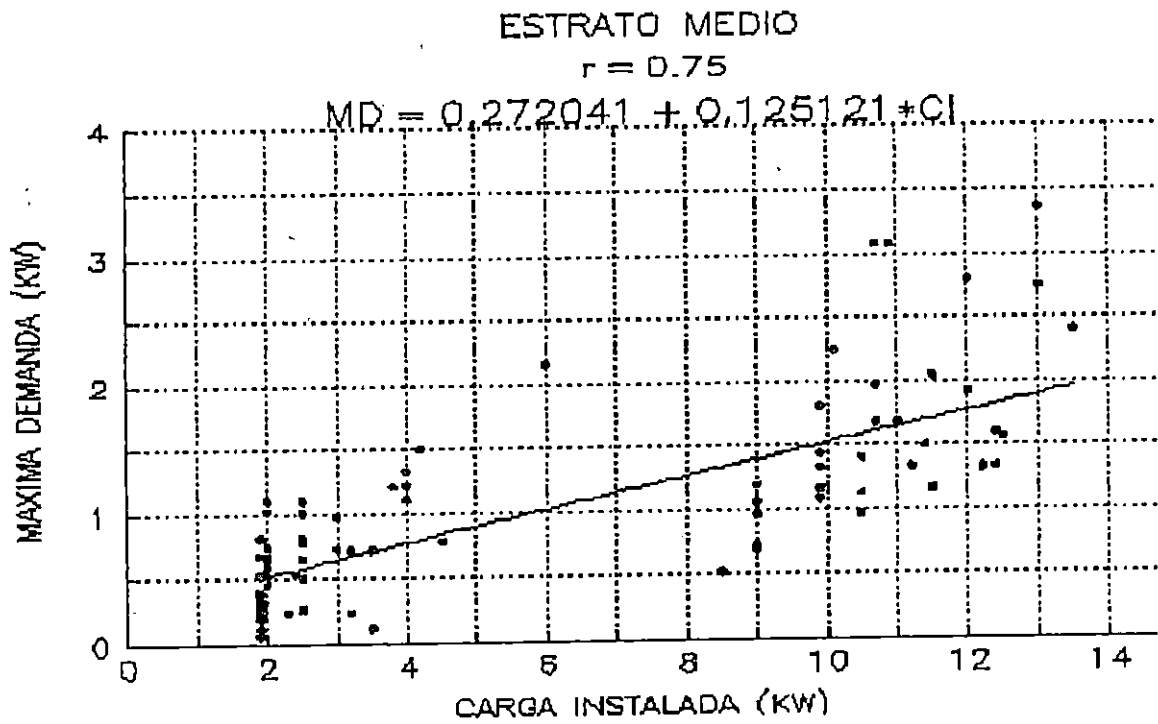


Fig. 3.21: Gráfico de Carga Instalada vrs. Máxima Demanda.

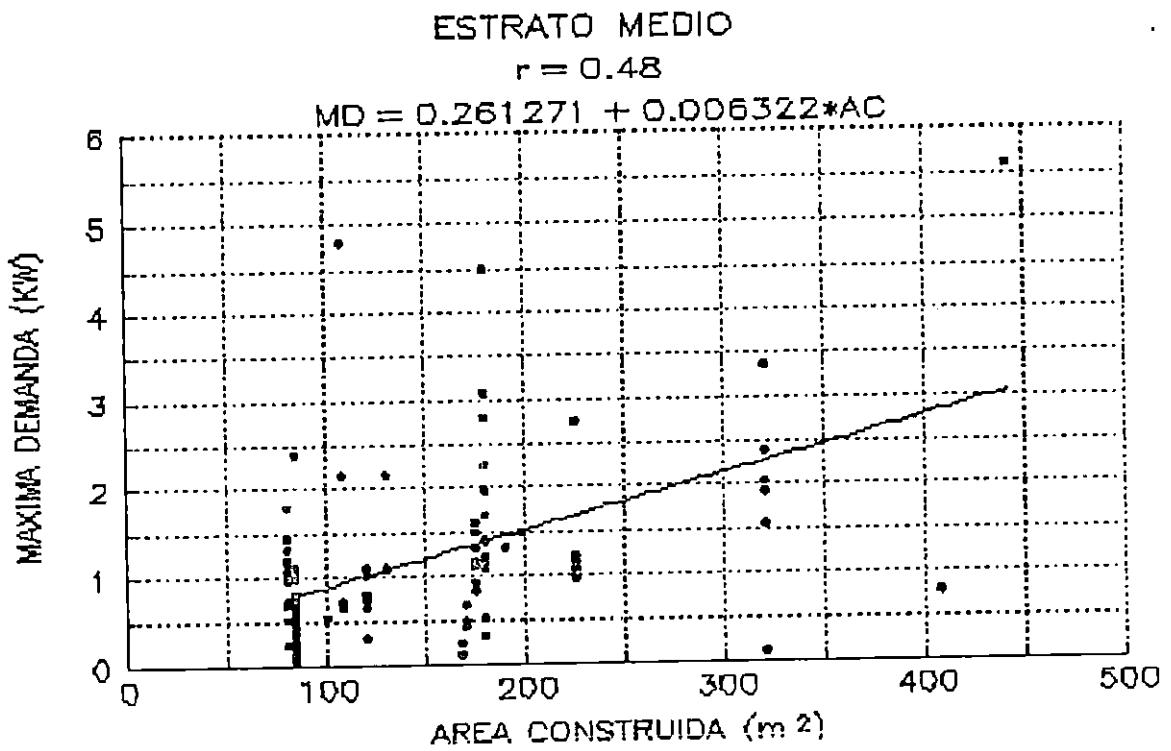


Fig. 3.22: Gráfico de Máxima Demanda vrs. Area Construída.

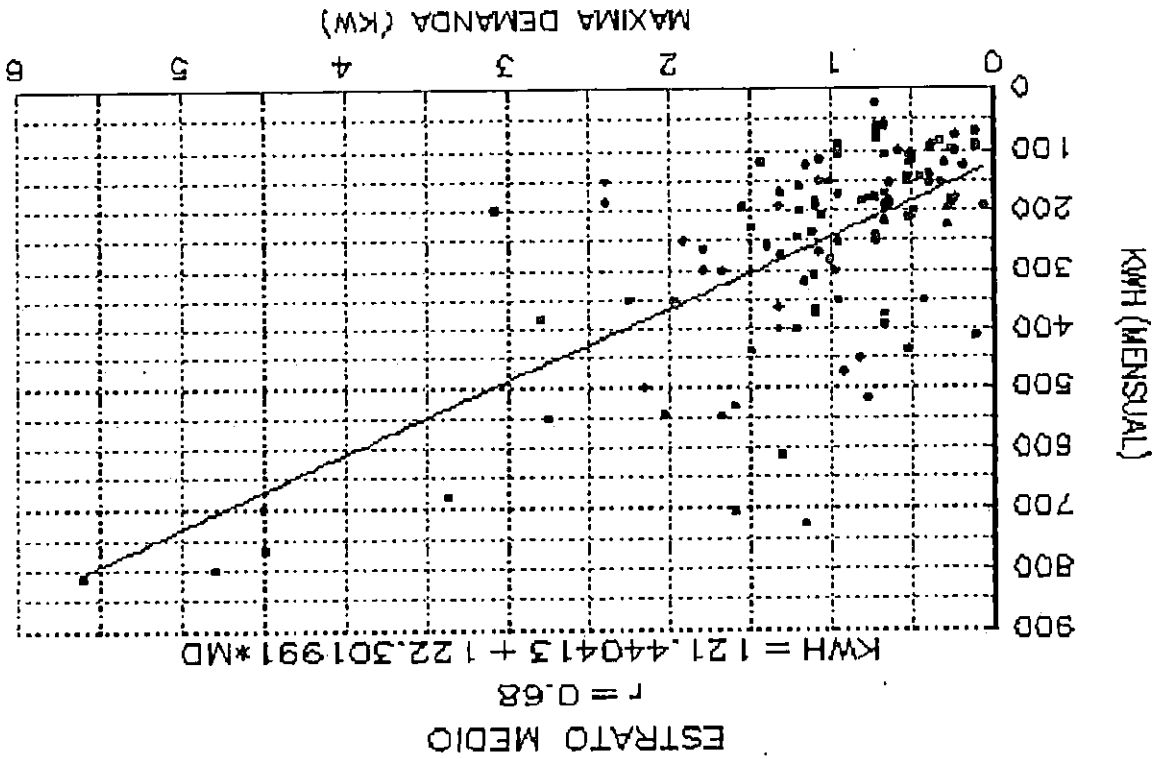


Fig. 3.23: Gráfico de Longitud de Frente vs. Máxima Demanda.

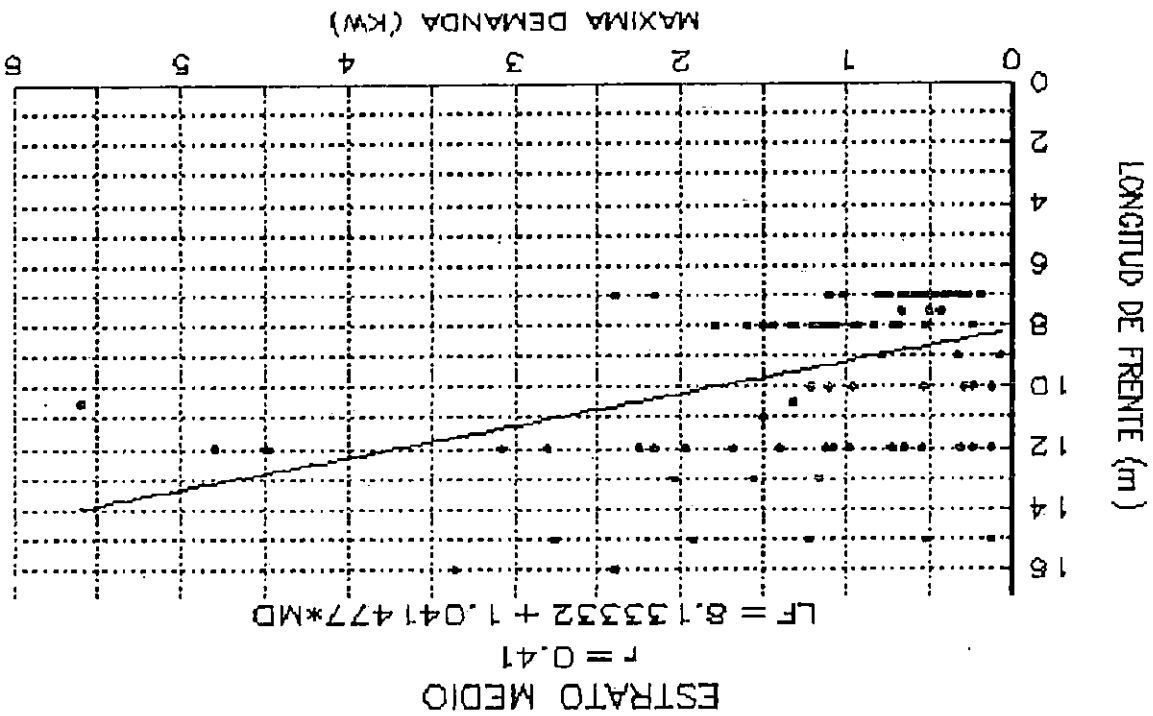


Fig. 3.24: Gráfico de KWH mensual vs. Máxima Demanda.

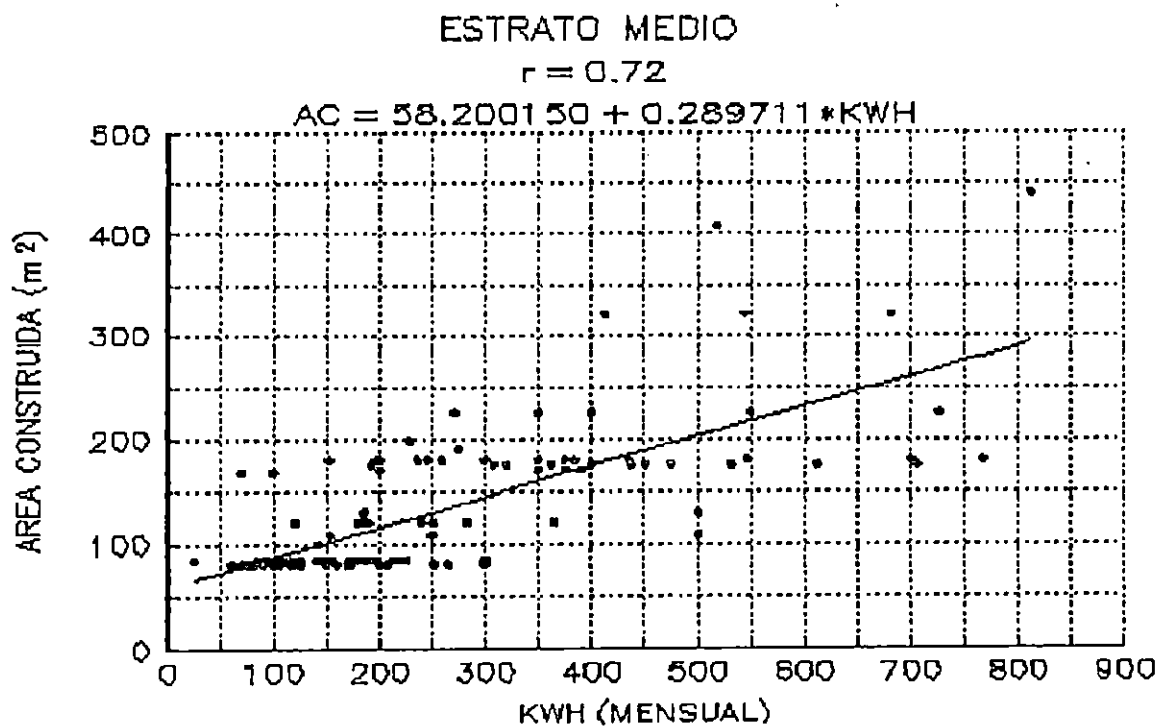


Fig. 3.25: Gráfico de Area Construída vrs. KWH mensual.

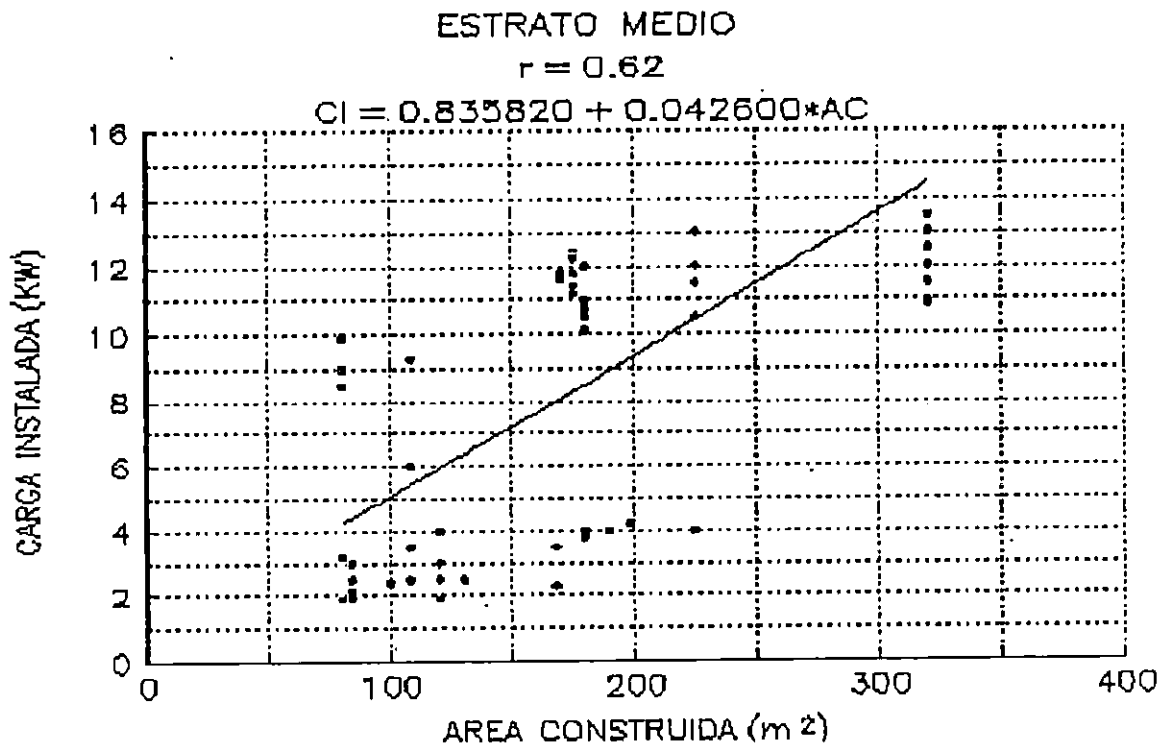


Fig. 3.26: Gráfico de Carga Instalada vrs. Area Construída.

$$AC = 46.614103 + 0.439702 * KWH - 0.000244 KWH^2 \quad EC. 3.10$$

Esta ecuación es aplicable para el rango de 81 m² a 300 m², correspondiendo valores de 78.7 KWH y 834.62 KWH respectivamente.

- Carga instalada vrs. área construida

La figura 3.26 presenta una regresión lineal de tendencia positiva con un grado de asociación aceptable ($r=0.82$), esta asociación es representada matemáticamente por la ecuación siguiente:

$$CI = 0.835820 + 0.04260 * AC \quad EC. 3.11$$

Esta ecuación es aplicable en el rango de 81 a 300 m², correspondiendo valores de 4.29 KW y 13.62 KW de carga instalada respectivamente.

3.5.3 Mediciones por transformador para estrato mínimo.

A continuación se presentan las principales características estadísticas y matemáticas de los gráficos que relacionan los parámetros en transformadores para las zonas de estrato mínimo. Los gráficos que se analizan para los transformadores comprenden 15 puntos de medición de los cuales 7 se encuentran en el estrato mínimo.

- Gráfico de KVA nominal vrs. máxima demanda.

Para este gráfico (figura 3.27), se encuentra que su pendiente es positiva con una regresión lineal, determinándose una asociación entre variables bastante significativa ($r=0.82$), por lo tanto existe correlación entre ellas. Se establece un rango desde 15 KVA hasta 50 KVA que corresponde a valores de 15.3 KW a 41.8 KW respectivamente. Es de hacer notar que para el análisis de este gráfico se eliminaron dos puntos, los cuales estaban fuera de la tendencia de los demás. La ecuación que rige este gráfico es la siguiente:

$$KVA = - 5.154852 + 1.319963 * MD \quad EC. 3.12$$

- Gráfico de KWH mensual vrs. número de abonados.

Este gráfico (Figura 3.28) posee una pendiente positiva con una regresión lineal y con un grado de asociación entre

TRANSFORMADORES DE ESTRATO MINIMO

$r = 0.88$

$KVA = -5.154852 + 1.319963 * MD$

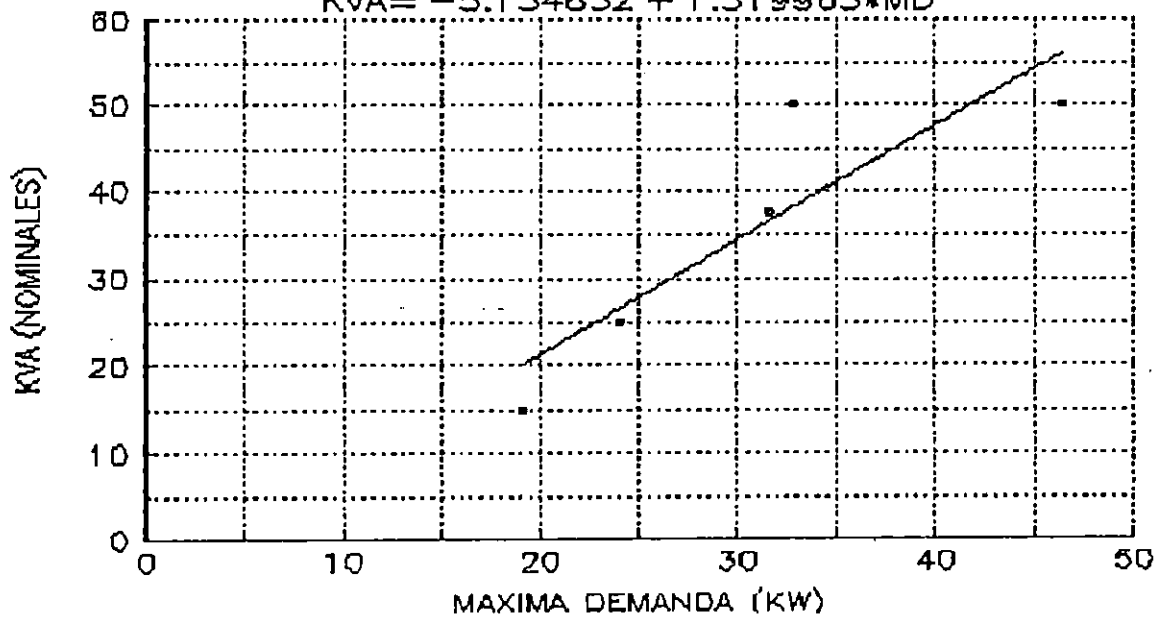


Fig. 3.27: Gráfico de KVA Nominales vs. Máxima Demanda.

TRANSFORMADORES DE ESTRATO MINIMO

$r = 0.95$

$KWH = 1358.417897 + 101.720809 * NA$

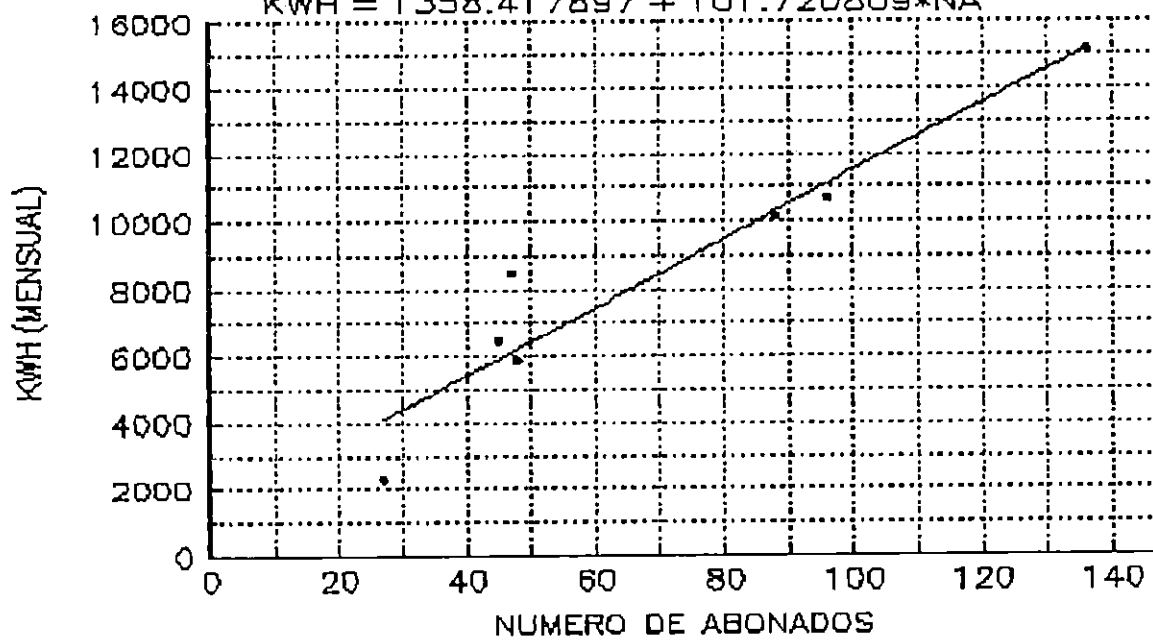


Fig. 3.28: Gráfico de KWH Mensual vs. Número de Abonados.

Fig. 3.29: Gráfico de KWH Mensual vs. Máxima Demanda.

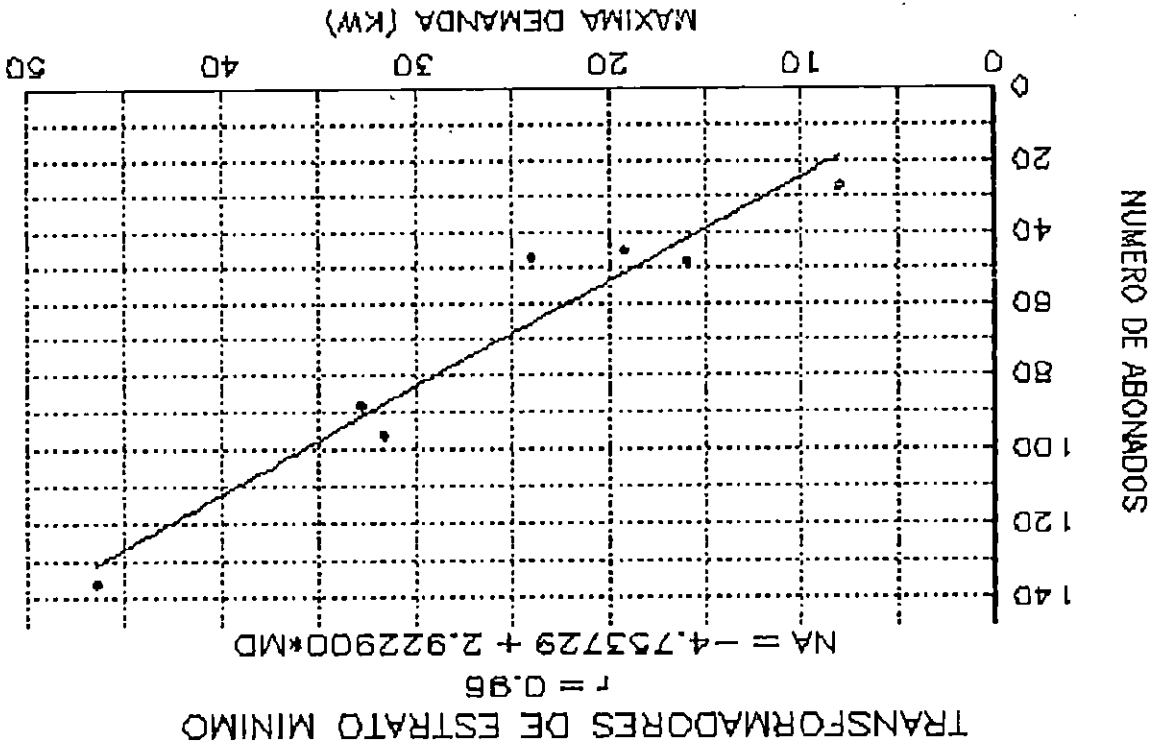
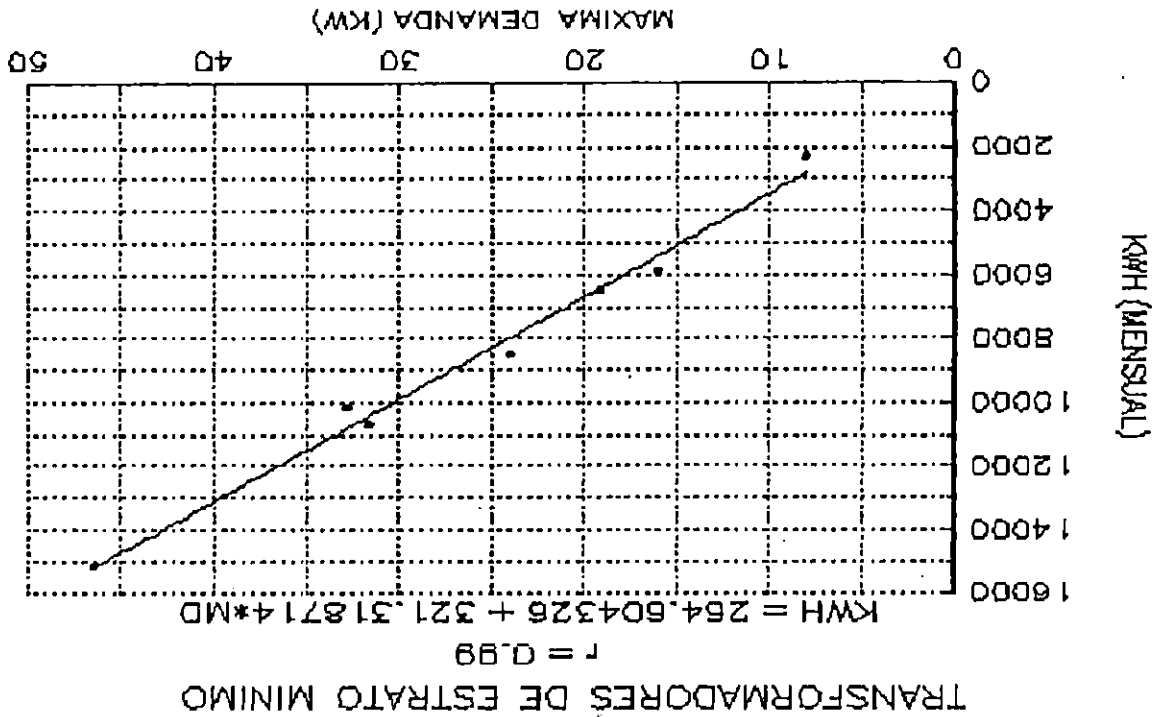


Fig. 3.30: Gráfico de Número de Abonados vs. Máxima Demanda.



las variables muy significativo (0.95), por lo que existe una estrecha correlación entre ellas. Los rangos de operación de esta curva son 20 y 140 para el número de abonados, correspondiendo valores de 3392 KWH y 15600 KWH respectivamente. Para el análisis de este gráfico se incluyeron todos los puntos de medición.

La ecuación para esta curva se muestra a continuación:

$$KWH_{\text{MENSUAL}} = 1358.417897 + 101.720809 * NA \quad EC. 3.13$$

- Gráfico KWH mensual vrs. máxima demanda.

Este gráfico (Figura 3.29), presenta una regresión lineal con pendiente positiva y se determinó que el grado de asociación entre las variables es sumamente significativo ($r=0.99$); de lo cual se deduce que existe correlación entre las variables involucradas. El rango de variación en KWH posee un mínimo de 2000 KWH y un máximo de 15000 KWH para los cuales corresponden los valores de 5.4 KW y 45.86 KW respectivamente, en el eje de máxima demanda.

La ecuación para esta curva es la siguiente:

$$KWH_{\text{MENSUAL}} = 264.604326 + 321.318714 * MD \quad EC. 3.14$$

- Gráfico de número de abonados vrs. máxima demanda.

La figura 3.30, presenta una regresión lineal con pendiente positiva, además posee un grado de asociación bastante significativo ($r=0.96$), lo que implica que existe correlación entre las variables.

El rango de variación en el número de abonados se estima de 20 abonados a 140 abonados, correspondiendo a los valores de 8.47 KW y 49.52 KW respectivamente en la máxima demanda. La ecuación que rige esta curva es:

$$NA = -4.753729 + 2.9229 * MD \quad EC. 3.15$$

3.5.4 Mediciones por transformador para estrato medio.

La descripción de las principales características de las correlaciones de los parámetros en transformadores para las zonas de estrato medio, se establecen de igual forma que para el estrato mínimo. Los gráficos que se analizan para los



transformadores comprenden 15 puntos de medición de los cuales 8 se encuentran en el estrato medio.

- Gráfica de KVA nominal vrs. máxima demanda.

La figura 3.31 presenta una regresión lineal con pendiente positiva y se determina un grado de asociación significativo ($r=0.74$) entre los puntos, por lo que existe correlación entre las variables.

El rango de variación en KVA Nominal es de 25 KVA y 50 KVA para 12.66 KW y 50.80 KW respectivamente. La ecuación que representa esta curva es:

$$KVA = 16.702703 + 0.655405 * MD \quad EC. 3.16$$

- Gráfica de KWH mensual vrs. número de abonados.

La figura 3.32 presenta una regresión lineal con pendiente positiva, con un grado de asociación entre las variables bastante significativo ($r=0.86$), por consiguiente existe correlación entre ellas. El rango para los KWH Mensual varía desde 7373 KWH hasta 18176 KWH a los cuales corresponden los valores de 10 y 100 abonados respectivamente.

La ecuación que rige esta curva es:

$$KWH_{MENSUAL} = 6172.786117 + 120.031372 * NA \quad EC. 3.17$$

- Gráfica de KWH mensual vrs. máxima demanda.

La figura 3.33 presenta una regresión de tipo lineal con una pendiente positiva, y un grado de asociación entre los parámetros muy significativo ($r=0.97$), por lo que se determina una muy buena correlación entre las variables. En cuanto a los rangos de operación para dicha curva se establecen los valores que van desde 5000 KWH hasta 20000 KWH, a los que corresponden valores de 18.26 KW y 58.32 KW respectivamente.

La ecuación que rige esta curva es:

$$KWH_{MENSUAL} = -1839.512311 + 374.487044 * MD \quad EC. 3.18$$

- Gráfico del número de abonados vrs. máxima demanda.

La figura 3.34 presenta una regresión de tipo lineal con una pendiente positiva y con un grado de asociación bastante

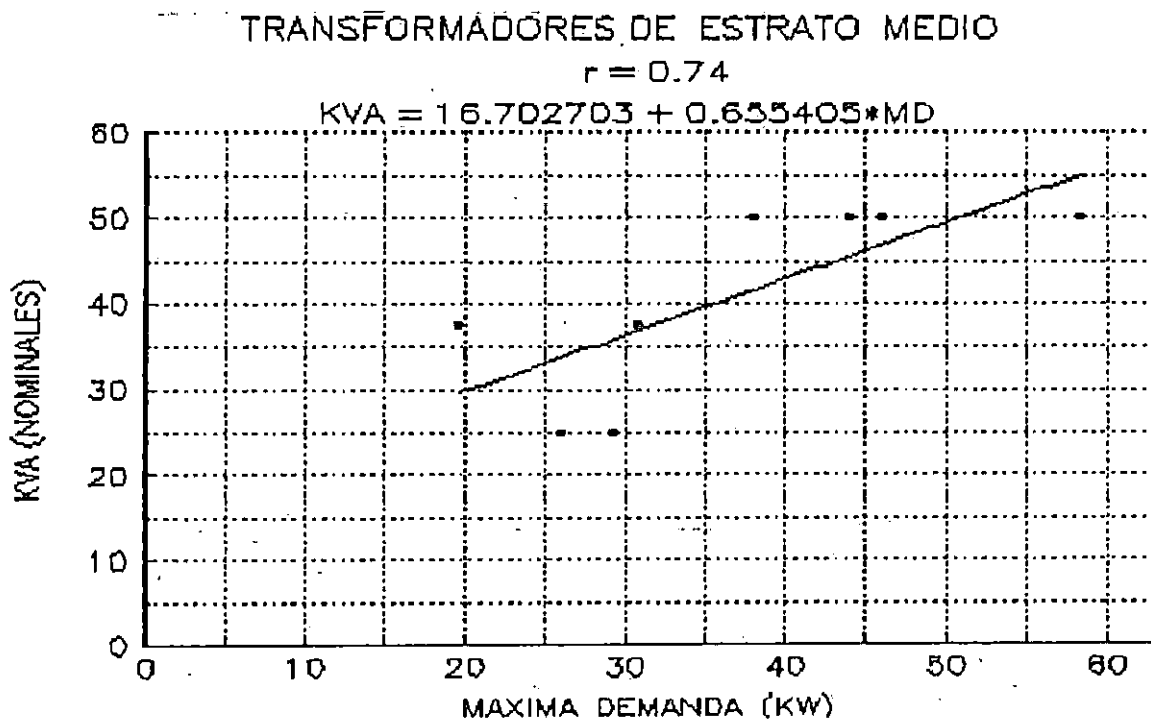


Fig. 3.31: Gráfico de KVA Nominales vs. Máxima Demanda.

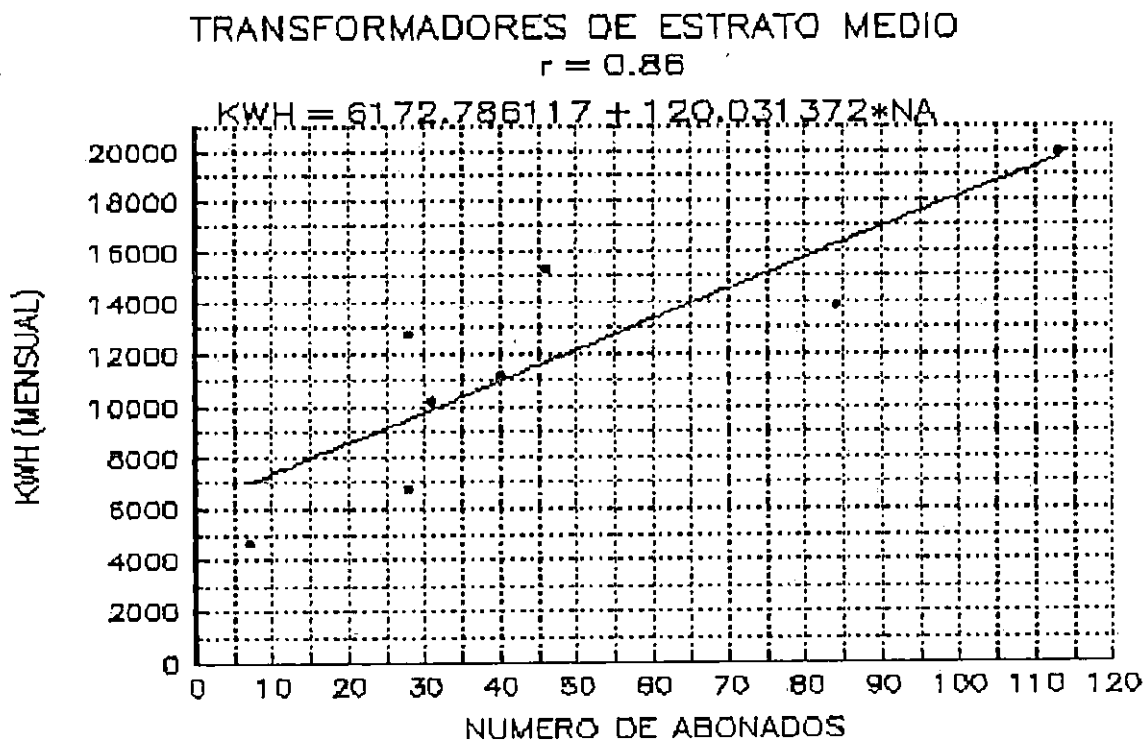


Fig. 3.32: Gráfico de KWH Mensual vs. Número de Abonados.

Fig. 3.34: Gráfico de Número de Abonados vs. Máxima Demanda.

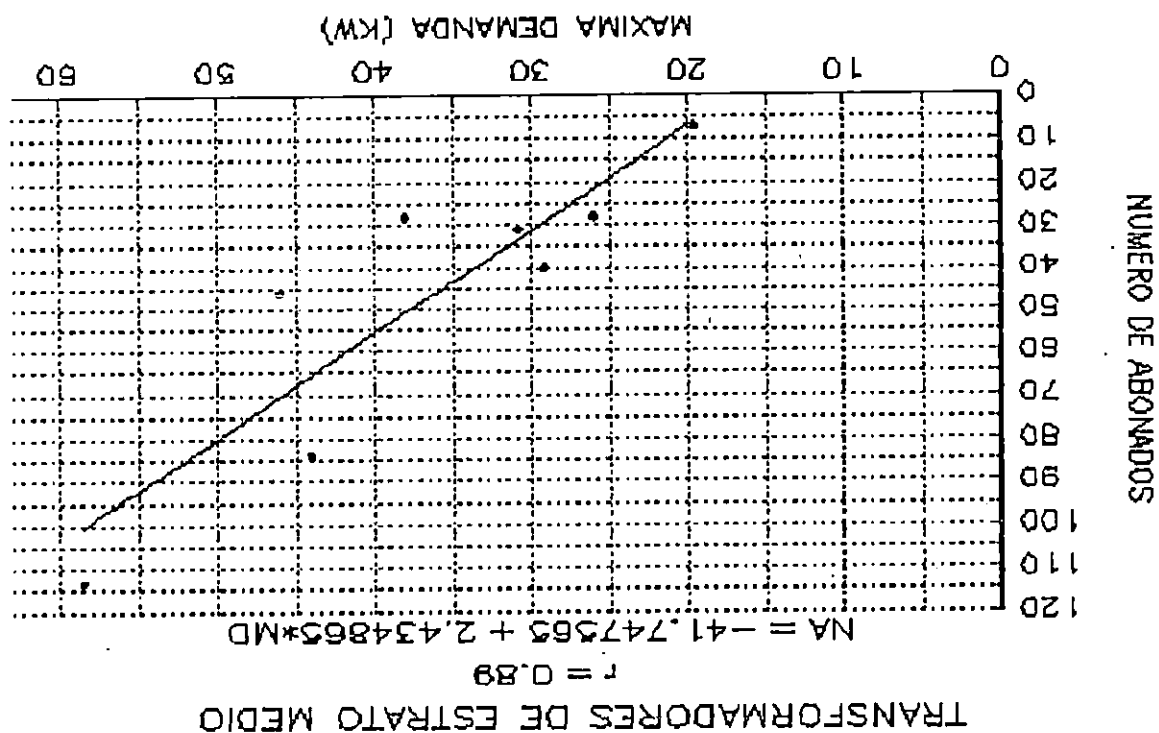
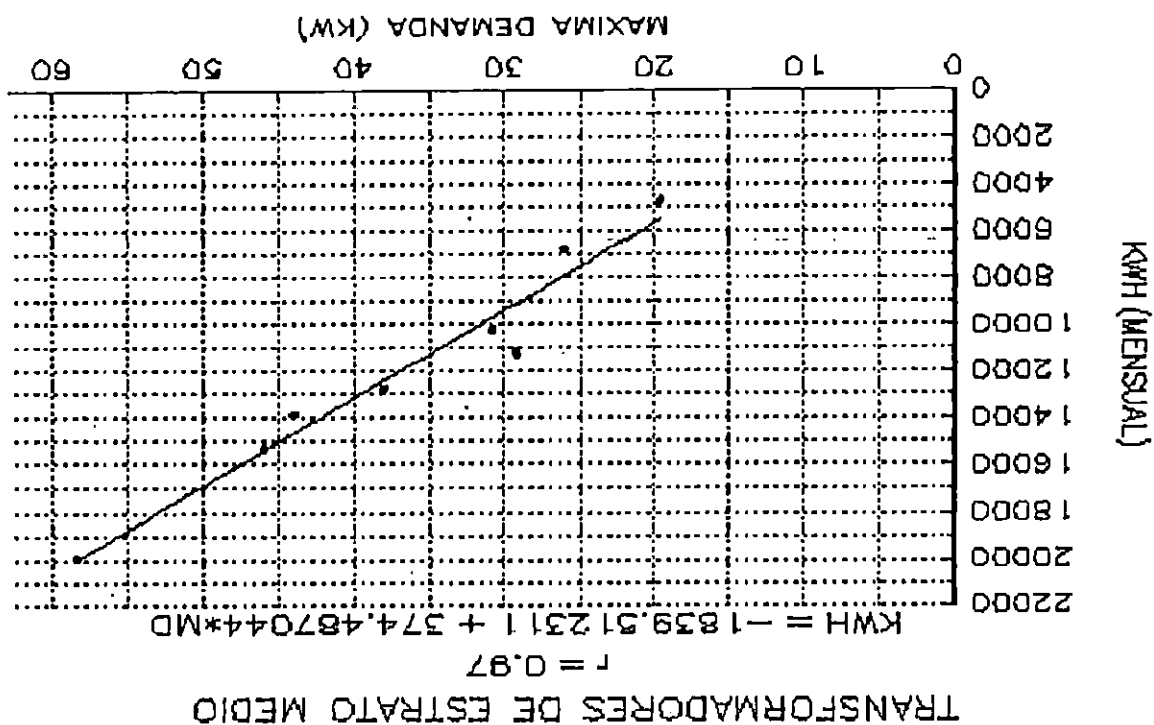


Fig. 3.33: Gráfico de KWH Mensual vs. Máxima Demanda.



significativo ($r=0.89$), por lo cual se asegura una estrecha correlación entre las variables. A partir del gráfico se puede determinar el siguiente rango de variación, desde 10 abonados hasta 100 abonados correspondientes a valores de 21.25 KW y 58.22 KW respectivamente en el eje de máxima demanda. La ecuación que rige esta curva se muestra a continuación:

$$NA = - 41.747565 + 2.434865 * MD \quad EC. 3.19$$

3.6 Determinación de parámetros para diseño.

3.6.1. Determinación de cargas unitarias.

- Estrato mínimo.

Para determinar la carga unitaria¹ en el estrato mínimo, se toma la correlación entre la máxima demanda y el área construida (Figura 3.14), que es representado matemáticamente por la ecuación 3.2 ($MD = - 0.111126 + 0.01259 AC$). Esta ecuación es aplicable en el rango de 30 m² a 80 m² de área construida². Por tanto la carga unitaria en estrato mínimo se determina mediante la ecuación $C.U. = - 0.111126 + 0.01259 AC$.

Para la determinación de la carga unitaria es válido utilizar otros procedimientos con una o más correlaciones que involucren el área construida; además la carga unitaria vendrá dada en KW (unidades de máxima demanda).

El procedimiento directo para conocer la carga unitaria y la corriente de consumo en una vivienda, será el siguiente:

- 1.- Conocer el área construida de la vivienda (debe estar en el rango de $30 \text{ m}^2 \leq AC \leq 80 \text{ m}^2$).
- 2.- Se encuentra la carga unitaria de la vivienda con la ecuación $C.U. = - 0.111126 + 0.01259 AC$, en KW.
- 3.- La corriente de consumo se obtiene dividiendo la carga unitaria entre el voltaje de alimentación de la vivienda.

-
- (1) Carga unitaria: Se define como la máxima demanda de carga correspondiente al área construida en una vivienda.
 - (2) Area construida: Se puede considerar como el área proyectada a construirse.

- Estrato medio.

Para determinar la carga unitaria en el estrato medio, se toma la correlación entre la máxima demanda y el área construida de la vivienda (Figura 3.22), que es representada matemáticamente por la ecuación 3.7 como sigue ($MD = 0.261271 + 0.006322 AC$), y es aplicable en el rango de 81 m² a 300 m² de área construida.

Para la determinación de la carga unitaria es válido utilizar otros procedimientos con una o más correlaciones que involucren el área construida.

El procedimiento directo para conocer la carga unitaria y la corriente de consumo en una vivienda en estrato medio, será el siguiente:

- 1.- Conocer el área construida de la vivienda (debe estar en el rango de $81 \text{ m}^2 \leq AC \leq 300 \text{ m}^2$).
- 2.- Se obtiene la carga unitaria en KW, con la ecuación $C.U. = 0.261271 + 0.006322 AC$.
- 3.- La corriente de la vivienda se encuentra dividiendo la carga unitaria entre el voltaje de alimentación de la vivienda.
- 4.- Para calcular el calibre de la acometida, ramales, protecciones, etc., se siguen los procedimientos convencionalmente utilizados.

3.6.2 Determinación de parámetros para cálculo de capacidad de transformadores.

- Estrato mínimo.

El procedimiento a seguir para determinar la capacidad del transformador en este estrato involucra la gráfica de número de abonados vrs. máxima demanda en transformador, dicha curva refleja mediciones directas de potencia en transformadores para un número considerable de abonados en los distintos puntos de medición.

El procedimiento para estimar la capacidad del transformador será el siguiente:

- a) Se conoce el número de abonados a ser conectados en un transformador en un sector determinado para estrato mínimo.
- b) Se procede a encontrar la máxima demanda

correspondiente del transformador por medio de la ecuación 3.15 ($NA = -4.753729 + 2.9229 * MD$) de la figura 3.30.

- c) Con el valor de máxima demanda encontrado, se selecciona la capacidad del transformador, tomando en cuenta la condición de sobrecarga o sobredimensionamiento; considerando que la máxima demanda se presenta en períodos cortos de tiempo o picos de demanda durante el día. La capacidad se dará en valores nominales de KVA.

Se considera la máxima demanda como el parámetro principal, para el cálculo de la potencia del transformador, obviando la determinación y utilización de los factores de servicio, coincidental, de demanda, etc., que se encuentran implícitos en las correlaciones del estudio; además la máxima demanda representa la situación más crítica de operación de un sistema.

- Estrato medio.

Para la determinación de la capacidad del transformador en el estrato medio, se utiliza un procedimiento similar al empleado en el estrato mínimo, así:

- a) Se parte del conocimiento del número de abonados a ser conectados en un transformador para estrato.
- b) Utilizando la ecuación 3.19 ($NA = -41.747565 + 2.434865 * MD$) de la figura 3.34, se determina la máxima demanda correspondiente del transformador.
- c) La capacidad nominal del transformador en KVA, se selecciona en base al valor de máxima demanda encontrado, considerando la condición de sobrecarga o sobredimensionamiento del transformador.

La justificación de la máxima demanda como parámetro principal para obtención de la potencia del transformador es idéntica que la utilizada para el estrato mínimo.

3.7 Determinación del consumo esperado.

3.7.1 Estrato mínimo.

Con los gráficos de las correlaciones obtenidas en el estudio para estrato mínimo, se proporciona un estimado de consumo mensual de energía por vivienda y por transformador.

Este consumo depende del área construida de la vivienda, que es la variable que se necesita conocer.

El procedimiento para estimar el consumo de energía por mes para vivienda en el estrato mínimo, es el siguiente:

- a) Con el valor de área construida (m^2) de la vivienda, y utilizando la ecuación 3.2 de figura 3.14, se obtiene el valor de máxima demanda.
- b) Con el valor de máxima demanda y con la ecuación 3.3 de la figura 3.17 se obtiene el valor de consumo de energía estimado mensual en KWH.
- c) Ambas ecuaciones aplican en el rango de $30 m^2 \leq \text{área construida} \leq 80 m^2$.

Para el caso de transformadores, el consumo mensual estimado de energía se realiza de la siguiente forma:

- a) Se puede obtener directamente por medio de la ecuación 3.13 de la figura 3.28. Para ello solamente es necesario conocer el número de abonados alimentados por dicho transformador.
- b) Si el parámetro conocido es la máxima demanda del transformador; entonces, el consumo mensual estimado de energía por transformador se encuentra de forma directa a partir de la ecuación 3.14 de la figura 3.29.

3.7.2 Estrato medio.

El estimado de consumo mensual de energía por vivienda para el estrato medio se puede determinar en base a las correlaciones obtenidas para el dicho estrato.

El procedimiento para estimar el consumo de energía mensual es el siguiente:

- a) Conociendo el valor de área construida, se introduce en la ecuación 3.7 de la figura 3.22, para determinar el valor de máxima demanda.
- b) Con el valor de máxima demanda encontrado y utilizando la ecuación 3.9 de la figura 3.24, se obtiene el estimado de consumo de energía mensual en KWH.
- c) Ambas ecuaciones tienen validez en el rango de:
 $80 m^2 \leq \text{área construida} \leq 300 m^2$.

Para la determinación del consumo mensual estimado de energía por transformador en el estrato medio, se procede de la siguiente forma:

- a) Conociendo el número de abonados alimentados por el transformador, se determina directamente el consumo mensual estimado de energía por medio de la ecuación 3.17 de la figura 3.32.
- b) Si el parámetro conocido es la máxima demanda del transformador, entonces, el consumo mensual estimado de energía por transformador, se encuentra a partir de la ecuación 3.18 de la figura 3.33 en una forma directa.

3.8 Ejemplos de aplicación.

3.8.1 Estrato mínimo.

Se tiene una vivienda típica de 55 m² (5 m de frente x 11 m de fondo) con una disposición de 2 cuartos, sala-comedor, área de cocina y baño.

- Para vivienda:

A.- Cálculo para determinar la carga unitaria (dos correlaciones):

Mediante la ecuación 3.5 de la figura 3.20 se encuentra la carga instalada, así:

$$\begin{aligned} CI &= 0.269668 + 0.019576 (55 \text{ m}^2) \\ CI &= 1.346 \text{ KW} \end{aligned}$$

Ahora se determina la carga unitaria (máxima demanda) con la ecuación 3.1 de la figura 3.14:

$$\begin{aligned} C.U. &= - 0.331912 + 0.642029 (1.346 \text{ KW}) \\ C.U. &= 0.53 \text{ KW} \end{aligned}$$

Encontrando la corriente de consumo de la vivienda:

$$I = 530 \text{ W} / 120 \text{ V} = 4.42 \text{ A.}$$

B.- Cálculo para determinar la C.U. (una correlación):

Mediante la ecuación 3.2 de la figura 3.14 se obtiene:

$$\begin{aligned} C.U. &= - 0.111126 + 0.01259 (55 \text{ m}^2) \\ C.U. &= 0.58 \text{ KW.} \end{aligned}$$

Encontrando la corriente de consumo de la vivienda:

$$I = 580 \text{ W} / 120 \text{ V} = 4.83 \text{ A.}$$

Para propósitos de diseño se recomienda utilizar el procedimiento cuyas correlaciones posean los mayores valores de coeficiente de correlación (r), independientemente si el procedimiento emplea una o más correlaciones. Dado que las ecuaciones provienen de ajustes de las correlaciones entre las variables. Para este caso se selecciona el valor de carga unitaria del procedimiento con dos correlaciones.

Determinando el consumo mensual estimado mediante la ecuación 3.3 de la figura 3.17:

$$\begin{aligned} \text{KWH mensual} &= 84.767357 + 79.910757 * (0.53 \text{ KW}) \\ \text{KWH mensual} &= 127.12 \text{ KWH} \end{aligned}$$

- Para transformador:

Se requiere de un transformador para alimentar 100 viviendas con las especificaciones del ejemplo anterior.

A. Cálculo generalmente utilizado:

$$\text{Capacidad} = \text{Carga ins.} * \text{F.D.} * \text{F.C.} * \text{F. S.} * n$$

$$\begin{aligned} \text{con:} \quad \text{F.D.} &= 0.8 \\ \text{F.S.} &= 1.2 \text{ (Cargado al 80 \%)} \\ \text{F.C.} &= 0.4 \text{ (Para más de 60 viviendas)} \\ \text{C.I.} &= 1.7 \text{ KW} \\ n &= 100 \end{aligned}$$

sustituyendo valores:

$$\text{Capacidad} = 65.30 \text{ KW}$$

Esta capacidad requerida se cubre con un transformador de 75 KVA.

B.- Cálculo utilizando los resultados del estudio:

Con el área conocida de 55 m² y aplicando la ecuación 3.15 de la figura 3.30 así:

$$NA = - 4.753729 + 2.9229 \text{ MD}$$

Despejando la máxima demanda se tiene:

$$\text{MD} = \frac{NA + 4.753729}{2.9229} \text{ KW.}$$

y sustituyendo en la ecuación anterior el número de

abonados:

$$MD = \frac{100 + 4.753729}{2.9229} = 35.84 \text{ KW}$$

Ahora, la capacidad requerida para el transformador será seleccionada a un valor nominal de:

$$\text{Capacidad} = 37.5 \text{ KVA}$$

Se establece que dicho transformador permanecerá holgado, inclusive durante los períodos de demanda pico, en un 4.5 %, a un factor de potencia unitario.

Determinando el consumo mensual estimado para el transformador, mediante la ecuación 3.14 de la figura 3.29:

$$\begin{aligned} \text{KWH mensual} &= 264.604326 + 321.318714 (35.84 \text{ KW}) \\ \text{KWH mensual} &= 11780 \text{ KWH} \end{aligned}$$

3.8.2 Estrato medio.

Se tiene una residencia con las siguientes especificaciones 140 m² (10 m de frente x 14 m de fondo). Con la siguiente disposición 4 cuartos, sala, comedor, área de cocina, dos baños, garage.

- Para vivienda:

A.- Cálculo para determinar la carga unitaria (dos correlaciones):

Mediante la ecuación 3.11 de la figura 3.26, se encuentra la carga instalada correspondiente al área conocida:

$$\begin{aligned} CI &= 0.835820 + 0.04260 * (140 \text{ m}^2) \\ CI &= 6.799 \text{ KW} \end{aligned}$$

Ahora se determina la carga unitaria (máxima demanda) con la ecuación 3.6 de la figura 3.21:

$$\begin{aligned} \text{C.U.} &= 0.272041 + 0.125121 * (6.799 \text{ KW}) \\ \text{C.U.} &= 1.12 \text{ KW} \end{aligned}$$

Encontrando la corriente de consumo de la vivienda:

$$I = 1120 \text{ W} / 240 \text{ V} = 4.67 \text{ A}$$

B.- Cálculo para determinar la carga unitaria (una correlación):

Mediante la ecuación 3.7 de la figura 3.22:

$$\begin{aligned} \text{C.U.} &= 0.261271 + 0.006322 (140 \text{ m}^2) \\ \text{C.U.} &= 1.15 \text{ KW.} \end{aligned}$$

Encontrando la corriente de consumo de la vivienda:

$$I = 1150 \text{ W} / 240 \text{ V} = 4.79 \text{ A.}$$

Se recomienda emplear para el diseño, la carga unitaria encontrada por medio de dos correlaciones, esto, en base a la misma justificación descrita para el estrato mínimo.

Determinando el consumo mensual estimado, por medio de la ecuación 3.9 de la figura 3.24:

$$\begin{aligned} \text{KWH mensual} &= 121.440413 + 122.301991 (1.12 \text{ KW}) \\ \text{KWH mensual} &= 258.42 \text{ KWH} \end{aligned}$$

- Para transformador:

Se requiere de un transformador para alimentar 25 viviendas con las siguientes especificaciones del ejemplo anterior.

A. Cálculo generalmente utilizado:

$$\text{Capacidad} = [(\text{carga ins.de luz y tomas}) * \text{F.D.} * n + \text{carga cocinas}] * \text{F.C.} * \text{F. S.}$$

$$\begin{aligned} \text{con:} \quad \text{F.D.} &= 0.8 \\ \text{F.S.} &= 1.2 \quad (\text{Cargado al } 80 \%) \\ \text{F.C.} &= 0.46 \quad (\text{Para más de } 25 \text{ viviendas}) \\ \text{C.I.} &= 2.6 \text{ KW} (\text{luces y tomas}) \\ n &= 25 \end{aligned}$$

Encontrando la carga para cocinas:

carga cocinas = 40 KW (para 25 viviendas, según tabla 220-5 del NEC).

sustituyendo valores:

$$\text{Capacidad} = 50.78 \text{ KW}$$

Esta capacidad requerida se cubre con un transformador de 50 KVA.

B.- Cálculo utilizando los resultados del estudio:

Con el área conocida de 140 m² y aplicando la ecuación 3.19 de la figura 3.34 así:

$$NA = - 41.747565 + 2.434865 MD$$

Despejando la máxima demanda se tiene:

$$MD = \frac{NA + 41.747565}{2.434865} \text{ KW.}$$

y sustituyendo en la ecuación anterior el número de abonados:

$$MD = \frac{25 + 41.747565}{2.434865} = 27.41 \text{ KW}$$

Ahora, la capacidad requerida para el transformador será seleccionada a un valor nominal de 25 KVA.

Se establece que dicho transformador permanecerá sobrecargado durante los períodos de demanda máxima ó demanda pico, en un 8.8 %.

Determinando el consumo mensual estimado por transformador en el estrato medio, por medio de la ecuación 3.18 de la figura 3.33, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{KWH mensual} &= - 1839.512311 + 374.487044 (27.41) \\ \text{KWH mensual} &= 8425.18 \text{ KWH} \end{aligned}$$

3.9 Conclusiones y recomendaciones.

- 1.- Un estimado del consumo en KWH/mes se puede obtener para estrato medio y mínimo, a partir de las correlaciones obtenidas de las mediciones y censos de carga en distintos puntos geográficos de la zona residencial urbana de San Salvador, partiendo del parámetro de área construida, considerado como criterio para la determinación de las correlaciones en los distintos estratos. Dichas correlaciones poseen un buen grado de confiabilidad en su uso, ya que reflejan las distintas situaciones presentadas en un amplio espectro; como para ser consideradas y utilizadas en la estimación del consumo y demanda proyectadas en las instalaciones eléctricas residenciales.
- 2.- Para el diseño de instalaciones eléctricas residenciales en la zona de San Salvador, se utilizan diferentes criterios, en los que se incluyen los provistos por el código eléctrico nacional y por las compañías de instalaciones eléctricas privadas; lo cual es una de las razones principales por las que se obtiene una gran dispersión de los datos, que se presentan a partir de las mediciones directas y censos de carga; esa dispersión se puede observar en los diferentes gráficos obtenidos con sus curvas de ajuste. De hecho se refleja que no existe una uniformidad de criterios al momento de diseño, que muestre los parámetros que se apeguen a la realidad salvadoreña. Por tanto es necesario que se modifiquen ó actualicen con el objeto de adaptarlos a nuestro medio.
- 3.- En el desarrollo del presente trabajo se incluyeron algunos parámetros que suponían una relación estrecha con el diseño eléctrico residencial, como lo son la antigüedad y longitud de frente de vivienda, pero, que al momento de relacionarlos con los otros parámetros, no presentaron ningún tipo de asociación con las variables eléctricas involucradas. Por lo tanto se concluye que la antigüedad es independiente de la demanda, debido a esto, en la selección de la capacidad de los transformadores no deberá considerarse el margen de carga a futuro. Para futura ampliación y/o actualización de este trabajo, se recomienda no incluir la antigüedad y la longitud de frente, puesto que no se consideran de importancia para la zona urbana; por lo contrario, dar un mayor énfasis a parámetros tales como máxima demanda, área construida, KWH y mediciones de KVA. Para desarrollar un estudio completo a nivel nacional, se recomienda incluir todos los estratos y además tomar en cuenta la zona rural.

- 4.- Se determinaron los valores de cargas unitarias para los estratos mínimo y medio, siendo estos valores de carácter general para vivienda, puesto que en ellos se incluye lo referente a alumbrado y fuerza. Se corrobora que la carga unitaria en estrato mínimo es menor que la carga unitaria en estrato medio; y ambos valores de carga unitaria hacen más fácil y real la determinación del diseño eléctrico de vivienda.
- 5.- En el procedimiento que se tiene para calcular la capacidad de los transformadores, se refleja la carga que realmente se aplicará al transformador, obteniendo por lo general valores menores que los encontrados por el cálculo convencional; lo que implica un ahorro en términos generales. El procedimiento obtenido de este estudio está basado en la máxima demanda individual y por conjunto de viviendas. Siendo la máxima demanda un parámetro crítico y sumamente importante para determinar la carga real del transformador.
- 6.- La investigación realizada para la determinación de cargas unitarias poseen un buen margen de confiabilidad; además las características del método de diseño encontrado, tales como la sencillez de su uso, la versatilidad para los distintos estratos, y sobre todo su fundamento basado en la realidad de las condiciones de los hábitos de consumo eléctrico a nivel residencial de la sociedad salvadoreña.
- 7.- Para las mediciones por transformador, se encuentra que los puntos de medición son relativamente pocos, aunque son representativos en base al tamaño de la muestra calculada para vivienda, la que se dividió en zonas y en estratos, lo que determinó el número de transformadores a ser medidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Bowker, Albert H., Lieberman, Gerald J.; Estadística para Ingenieros; Prentice Hall.
- 2.- Menjivar, Salvador; Determinación de Parámetros Básicos para Diseño y Construcción de Redes Eléctricas en Proyectos Habitacionales de Vivienda Mínima, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 1983.
- 3.- Kennedy, John B., Meville, Adam M.; Estadística para Ciencias e Ingeniería, Editorial HARLA HARPER & ROW LATINOAMERICANA, Segunda Edición, 1982.
- 4.- Hines, William W., Montgomery, Douglas C.; Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Administración, Tercera Edición, Editorial CECSA (Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.), México, 1993.
- 5.- Fuentes Romero Jorge Alberto, Merlos Rubio Elmer Vidal, Estudio de Factores de Diversidad y Demanda Utilizada en el Diseño de Instalaciones Eléctricas en El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Eléctrica, 1992.
- 6.- Medrano Jeréz José Atilio, Orozco Benjamín, Manual de Instalaciones en Mediana y Baja Tensión, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Eléctrica, 1989.
- 7.- National Fire Protection Association, National Electric Code Handbook, Editorial Mc Graw Hill Book Company, 1987.

A P E N D I C E A

Estudio de la correlación entre variables.

Una de las partes más importantes del análisis estadístico lo constituyen los estudios de correlación y regresión, con los cuales puede determinarse la concordancia y relación existente entre dos variables presentes en una misma población. Debido a la naturaleza del concepto de correlación, esta estrechamente relacionada con el concepto de regresión. Por tanto, para una ecuación de regresión dada, se esperará que un coeficiente de correlación medirá que tan bien se ajusta a los datos la ecuación de regresión, o dicho de otra manera que tan ajustados quedan los puntos muestrales con respecto a la curva de regresión.

Se dice que existe correlación entre los valores de dos series de datos cuando uno de ellos varía a medida que lo hace el otro, en el mismo o en el sentido diferente.

Coefficiente de correlación.

El coeficiente de correlación de la muestra, simbolizado por r y cuya ecuación matemática es:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum (X - \bar{X})^2][\sum (Y - \bar{Y})^2]}} = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}}$$

Este parámetro estadístico trata sólo de la asociación entre las variables y no de la dependencia ó independencia de ésta, y sólo es válido cuando se obtiene las mediciones de una manera aleatoria.

El valor de r deberá encontrarse entre el intervalo: $0 \leq |r| \leq 1$, pero por errores aleatorios queda $0 < |r| < 1$.

El signo de r nos indica si Y aumenta con un incremento en X (r es positivo) y si disminuye Y con un aumento de X (r es negativo).

Con un valor de r alto demuestra la existencia de una estrecha relación matemática entre las variables, pero es importante percatarse que esto no implica causación.

También se puede decir que con un valor de r bajo no se puede concluir de que la variable independiente no influye en la cantidad medida, ya que existen otros factores que enmascaran ó nulifiquen el efecto que ejerce la variable independiente sobre la variable dependiente.

En el caso de que $r = 1$ implica ó significa que todos los puntos de la muestra quedan en el plano de regresión (tres variables independientes) y cuando $r = 0$, la implicación es que no hay correlación entre Y y las variables X_1, X_2, \dots .

Coeficiente de determinación.

Se destaca que el coeficiente de determinación es el cuadrado del coeficiente de correlación, o sea:

$$R = r^2$$

También se puede decir que R no mide la pendiente de la línea de regresión, lo que implica que un R grande no es necesariamente una pendiente empinada:

$$r = \rho = \frac{\sigma_{12}}{\sigma_1 \sigma_2}, \quad \sigma_{12} : \text{Covarianza entre dos variables.}$$

Además R no mide lo apropiado del modelo, ya que se puede inflar de forma artificial añadiendo términos polinomiales de orden más alto.

También es conveniente distinguir entre los límites de especificación y los límites de tolerancia natural.

Los límites de especificación son límites que se fijan algo arbitrariamente sin tener en cuenta lo que el proceso en efecto puede lograr. Los límites de tolerancia natural son las capacidades reales del proceso, y pueden definirse como los límites dentro de los cuales caerán todos los valores, excepto una fracción aceptable dada α de los datos.

Interpretación del coeficiente de correlación.

El cálculo de la correlación siempre que sea empleado con exactitud de procedimiento y sentido de interpretación, rinde muy ventajosos beneficios.

Para cumplir estos requisitos es primordial, por una parte, conocimiento de la técnica matemática y por otra, poseer una base fundamental estadística.

Así pues, una vez obtenido el valor de r es preciso interpretarlo de una forma estadística, pero también es necesario analizarlo matemáticamente.

La correlación es significativa cuando su coeficiente alcanza un valor absoluto de $r = 0.5$ ó mayor hasta $r = 1$; es estimable la correlación cuyo coeficiente alcanza 0.3 . Todos los valores por debajo de este se interpretan como falta de correlación entre las variables consideradas.

El extremo teórico ideal sería aquel en que todos los valores de la expresión matemática y todos los puntos de la representación gráfica coincidieran con los de la curva.

A N E X O A

MINISTERIO DE PLANIFICACION
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES MUESTRALES
 ENCUESTA DE HOGARES DE PROPOSITOS MULTIPLES 1991 - 1992
 TOTAL AREA METROPOLITANA

FECHA : 21/06/93

CUADRO A.1 Principales características e indicadores de los Hogares.

CARACTERISTICAS E INDICADORES	T O T A L E S
1 - TOTAL DE HOGARES.	265,043
2 - TOTAL DE PERSONAS	1,127,622
3 - PERSONAS POR HOGAR.	4.25
4 - TOTAL HOMBRES	515,176
5 - TOTAL MUJERES	612,446
6 - INDICE DE MASCULINIDAD. (4 / 5 ) . . . . .	.84
7 - POBLACION DE 10 AÑOS Y MAS.	879,406
8 - HOMBRES DE 10 AÑOS Y MAS.	391,139
9 - MUJERES DE 10 AÑOS Y MAS.	488,267
10 - POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	496,858
11 - POBLACION ECONOM. ACTIVA, HOMBRES	258,795
12 - POBLACION ECONOM. ACTIVA, MUJERES.	238,063
13 - TASA DE PARTICIPACION BRUTA	44.06
14 - TASA DE PARTICIPACION GLOBAL.	56.50
15 - TASA DE PARTIC. ESPECIF, HOMBRES.	66.16
16 - TASA DE PARTIC. ESPECIF, MUJERES.	48.76
17 - TOTAL DE OCUPADOS	460,932
18 - OCUPADOS POR HOGAR.	1.74
19 - TOTAL DE DESOCUPADOS.	35,926
20 - TASA DE DESOCUPACION.	7.23
21 - TOTAL DE CESANTES	26,767
22 - TASA DE CESANTIA.	5.39
23 - DESOCUPADOS POR HOGAR . . . . .	.14
24 - TOTAL DE ANALFAB 10 AÑOS Y MAS.	68,444
25 - ESCOLARIDAD PROMEDIO.	7.23
26 - TOTAL INGRESO FAMILIAR MENSUAL. (4)	733,705,551
27 - INGRESO POR HOGAR MENSUAL. (4)	2,768.25
28 - INGRESO PERCAPITA MENSUAL. (4)	650.67
29 - HOGARES EN POBREZA EXTREMA.	35,784
30 - HOGARES EN SITUACION DE POBREZA	76,325
31 - HOGARES NO POBRES	152,934
32 - TOTAL DE ECONOMICAMENTE INACTIVOS	382,548
33 - DEPENDENCIA ECONOMICA	1.45
34 - JEES DE HOGAR HOMBRES.	188,221
35 - JEES DE HOGAR MUJERES.	76,822
36 - TOTAL HOGARES CON REMESA.	35,429
37 - TOTAL PERSONAS CON REMESA	154,283
38 - TOTAL REMESA FAMILIAR MENSUAL. (4)	26,298,968
39 - REMESA POR HOGAR MENSUAL. (4)	742.30
40 - REMESA POR PERSONA MENSUAL. (4)	170.46
41 - POBLACION QUE RECIBE ALIMENTOS.	24,850

El Salvador, C.A.

MINISTERIO DE PLANIFICACION
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES MUESTRALES
 ENCUESTA DE HOGARES DE PROPOSITOS MULTIPLES 1991 1992
 TOTAL AREA METROPOLITANA

FECHA: 10/06/93

CUADRO A.2 Hogares por tipo de vivienda, según disponibilidad de servicios básicos.

SERVICIOS BASICOS	TOTAL DE HOGARES	TIPO DE VIVIENDA							
		CASA PRIVADA	APARTAMENTO EN EDIFICIO	APARTAMENTO EN UNA CASA	PIEZA EN UNA CASA	PIEZA EN MESON	VIVIENDA IMPROVISADA	RAHCHO	OTRO
TOTAL	265,043	220,668	12,567	2,130	8,520	19,028	2,130	.	.
SERV. ALUMBR-OO									
Electricidad	260,073	216,834	12,567	2,130	8,449	18,815	1,278	.	.
Kerosene (gas)	2,130	1,633	.	.	.	71	426	.	.
Gas propano	142	71	.	.	.	.	71	.	.
Candela	2,272	1,846	.	.	.	142	284	.	.
Otra clase	426	284	.	.	71	.	71	.	.
SERV. DE AGUA									
Cañería dentro de la vivienda (privada)	204,764	183,819	12,567	2,059	5,964	355	.	.	.
Cañería dentro de la vivienda (común)	16,756	.	.	.	.	16,756	.	.	.
Cañería fuera de la vivienda	21,300	18,744	.	71	994	639	852	.	.
Pozo privado	1,136	1,136	.	.	.	.	.	.	.
Pozo común	426	142	.	.	142	142	.	.	.
Otros medios	20,661	16,827	.	.	1,420	1,136	1,278	.	.
SERV. DE BAÑO									
Regadera o tina de baño privado	206,468	188,659	12,567	2,130	5,041	71	.	.	.
Regadera o tina de baño común	20,590	.	.	.	1,946	18,602	142	.	.
sin servicio	37,985	34,009	.	.	1,633	355	1,988	.	.
SERV. SANITARIO									
Inodoro privado a alcantarillado	190,351	171,323	12,567	1,717	4,544	.	.	.	.
Inodoro común a alcantarillado	15,194	.	.	142	497	14,555	.	.	.
Inodoro a fosa séptica privada	5,609	5,254	.	.	355	.	.	.	.
Inodoro a fosa séptica común	1,349	.	.	.	.	1,349	.	.	.
Letrina privada	43,097	39,334	.	71	2,911	.	781	.	.
Letrina común	3,124	.	.	.	.	3,124	.	.	.
sin servicio	6,248	4,757	.	.	213	.	1,278	.	.
Otro	71	.	.	.	.	.	71	.	.

MINISTERIO DE PLANIFICACION
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES MUESTRALES
 ENCUESTA DE HOGARES DE PROPOSITOS MULTIPLES 1991 - 1992
 TOTAL AREA METROPOLITANA

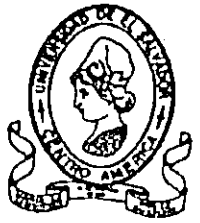
FECHA: 10/06/93

CUADRO A.3 Hogares por tramos de ingreso familiar mensual, segun disponibilidad de servicios basicos.

SERVICIOS BASICOS	TOTAL	TRAMOS DE INGRESO FAMILIAR MENSUAL									
		NINGUNO	1 - 199	200 - 399	400 - 699	700-999	1000-1499	1500-1999	2000-2499	2500-2999	3000 y
TOTAL	265,043	2,769	1,775	4,686	22,507	32,447	41,961	36,068	29,323	21,655	71,8
SERV. ALUMBRADO											
Electricidad.	260,073	2,698	1,562	4,260	20,874	31,524	41,464	35,500	28,897	21,584	71,7
Kerosene (gas).	2,130	-	213	71	639	355	213	142	355	71	-
Gas propano	142	71	-	-	-	-	71	-	-	-	-
Canchela	2,272	-	-	355	710	497	142	426	71	-	-
Otra clase.	426	-	-	-	284	71	71	-	-	-	-
SERV. DE AGUA											
Cañeria dentro de vivienda (privada)	204,764	2,130	852	2,769	11,715	19,951	29,323	26,696	23,785	19,312	68,2
Cañeria dentro de vivienda (comun)	16,756	142	213	284	2,340	3,692	4,047	2,982	1,207	426	9
Cañeria fuera de la vivienda	21,300	284	284	710	3,834	4,544	4,118	3,266	2,059	781	1,4
Pozo privado.	1,136	-	-	-	142	213	284	284	142	71	-
Pozo comun.	426	-	71	-	-	71	142	-	142	-	-
Otros medios.	20,661	213	355	923	3,976	3,976	4,047	2,840	1,988	1,065	1,2
SERV. DE BAÑO											
Regadera o pila de baño privado	206,468	2,130	710	2,627	11,644	20,377	29,607	27,903	23,998	18,957	68,5
Regadera o pila de baño comun	20,590	142	284	426	3,550	4,615	4,828	3,479	1,491	639	1,1
Sin servicio.	37,985	497	781	1,653	7,313	7,455	7,526	4,686	3,854	2,059	2,2
SERV. SANITARIO											
Inodoro privado a alcantarillado	190,351	1,846	568	2,343	10,153	17,608	25,844	25,276	22,152	18,460	66,1
Inodoro comun a alcantarillado	15,194	142	142	142	2,627	3,692	3,479	2,414	1,136	355	1,0
Inodoro a fosa septica privada	5,609	71	-	71	355	852	1,349	1,065	568	284	9
Inodoro a fosa septica comun	1,349	71	-	71	284	213	426	213	-	71	-
Letrina privada	43,097	497	781	1,278	7,242	8,023	9,017	5,751	4,828	2,272	3,4
Letrina comun	3,124	71	142	142	639	497	639	710	142	142	-
Sin servicio.	6,248	71	142	639	1,207	1,562	1,207	639	426	71	2
Otro.	71	-	-	-	-	-	-	-	71	-	-

A N E X O B

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



ENCUESTA PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCION DE
CARGA POR VIVIENDA

DATOS GENERALES.

FECHA: _____

DIRECCION: _____

NUMERO DEL MEDIDOR: _____
AREA CONSTRUIDA: _____ M²
ANTIGÜEDAD DE LA VIVIENDA: _____ AÑOS
NUMERO DE PERSONAS QUE HABITAN: _____
LONGITUD DE FRENTE DE LA VIVIENDA: _____ METROS

CARGA INSTALADA:

NUMERO DE TOMAS CORRIENTE 220 VOLTIOS (TRIFILAR): _____
NUMERO DE TOMAS CORRIENTE 110 VOLTIOS: _____
NUMERO DE FOCOS: _____
NUMERO DE LAMPARAS FLUORESCENTES: _____
BOMBA PARA CISTERNA: _____ HP
DIA UTILIZADO PARA PLANCHAR: _____

COMENTARIOS: _____

ESPACIO RESERVADO PARA LA COMPANIA.	
N° CORRELATIVO: _____	ZONA: _____
TIPO DE VIVIENDA: _____	CARGA INSTALADA: _____ W

RATINGS AND ENCLOSURES

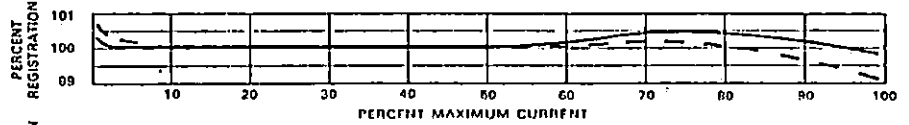
The CW Singlephase Combination kWh and kW motors are available in "A" Bottom Connected bases or "S" Socket type bases. Standard ratings and enclosures are shown at right, other ratings are available on request.

FULL SCALE KW VALUE	SCALE		VOLTS	WIRE	CLASS
	WATTS	MULTIPLIER			
0.75	1500	.5	120	2	10
1.5	1500	1.0	240	2	10
1.5	1500	1.0	240	3	10
24.	1200	20.	240	3	100
48.	1200	40.	240	3	200

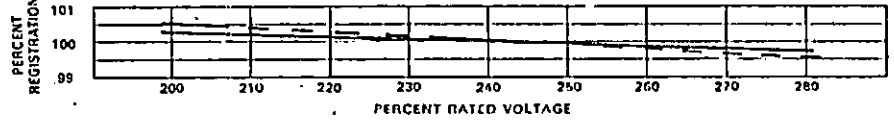
Legend—■ For Use with Instrument Transformers.

WATTHOUR PERFORMANCE CURVES

LOAD PERFORMANCE

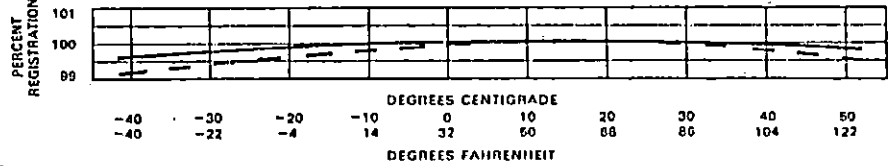


VOLTAGE PERFORMANCE



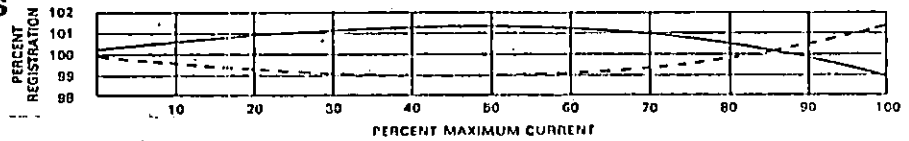
TEMPERATURE PERFORMANCE

— 50 AMP. 0.5 P.F.
 - - - 50 AMP. UNITY P.F.
 AND 5 AMP. UNITY P.F.

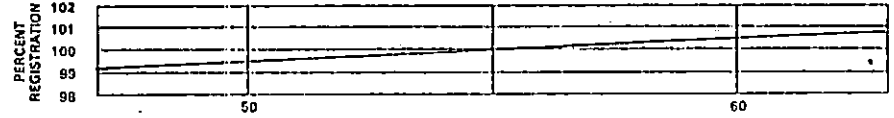


DEMAND PERFORMANCE CURVES

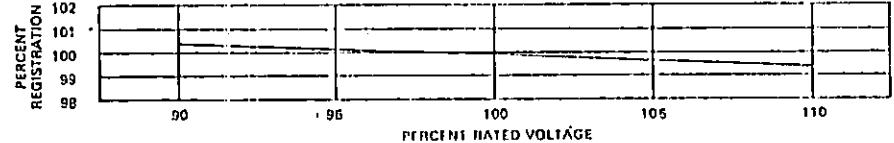
AVERAGE TEMPERATURE PERFORMANCE 60 HERTZ
 +55°C AMBIENT
 - - - -10°C TEMPERATURE



AVERAGE FREQUENCY PERFORMANCE



AVERAGE VOLTAGE PERFORMANCE 60 HERTZ



PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Rotor Speed—rated voltage at maximum current unity power factor 111-1/9 rpm (all ratings).

Rotor Torque—25% of maximum current unity power factor—70'gmm.

Starting Watts—the average starting watts is 0.05 percent of maximum rated current times rated voltage at unity power factor.

BURDEN DATA—

Voltage Coil (at rated voltage)							
50Hz	2.5 watt	10.1 rva	10.4 va	60Hz	2.2 watt	8.1 rva	8.4 va
Current Coil 10 amp. rating (at 5 amps.)—2 Wire							
50Hz	3.5 watt	4.4 rva	5.6 va	60Hz	3.5 watt	5.0 rva	6.1 va
Current Coil 10 amp. rating (at 5 amps.)—3 Wire							
50Hz	1.5 watt	1.7 rva	2.3 va	60Hz	1.5 watt	1.9 rva	2.4 va

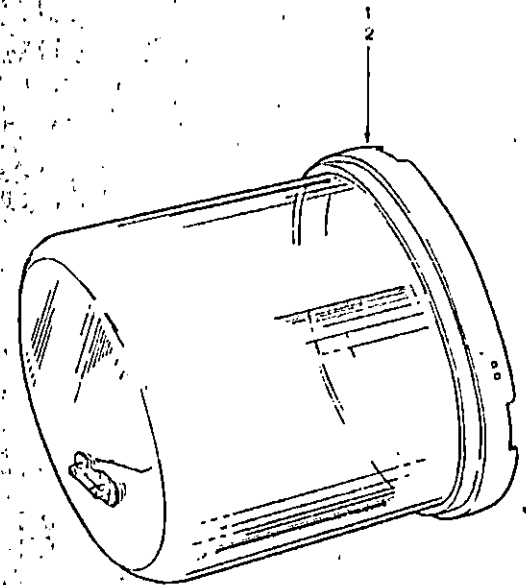
TEMPERATURE RISE

Temperature rise of the current coils at maximum current after 5 hours when tested in accordance with Canadian Standards Association Specification C-17 (ambient temperature 25 C).

Rating	TYPE	RISE °C	AIR INSIDE COVER RISE °C
200 Ampere	CWA	59°	20°
200 Ampere	CWS	62°	24°
100 Ampere	CWA	58°	20°
100 Ampere	CWS	61°	24°
10 Ampere	CWA	48°	16°
10 Ampere	CWS	48°	18°

**REPLACEMENT PARTS FOR
CWA AND CWS
SINGLEPHASE COMBINATION
kWk AND kW
THERMAL DEMAND METERS**

**EXPLODED VIEW SHOWING
COMPONENT PARTS OF CWA METER**



DESCRIPTION	Item No.	Part No.
COVER		
CWA—Cover complete with ring.....	CW-1	30019-03
CWS—Cover complete with ring.....	CW-2	30020-03
REGISTER <i>(Specify register ratio and multiplier)</i>		
CLOCK TYPE		
4 Circle and One Test Hand.....	CW-3	10013-03
Register Test Hand.....	CW-4	
Register Recording Hand.....	CW-5	
Register Mounting Screws.....	CW-6	
ROTATING SYSTEM		
Upper Pivot Assembly.....	CW-7	30013-01
Upper Pivot Assembly Mounting Screw....	CW-8	10027-01
Disc and Spindle Assembly.....	CW-9	30011-01
Lower Beaming Assembly.....	CW-9A	30014-01
FRAME ASSEMBLY AND ACCESSORIES		
Frame and Magnet Assembly.....	CW-10	30495-02
Frame Assembly Mtg. Screws "A" Base Meters.....	CW-11	10010-06
Frame Assembly Mtg. Screws "S" Base Meters.....	CW-12	10001-07
Frame Mounting Screw Nuts ("S" Socket Base Meters).....	CW-13	
Nameplate—(Specify reference number on nameplate).....	CW-14	
Nameplate Backing Plate.....	CW-15	31163-02
Nameplate Mounting Screws.....	CW-16	10004-02

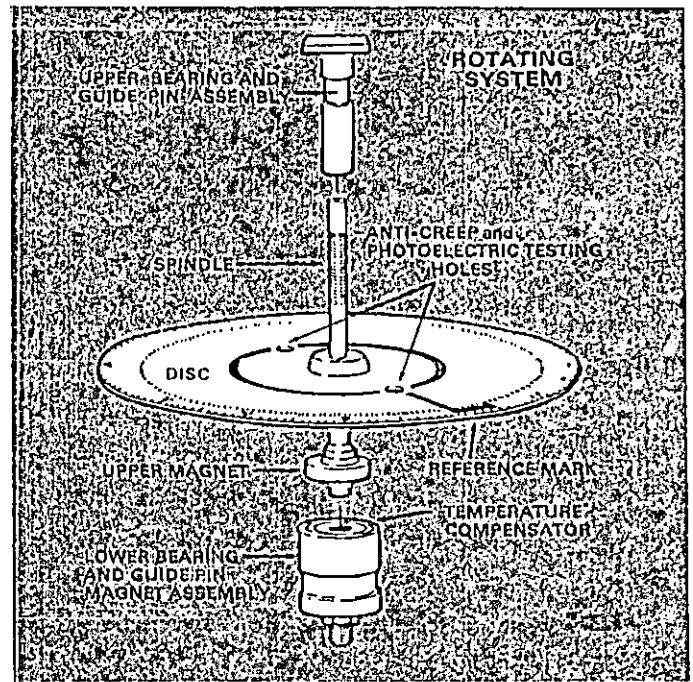
DESCRIPTION	Item No.	Part No.
Nameplate Badge Plate.....	CW-17	31245-02
Demand Scales—1200 and 1500 Watts.... (Specify Reference No. on Nameplate)	CW-18	
Demand Scale Mounting Screws.....	CW-19	10018-03
Idle Pointer Assembly.....	CW-20	31148-01
Idle Pointer Assembly Mtg. Screws.....	CW-21	31246-01
Idle Pointer Guard.....	CW-22	31244-01
Thermal Element Assembly.....	CW-23	31100-02
Thermal Element Assembly Mtg. Screws...	CW-24	10001-08
Terminal Panel Assembly.....	CW-25	31316-01

ROTATING SYSTEM

All "CW" Singlephase combination kWh and kW meters employ the superior "Magnetic Flotation" principle, where no bearing replacement is required. Two toroidal barium ferrite magnets with opposing magnetic fields float the disc. The upper magnet is die-cast on to the spindle below the disk while the lower opposing magnet with a temperature compensator around its periphery, is mounted in the lower guide-pin housing. The disc floats on a magnetic cushion created by the opposing magnetic fields. These opposing magnetic fields result in a self-cleaning rotating system, since magnetic particles are repelled rather than attracted to the field gap. Guide pins in the upper and lower bearing housing ride in graphite ring bearings in the top and bottom of the spindle, guiding the floating disc.

The magnetic cushion and graphite guides hold the disc in the optimum accuracy position even if the meter is installed at considerable degrees of tip or tilt. The C magnetic flotation system is designed for positive control of disc position and endshake, assuring accuracy under all load conditions.

The Sangamo magnetic flotation system never requires maintenance or replacement and is guaranteed for the life of the meter.



DEMAND CURRENT AND POTENTIAL TRANSFORMERS

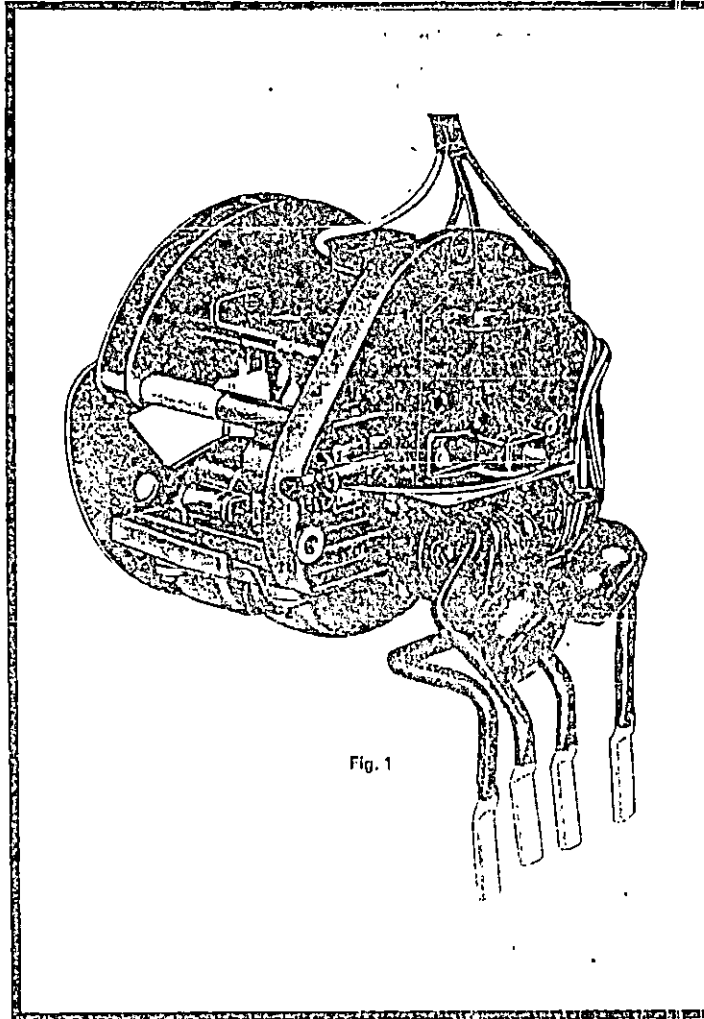


Fig. 2—
Basic Core and
Secondary Winding.

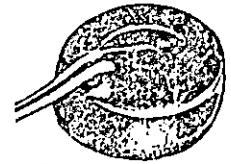


Fig. 4—
Self-Contained Type

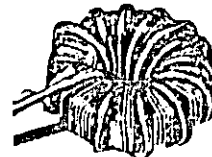


Fig. 3—
Transformer Type.

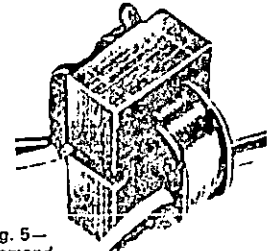


Fig. 5—
Demand
Potential Transformer Complete.

Compact, Demand Toroidal Current Transformers . . . are located on the current coil leads in all self-contained meters Fig. 1. In transformer type meters they are mounted with special anchor ties and are secured to the main frame. The basic core is composed of a high grade electrical steel, encapsulated in an epoxy resin, over which is wound a secondary winding Fig. 2. For transformer type meters a fibre glass insulated primary winding is added Fig. 3. For mounting in self-contained meters a heat treated jacket and resilient collar are used Fig. 4.

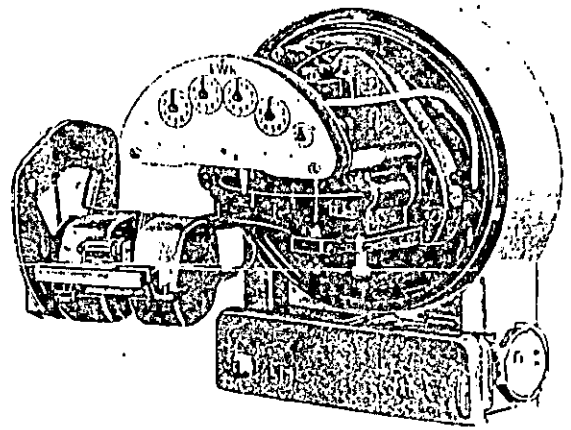
Demand Potential Transformers . . . are mounted on the front of the main frame, Fig. 1. They have a centre tapped secondary winding wound over a totally encapsulated primary, providing extremely high insulation qualities. Secondary loads are brought to a conveniently located terminal panel also mounted on the frame.

SWING-OUT THERMAL DEMAND ATTACHMENT

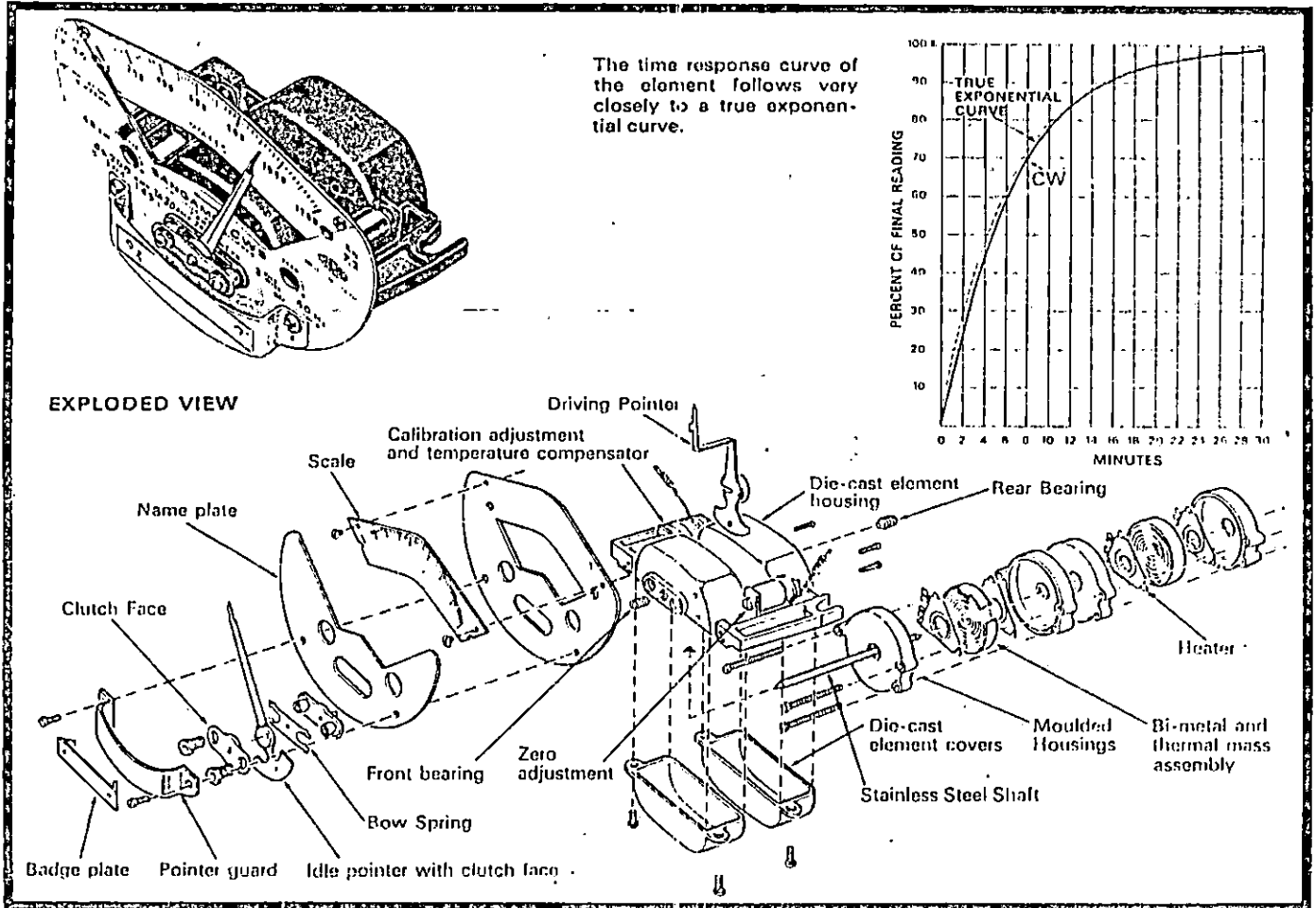
Swing-out thermal demand attachment permits easy access to Watthour system for any necessary inspection without disturbing meter calibration.

The CW meter incorporates a compact, thermally-balanced, high torque, low watts loss, maintenance free, thermal demand element.

This element with its unique, compact design and extremely low watts loss, contributes greatly to the overall low burden characteristics inherent throughout the CW line of meters.



THERMAL DEMAND ATTACHMENT Showing demand scale, nameplate and greased damped idle pointer assembly.



THERMAL DEMAND ATTACHMENT

The bi-metal thermal mass assembly and heaters are contained in moulded housings and are mounted on a stainless steel shaft. This entire assembly is then mounted in a rugged die-cast aluminum element housing. Front and rear jewelled bearings position the shaft in the housing, centrally locating the bi-metal coils between the heaters.

High quality, thermally aged, bi-metal coils, manufactured to very close tolerances, are matched for torque and deflection, guaranteeing complete stability of the thermal element. Heaters are manufactured of manganin having a very low thermal coefficient

of resistance. The driving or red pointer is mounted on the shaft between the bi-metals, providing thermal symmetry in the construction of the element.

All Sangamo CW meters use the superior "greased damped" type idle pointer for greater stability and consistent performance for long years of service.

A silicone damping compound is used between two clutch faces, which are set a predetermined distance apart by a polished steel pin. A bow spring supported at four corners exerts pressure on the moving clutch providing controlled uniform operation.

A N E X O C

BASE DE DATOS
VIVIENDA
ESTRATO MINIMO

LUGAR	MEDIDOR	CI (KW)	AC (m ²)	LF (m)	AÑOS	MD (KW)	KWH
ZACAMIL	85447	1.40	50.00	6.00	24.00	0.53	102.30
ZACAMIL	168809	1.40	50.00	6.00	24.00	0.25	86.30
ZACAMIL	129390	1.40	50.00	6.00	24.00	0.56	163.00
ZACAMIL	409953	3.00	72.00	6.00	20.00	1.80	403.00
ZACAMIL	153395	1.40	50.00	6.00	24.00	0.25	93.70
ZACAMIL	101693	1.40	50.00	6.00	24.00	0.40	163.70
ZACAMIL	72196	1.40	50.00	6.00	24.00	0.46	105.70
ZACAMIL	84830	1.40	50.00	6.00	24.00	0.40	138.00
ZACAMIL	130892	1.40	50.00	6.00	24.00	0.40	68.00
ZACAMIL	19095	1.40	50.00	6.00	24.00	0.56	27.70
ZACAMIL	91051	1.40	50.00	6.00	24.00	0.21	75.70
ZACAMIL	76690	1.40	50.00	6.00	24.00	0.28	65.70
ZACAMIL	101634	1.40	50.00	6.00	24.00	0.40	47.30
ZACAMIL	11447	1.40	50.00	6.00	24.00	0.37	125.00
ZACAMIL	18726	1.40	50.00	6.00	24.00	0.62	98.00
ZACAMIL	117370	1.40	50.00	6.00	24.00	0.90	85.70
ZACAMIL	338580	1.40	50.00	6.00	24.00	0.81	150.00
ZACAMIL	52746	1.40	50.00	6.00	24.00	2.00	197.30
ZACAMIL	118233	1.40	50.00	6.00	24.00	0.62	26.70
ZACAMIL	409951	1.40	50.00	6.00	24.00	0.62	40.00
ZACAMIL	204137	1.40	50.00	6.00	24.00	0.40	145.00
ZACAMIL	498503	3.00	84.00	7.00	20.00	3.56	403.30
ZACAMIL	435612	1.40	50.00	6.00	24.00	0.62	50.00
MEJICANOS	443404	1.90	37.50	5.00	8.00	0.41	202.00
MEJICANOS	55616	1.90	37.50	5.00	8.00	0.60	132.70
MEJICANOS	422044	1.90	37.50	5.00	8.00	0.05	33.30
MEJICANOS	422267	1.90	37.50	5.00	8.00	0.60	32.00
MEJICANOS	422631	1.90	37.50	5.00	8.00	0.44	60.30
MEJICANOS	440496	1.90	37.50	5.00	8.00	0.94	258.30
MEJICANOS	347563	1.90	37.50	5.00	8.00	0.35	123.70
MEJICANOS	447664	1.90	37.50	5.00	8.00	0.47	124.00
MEJICANOS	421717	1.90	37.50	5.00	8.00	0.14	21.00
MEJICANOS	497601	1.90	37.50	5.00	8.00	0.39	135.00
MEJICANOS	144216	1.90	37.50	5.00	8.00	0.18	74.30
MEJICANOS	415091	1.90	37.50	5.00	8.00	0.86	531.00
MEJICANOS	412846	1.90	37.50	5.00	8.00	0.41	128.00
MEJICANOS	422045	1.90	37.50	5.00	8.00	0.25	162.30
MEJICANOS	453767	1.90	37.50	5.00	8.00	0.32	75.00
MONSERRAT	50759	1.60	68.00	4.20	37.00	1.15	113.00
MONSERRAT	299270	1.60	68.00	4.20	37.00	0.89	49.70
MONSERRAT	106880	1.60	75.00	4.20	37.00	0.68	140.30
MONSERRAT	30520	1.60	68.00	4.20	37.00	0.50	57.30
MONSERRAT	184163	1.60	68.00	4.20	37.00	0.77	157.70
MONSERRAT	54810	1.60	68.00	4.20	37.00	0.43	32.70
MONSERRAT	50747	1.60	68.00	4.20	37.00	1.03	82.00
MONSERRAT	134195	1.60	68.00	4.20	37.00	0.70	140.30
MONSERRAT	54811	1.60	68.00	4.20	37.00	0.55	54.70
MONSERRAT	54842	1.60	68.00	4.20	37.00	0.41	99.00
MONSERRAT	46275	1.60	68.00	4.20	37.00	0.93	133.00
MONSERRAT	50745	1.60	68.00	4.20	37.00	0.17	104.00
MONSERRAT	217696	1.60	75.00	4.20	37.00	1.65	151.70
MONSERRAT	255208	1.60	68.00	4.20	37.00	0.67	110.70
MONSERRAT	80191	1.60	68.00	4.20	37.00	1.61	125.00
MONSERRAT	54477	1.60	68.00	4.20	37.00	0.67	125.30
MONSERRAT	205573	1.60	68.00	4.20	37.00	0.50	73.30
MONSERRAT	54474	1.60	68.00	4.20	37.00	0.84	79.70
MONSERRAT	274069	1.60	75.00	4.20	37.00	0.34	179.30
MONSERRAT	54482	1.60	68.00	4.20	37.00	1.22	138.00
MONSERRAT	184168	1.60	68.00	4.20	37.00	1.25	114.00
MONSERRAT	157255	1.60	68.00	4.20	37.00	0.72	99.30

MONSERRAT	54273	1.60	68.00	4.20	37.00	0.57	96.70
MONSERRAT	434386	1.60	75.00	4.20	37.00	0.57	85.30
MONSERRAT	433888	1.60	68.00	4.20	37.00	0.29	47.00
MONSERRAT	525216	1.60	68.00	4.20	37.00	1.80	200.00
MONSERRAT	185429	1.60	68.00	4.20	37.00	0.84	278.30
MONSERRAT	12392	1.60	68.00	4.20	37.00	0.34	63.30
MONSERRAT	54552	1.60	68.00	4.20	37.00	0.94	74.00
MONSERRAT	131888	1.60	68.00	4.20	37.00	1.22	156.30
MONSERRAT	185430	1.60	68.00	4.20	37.00	0.55	88.30
MONSERRAT	54551	1.60	68.00	4.20	37.00	0.94	165.00
MONSERRAT	54556	1.60	68.00	4.20	37.00	0.67	97.70
MONSERRAT	156509	1.60	68.00	4.20	37.00	0.36	32.70
MONSERRAT	252075	1.60	68.00	4.20	37.00	0.55	114.70
MONSERRAT	54549	1.60	68.00	4.20	37.00	1.66	222.30
MONSERRAT	394539	1.60	68.00	4.20	37.00	0.72	124.30
MONSERRAT	54548	1.60	68.00	4.20	37.00	0.50	159.70
MONSEKAT	54567	1.60	68.00	4.20	37.00	0.55	64.30
MONSERRAT	24394	1.60	68.00	4.20	37.00	0.72	125.00
MONSERRAT	56750	1.60	68.00	4.20	37.00	0.38	35.00
MONSERRAT	54583	1.60	68.00	4.20	37.00	0.05	91.00
MONSERRAT	48894	1.60	68.00	4.20	37.00	0.29	24.00
MONSERRAT	417744	1.60	68.00	4.20	37.00	0.29	103.30
MONSERRAT	50818	1.60	68.00	4.20	37.00	0.67	105.00
DON RUA	589403	1.00	36.00	3.00	5.00	0.40	130.00
DON RUA	588786	1.00	36.00	3.00	5.00	0.24	135.00
DON RUA	588242	1.00	36.00	3.00	5.00	0.31	139.00
DON RUA	591496	1.00	36.00	3.00	5.00	0.24	133.00
DON RUA	591731	1.00	36.00	3.00	5.00	0.41	132.00
DON RUA	591734	1.00	36.00	3.00	5.00	0.12	90.00
DON RUA	588285	1.00	36.00	3.00	5.00	0.12	92.00
DON RUA	592097	1.00	36.00	3.00	5.00	0.67	160.00
DON RUA	591323	1.00	36.00	3.00	5.00	0.36	140.00
DON RUA	592386	1.00	36.00	3.00	5.00	0.48	150.00
DON RUA	590439	1.00	36.00	3.00	5.00	0.31	140.00
DON RUA	592041	1.00	36.00	3.00	5.00	0.65	164.00
DON RUA	589110	1.00	36.00	3.00	5.00	0.48	152.00
DON RUA	590397	1.00	36.00	3.00	5.00	0.14	98.00
DON RUA	591996	1.00	36.00	3.00	5.00	0.36	142.00
DON RUA	590437	1.00	36.00	3.00	5.00	0.24	137.00
DON RUA	592087	1.00	36.00	3.00	5.00	1.20	200.00
DON RUA	592084	1.00	36.00	3.00	5.00	0.36	140.00
DON RUA	590702	1.00	36.00	3.00	5.00	0.24	135.00
DON RUA	589865	1.00	36.00	3.00	5.00	0.29	138.00
DON RUA	589839	1.00	36.00	3.00	5.00	0.29	135.00
DON RUA	589108	1.00	36.00	3.00	5.00	0.60	155.00
DON RUA	591552	1.00	36.00	3.00	5.00	0.53	150.00
DON RUA	592005	1.00	36.00	3.00	5.00	0.48	143.00
DON RUA	592013	1.00	36.00	3.00	5.00	0.65	170.00
DON RUA	592009	1.00	36.00	3.00	5.00	0.24	136.00
DON RUA	594330	1.00	36.00	3.00	5.00	1.20	230.00
PRADOS VEN	154430	1.30	50.00	5.00	8.00	0.55	111.00
PRADOS VEN	203757	1.00	50.00	5.00	8.00	0.29	76.00
PRADOS VEN	283371	1.00	50.00	5.00	8.00	0.19	112.70
PRADOS VEN	299934	1.20	50.00	5.00	8.00	0.54	128.30
PRADOS VEN	282398	1.10	50.00	5.00	8.00	0.48	125.00
PRADOS VEN	282409	1.10	50.00	5.00	8.00	0.48	144.00
PRADOS VEN	297425	1.10	50.00	5.00	8.00	0.48	183.70
PRADOS VEN	282453	1.00	50.00	5.00	8.00	0.14	60.70
PRADOS VEN	279893	1.00	50.00	5.00	8.00	0.24	133.00
PRADOS VEN	280120	1.70	50.00	5.00	8.00	0.59	211.00
PRADOS VEN	378599	1.70	100.00	10.00	8.00	0.96	250.00

PRADOS VEN	228201	1.30	50.00	5.00	8.00	0.28	75.00
PRADOS VEN	281138	1.70	50.00	5.00	8.00	0.84	220.00
PRADOS VEN	225723	1.00	50.00	5.00	8.00	0.41	130.00
PRADOS VEN	278596	1.10	50.00	5.00	8.00	0.26	87.70
PRADOS VEN	282548	1.20	50.00	5.00	8.00	0.29	76.30
PRADOS VEN	306948	1.70	100.00	10.00	8.00	0.90	241.00
PRADOS VEN	123031	1.00	50.00	5.00	8.00	0.18	70.00
AMATEPEC	16457	1.20	55.00	5.00	25.00	0.42	90.00
AMATEPEC	119305	1.20	55.00	5.00	25.00	0.48	110.00
AMATEPEC	20492	1.00	55.00	5.00	25.00	0.22	114.00
AMATEPEC	244835	1.30	55.00	5.00	25.00	0.65	164.70
AMATEPEC	23769	1.20	55.00	5.00	25.00	0.38	212.00
AMATEPEC	11908	1.30	55.00	5.00	25.00	0.46	105.30
AMATEPEC	24237	1.20	55.00	5.00	25.00	0.46	108.00
AMATEPEC	113575	1.30	55.00	5.00	25.00	0.60	275.70
AMATEPEC	165561	1.30	55.00	5.00	25.00	0.60	270.00
AMATEPEC	125915	1.00	55.00	5.00	25.00	0.17	103.70
AMATEPEC	164628	1.00	55.00	5.00	25.00	0.22	114.00
AMATEPEC	164357	1.20	55.00	5.00	25.00	0.12	95.00
AMATEPEC	164562	1.00	55.00	5.00	25.00	0.54	115.00
AMATEPEC	288168	1.00	55.00	5.00	25.00	0.38	210.00
AMATEPEC	287126	1.00	55.00	5.00	25.00	0.22	114.00
AMATEPEC	165925	1.20	55.00	5.00	25.00	0.50	150.70
AMATEPEC	287833	1.00	55.00	5.00	25.00	0.26	130.30
AMATEPEC	166876	1.00	55.00	5.00	25.00	0.12	60.00
AMATEPEC	79338	1.00	55.00	5.00	25.00	0.50	24.00
AMATEPEC	243946	1.60	55.00	5.00	25.00	0.94	196.30
AMATEPEC	231419	1.00	55.00	5.00	25.00	0.26	50.00
AMATEPEC	152008	1.20	55.00	5.00	25.00	0.58	197.30
AMATEPEC	14388	1.00	55.00	5.00	25.00	0.29	70.00
AMATEPEC	6895	1.00	55.00	5.00	25.00	0.17	75.70
AMATEPEC	26607	1.10	55.00	5.00	25.00	0.24	46.00
AMATEPEC	27609	1.00	55.00	5.00	25.00	0.24	45.00
AMATEPEC	26648	1.00	55.00	5.00	25.00	0.12	313.70
CUSCATANCINGO	53001	1.40	40.00	4.00	5.00	0.36	91.00
CUSCATANCINGO	142013	1.20	30.00	4.00	5.00	0.29	160.00
CUSCATANCINGO	353067	1.60	48.00	4.00	5.00	1.65	114.30
CUSCATANCINGO	402110	1.40	41.00	3.30	29.00	0.44	134.00
CUSCATANCINGO	508442	1.00	40.00	3.50	21.00	0.18	100.00
CUSCATANCINGO	250155	1.00	45.00	4.00	25.00	0.06	50.00
CUSCATANCINGO	166578	1.30	44.00	4.00	20.00	0.72	235.70
CUSCATANCINGO	71851	1.20	40.00	5.00	12.00	0.42	185.30
CUSCATANCINGO	253045	1.40	45.00	5.00	12.00	0.72	230.00
CUSCATANCINGO	415694	1.40	40.00	5.00	12.00	0.55	180.00
CUSCATANCINGO	453686	1.00	45.00	5.00	15.00	0.31	168.00
CUSCATANCINGO	217883	1.00	42.00	5.00	15.00	0.30	165.00

BASE DE DATOS

VIVIENDA

ESTRATO MEDIO

LUGAR	MEDIDOR	CI_KW	AC_m	LF_m	ANOS	MD_KW	KWH
FLOR BLANCA	45088	7.20	441.00	10.50	30.00	5.60	812.00
FLOR BLANCA	453506	4.50	408.00	9.00	30.00	0.78	518.00
SATELITE	192918	12.40	175.00	8.00	16.00	1.60	531.00
SATELITE	192878	11.80	175.00	8.00	16.00	0.93	475.00
SATELITE	550026	11.80	175.00	8.00	16.00	0.83	450.00
SATELITE	234541	11.60	170.00	7.50	16.00	0.43	350.00
SATELITE	192907	11.80	175.00	8.00	16.00	1.11	308.00
SATELITE	376122	11.80	175.00	8.00	16.00	1.17	320.00
SATELITE	192595	12.40	175.00	8.00	16.00	1.60	706.00
SATELITE	191361	12.20	175.00	8.00	16.00	1.31	611.70
SATELITE	238478	12.20	175.00	8.00	16.00	1.33	400.00
SATELITE	192865	11.80	170.00	7.50	16.00	0.67	391.00
SATELITE	50988	11.20	175.00	8.00	16.00	1.33	192.30
SATELITE	102992	11.40	175.00	8.00	16.00	1.50	437.30
SATELITE	417674	11.60	170.00	7.50	16.00	0.67	375.00
SATELITE	192504	12.40	175.00	8.00	16.00	1.33	362.00
SATELITE	191424	11.60	170.00	7.50	16.00	0.50	200.00
COL GUADALUPE	394669	9.30	108.00	12.00	38.00	4.80	800.00
COL GUADALUPE	533549	6.00	108.00	12.00	38.00	2.16	500.00
COL GUADALUPE	473420	3.50	108.00	12.00	38.00	0.72	250.00
COL GUADALUPE	163722	3.50	168.00	12.00	38.00	0.12	70.00
COL GUADALUPE	1990	2.30	168.00	12.00	38.00	0.24	100.00
COL GUADALUPE	81462	2.50	108.00	12.00	38.00	0.65	153.00
COL GUADALUPE	73378	2.40	100.00	12.00	38.00	0.54	142.30
LA CHACRA	98440	9.90	80.00	8.00	30.00	1.08	115.00
LA CHACRA	12331	9.90	80.00	8.00	30.00	1.16	125.30
LA CHACRA	508681	9.90	80.00	8.00	30.00	1.44	118.00
LA CHACRA	42476	9.90	80.00	8.00	30.00	1.08	149.70
LA CHACRA	422804	9.90	80.00	8.00	30.00	1.32	170.00
LA CHACRA	509502	9.90	80.00	8.00	30.00	1.80	264.30
LA CHACRA	40556	9.00	80.00	8.00	30.00	0.68	60.00
LA CHACRA	73853	9.00	80.00	8.00	30.00	0.96	251.70
LA CHACRA	54843	9.00	80.00	8.00	30.00	0.72	62.00
LA CHACRA	362132	9.00	80.00	8.00	30.00	0.72	70.00
LA CHACRA	270141	9.00	80.00	8.00	30.00	0.96	106.00
LA CHACRA	243156	9.00	80.00	8.00	30.00	1.20	160.00
LA CHACRA	125481	8.50	80.00	8.00	30.00	0.52	104.70
LA CHACRA	56151	9.00	80.00	8.00	30.00	1.06	208.30
LA CHACRA	50476	9.00	80.00	8.00	30.00	0.96	172.70
LA CHACRA	180066	9.00	80.00	8.00	30.00	1.20	200.00
LA CHACRA	50477	3.20	80.00	8.00	30.00	0.72	81.30
LA CHACRA	101492	3.20	80.00	8.00	30.00	0.24	76.30
LA CHACRA	60981	9.00	80.00	8.00	30.00	0.96	100.00
LA CHACRA	245266	1.90	80.00	8.00	30.00	1.80	300.00
LA CHACRA	364051	9.00	80.00	8.00	30.00	0.96	90.00
CUSCATANCINGO	450517	4.20	198.00	11.00	8.00	1.50	228.00
CUSCATANCINGO	83281	3.80	180.00	10.00	8.00	1.21	245.00
CUSCATANCINGO	83956	4.00	190.00	10.50	8.00	1.32	274.70
ACOLHUATAN	192424	4.00	120.00	10.00	15.00	1.10	366.00
ACOLHUATAN	183158	3.00	84.00	12.00	15.00	0.98	300.00
ACOLHUATAN	83421	2.50	84.00	15.00	12.00	0.51	110.00
ACOLHUATAN	266401	1.90	84.00	9.00	12.00	0.07	191.00
ACOLHUATAN	104988	1.90	84.00	10.00	15.00	0.12	95.30
ACOLHUATAN	59253	4.00	225.00	15.00	12.00	1.22	400.00
ACOLHUATAN	74905	3.00	120.00	12.00	12.00	0.73	250.00
ACOLHUATAN	126749	3.00	120.00	12.00	12.00	0.73	240.00
ACOLHUATAN	93087	1.90	84.00	10.00	15.00	0.12	90.00
ACOLHUATAN	124548	3.00	84.00	12.00	10.00	0.73	25.30
ACOLHUATAN	150271	1.90	120.00	12.00	10.00	0.31	120.00
ACOLHUATAN	49939	1.90	84.00	10.00	12.00	0.29	225.30

ACOLHUATAN	52752	1.90	84.00	10.00	12.00	0.24	178.00
ACOLHUATAN	405978	2.50	120.00	12.00	10.00	0.65	190.00
ACOLHUATAN	246908	13.00	225.00	15.00	10.00	2.75	550.00
ACOLHUATAN	193946	12.00	180.00	9.00	8.00	0.33	152.00
ACOLHUATAN	117022	4.00	180.00	10.00	12.00	1.10	375.00
MERLIOT	457591	12.50	320.00	13.00	14.00	1.56	193.00
MERLIOT	251372	13.00	320.00	16.00	14.00	3.36	681.70
MERLIOT	457590	11.50	225.00	13.00	14.00	1.16	727.00
MERLIOT	457588	12.00	225.00	12.00	14.00	1.08	270.70
MERLIOT	235345	11.50	320.00	13.00	14.00	2.04	544.00
MERLIOT	234428	10.50	225.00	10.00	14.00	0.96	350.00
MERLIOT	229126	13.50	320.00	16.00	14.00	2.40	186.00
MERLIOT	255919	10.90	320.00	15.00	14.00	0.12	412.00
MERLIOT	236696	11.00	180.00	10.00	14.00	0.53	435.00
MERLIOT	212031	12.00	320.00	15.00	14.00	1.92	250.00
J. GUADALUPE	131845	10.70	180.00	12.00	20.00	1.97	350.00
J. GUADALUPE	456345	10.50	180.00	12.00	20.00	1.12	236.00
J. GUADALUPE	145084	12.00	180.00	12.00	20.00	2.80	384.00
J. GUADALUPE	14456	10.90	180.00	12.00	20.00	3.08	195.70
J. GUADALUPE	131391	10.70	180.00	12.00	20.00	1.68	546.30
J. GUADALUPE	17420	10.10	180.00	12.00	20.00	2.25	350.00
J. GUADALUPE	131137	10.50	180.00	12.00	20.00	4.49	767.00
J. GUADALUPE	203857	10.70	180.00	12.00	20.00	3.08	200.00
J. GUADALUPE	160413	11.00	180.00	12.00	20.00	1.68	300.00
J. GUADALUPE	170034	10.50	180.00	12.00	20.00	1.40	258.70
J. GUADALUPE	317839	10.70	180.00	12.00	20.00	4.50	700.00
SAN MARCOS	289154	2.10	84.00	7.00	20.00	2.40	150.00
SAN MARCOS	249608	2.00	84.00	7.00	20.00	0.59	100.00
SAN MARCOS	230842	2.00	84.00	7.00	20.00	0.67	106.70
SAN MARCOS	239945	1.90	84.00	7.00	20.00	0.38	90.00
SAN MARCOS	284724	2.50	130.00	7.00	20.00	1.10	185.00
SAN MARCOS	234515	1.90	84.00	7.00	20.00	0.40	95.00
SAN MARCOS	384426	1.90	84.00	7.00	20.00	0.27	180.00
SAN MARCOS	232488	1.90	84.00	7.00	20.00	0.27	186.00
SAN MARCOS	243805	1.90	84.00	7.00	20.00	0.27	186.00
SAN MARCOS	121627	2.00	84.00	7.00	20.00	0.52	108.30
SAN MARCOS	500937	2.50	130.00	7.00	20.00	2.16	500.00
SAN MARCOS	230835	2.00	84.00	7.00	20.00	1.10	190.00
SAN MARCOS	173795	2.00	84.00	7.00	20.00	0.74	175.00
SAN MARCOS	262759	2.50	120.00	7.00	20.00	0.78	180.00
SAN MARCOS	233906	2.00	84.00	7.00	20.00	0.74	180.30
SAN MARCOS	266961	1.90	84.00	7.00	20.00	0.29	195.00
SAN MARCOS	497686	2.50	120.00	7.00	20.00	0.81	184.00
SAN MARCOS	210635	1.90	84.00	7.00	20.00	0.40	154.30
SAN MARCOS	438284	1.90	84.00	7.00	20.00	0.19	125.00
SAN MARCOS	221118	2.00	84.00	7.00	20.00	1.02	151.70
SAN MARCOS	180187	2.50	84.00	7.00	20.00	0.27	98.00
SAN MARCOS	409847	2.50	120.00	7.00	20.00	1.01	283.30
SAN MARCOS	210414	1.90	84.00	7.00	20.00	0.81	184.00
SAN MARCOS	167456	1.90	84.00	7.00	20.00	0.40	140.30
SAN MARCOS	211560	2.00	84.00	7.00	20.00	0.46	142.70
SAN MARCOS	563677	1.90	84.00	7.00	20.00	0.34	85.00
SAN MARCOS	210460	2.00	84.00	7.00	20.00	0.67	171.70
SAN MARCOS	235263	1.90	84.00	7.00	20.00	0.54	151.30
SAN MARCOS	439364	1.90	84.00	7.00	20.00	0.67	189.00
SAN MARCOS	211420	1.90	84.00	7.00	20.00	0.67	189.00
SAN MARCOS	87325	1.90	84.00	7.00	20.00	0.27	180.00
SAN MARCOS	210459	1.90	84.00	7.00	20.00	0.52	119.00
SAN MARCOS	294801	1.90	84.00	7.00	20.00	0.52	212.00
SAN MARCOS	254772	2.00	84.00	7.00	20.00	0.65	185.00
SAN MARCOS	62068	2.00	84.00	7.00	20.00	0.67	218.70

LUGAR	KVA_NOM	N_ABON	MD_KW	KWH
ZACAMIL	15.00	45.00	19.20	6468.00
MONSERRAT	37.50	96.00	31.60	10668.00
DON RUA	50.00	48.00	16.00	5863.20
ANATEPEC	50.00	136.00	46.40	15120.00
P. VENEZIA	50.00	88.00	32.80	10158.96
MEJICANOS	50.00	27.00	8.00	2284.80
CUSCATANC.	25.00	47.00	24.00	8484.00

BASE DE DATOS DE TRANSFORMADOR
ESTRATO MINIMO

LUGAR	KVA_NOM	N_ABON	MD_KW	KWH
FLOR BLANCA	37.50	7.00	19.60	4636.00
ACOLHUATAN	25.00	40.00	29.20	11203.92
J. GUADAL.	50.00	46.00	46.00	15321.60
C. SATELITE	37.50	31.00	30.80	10214.40
C. GUADAL.	25.00	28.00	26.00	6753.60
C. CHACKA	50.00	84.00	44.00	13830.60
S. MARCOS	50.00	113.00	58.40	19934.88
C. MERLIOT	50.00	28.00	38.00	12738.32

BASE DE DATOS DE TRANSFORMADOR
ESTRATO MEDIO