

TUES
1504
C569e
1996
Ej. 2

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



**“Estudio de carga para el establecimiento de relaciones de
demanda, en urbanizaciones y lotificaciones en sectores de clase
media hasta alta”**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

LILIAN ESMERALDA CIENFUEGOS MENENDEZ
FRANCISCO SAUL GARCIA CHACON

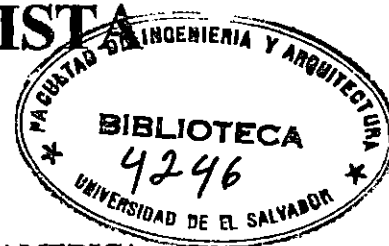
15101165
15101165

PARA OPTAR AL TITULO DE:

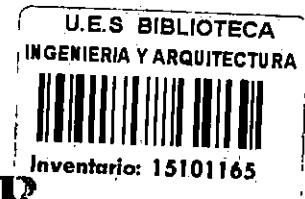
INGENIERO ELECTRICISTA

SEPTIEMBRE DE 1996

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



Recibido el 2 de septiembre / 96



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES UNIVERSTARIAS

RECTOR:

DR. BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL:

ENNIO LUNA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

SECRETARIO:

ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR:

ING. SALVADOR DE JESUS GERMAN



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

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

**“Estudio de carga para el establecimiento de relaciones de
demanda, en urbanizaciones y lotificaciones en sectores de clase
media hasta alta”**

Presentado por: Lilian Esmeralda Cienfuegos Menéndez
Francisco Saúl García Chacón

Trabajo de Graduación aprobado por:

COORDINADOR Y ASESOR: Ing. Ricardo Colorado

ASESOR EXTERNO: Ing. Gloria Flores



R Colorado
Gloria F.

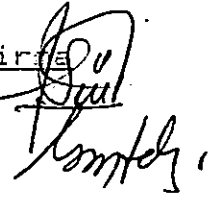
San Salvador, Septiembre de 1996

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 2 de Septiembre de 1996, en el local de la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las diecisiete horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

- 1- Ing. Salvador de J. Gannan
Director
- 2- Ing. Gerardo Marvin Jorge Hernández
Secretario

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
FACULTAD DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
Universidad de El Salvador

Firma 

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

- 1- Ing. Alvaro E. Ronderos
- 2- Ing. Jorge Alberto Zetino



Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

"Estudio de carga para el establecimiento de relaciones de demanda, en instalaciones y instalaciones en sectores de clase baja para el"

Trabajo de los estudiantes:

DIANFIERRO MENAQUE, LILIAN ESPINOZA

GRACIA OLIVERA, FRANCISCO ENRIQUE

Hubo de obtenerse el siguiente trabajo con una Nota Global de 7.9

Siete PUNTO NUEVE

Trabajo dedicado a:

Dios todopoderoso.

Mis Padres, María Silvestre Vda. de Cienfuegos y Juan Antonio Cienfuegos (Q.D.D.G.); por todo su apoyo y amor.

Mi esposo, Carlos Guillermo Herrera Sánchez; por su comprensión, amor y colaboración.

Mis hijos, Diana Sofía y Carlos Guillermo

A la Sra. Catalina Pérez Mendez por su valiosa colaboración.

Mis hermanos, suegros, cuñados y amigos con todo cariño.

Lilian Esmeralda Cienfuegos Menéndez

Trabajo dedicado a:

Dios todopoderoso.

Mis Padres, Francisco Saúl García y María Herminia Chacón de García, que siempre estuvieron conmigo.

Mis hermanos, Carmén Herminia, José Roberto, Mayra Judith, Mateo Antonio.

Mi Prometida, Verónica Guevara Chicas, por su comprensión y paciencia.

Tio Tin, Tía Yaya, las primas, Rory, Amali y Mily y demás familia.

Francisco Saúl García Chacón

AGRADECIMIENTOS

A:

Todas aquellas entidades que de manera desinteresada proporcionaron recursos humanos y técnicos, así como toda la información necesaria (tanto en experiencia como bibliográficamente) para el cumplimiento de los objetivos propuestos al inicio de este trabajo, en especial a las compañías distribuidoras de energía eléctrica (CAESS y Delsur) y a la Dirección de Energía, Minas e Hidrocarburos (DEHM).

De manera especial presentamos nuestro agradecimiento particulares a las siguientes personas:

Ing. Luis Noyola
Ing. Luis Alvarenga
Ing. Francisco Rivera
Ing. Gedofredo Grande
Ing. Ricardo Archila
Ing. Luis E. Montesinos

Y a las cuadrillas de mediciones y conexiones del departamento de mediciones de CAESS Y Delsur.

PREFACIO

Actualmente en El Salvador las normas eléctricas utilizadas para el diseño, están basadas en países extranjeros, cuyas sociedades son de alto consumo, razón por la cual se alejan de la realidad salvadoreña.

Este estudio tiene como objetivo encontrar la forma matemática y gráfica de relacionar las dimensiones físicas del tipo de vivienda en estudio con respecto a la carga demandada, instalada y los kilowatt-hora consumidos por mes.

El segundo objetivo perseguido es de crear una tabla que relacione la carga instalada con los nuevos factores de demanda que fuerón encontrados con las relaciones matemáticas y gráficas descritas anteriormente.

A través del desarrollo del estudio de los parámetros involucrados; se pretende actualizar las normas de diseño eléctrico para las viviendas de la clase alta, realizando un análisis estadístico de los datos obtenidos en el trabajo, los cuales reflejan el consumo energético que tienen el sector clase alta. Estos son datos de suma importancia para todas aquellas personas que esten involucrados en los diseños eléctricos residenciales.

RESUMEN

La metodología utilizada inicialmente en este trabajo de graduación es realizando visitas informativas a Estadísticas y Censos, Ministerio de Planificación, Ministerio de Obras Públicas y Alcaldía Municipal de San Salvador, todo esto con el fin de obtener una recopilación de muestreo, censo de poblaciones y bases sólidas sobre la forma de clasificar el estrato social llamado "clase alta".

Después de lo anterior, se procedió a calcular por medio del muestreo, el número de viviendas que serían censadas.

Cuando la muestra ya había sido calculada, el siguiente paso fué seleccionar cuáles residencias en toda el área metropolitana que pertenecen al estrato social estudiado iban a ser censadas.

Luego de haber seleccionado los individuos de la muestra, el siguiente paso es la investigación de cada residencia que había sido seleccionada para formar parte de la muestra en estudio. De esta investigación se obtiene la carga instalada proyectada en planos, área construida, longitud de frente, factor de demanda, nombre del propietario de la vivienda y dirección de ésta.

Con la dirección de cada residencia las compañías distribuidoras de energía, procedieron a la colocación del equipo de medición de máxima demanda.

Cuando los datos recolectados por el equipo de medición ya se habían procesado en el computador y entregados a los estudiantes involucrados en el trabajo, el último paso era el análisis de los datos obtenidos.

El primer capítulo contiene todas las herramientas estadísticas y eléctricas necesarias para el desarrollo del trabajo de graduación. Pero además, involucra las hipótesis planteadas al inicio del trabajo.

El segundo capítulo es la investigación previa al colocación del equipo de medición de máxima demanda. En este capítulo se obtienen los datos tales como: carga instalada proyectada en planos, área construida, longitud de frente de la vivienda, nombre del propietario y dirección. Esta parte además involucra el plan de trabajo realizado en todo el estudio.

En el tercer capítulo se recopila la información en su totalidad y se procede a la construcción y cálculo de gráficas, fórmulas y tablas que faciliten al usuario del documento presentado un entendimiento rápido y sencillo de los datos aquí mostrados.

En esta última etapa del trabajo, se presentan las relaciones existentes entre los parámetros estudiados. Dichas relaciones son fórmulas matemáticas y gráficos, los cuales son analizados posteriormente.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO.....Página

1. Bases estadísticas y conceptos básicos

1.1	Introducción.....	1
1.2	Tratamiento de datos.....	2
1.2.1	Distribución de frecuencias.....	2
1.2.2	Graficas de distribución de frecuencias....	3
1.2.3	Medidas descriptivas	6
1.2.4	Cálculo de la media o desviación (\bar{x} y s)..	7
1.3	Ajuste de curvas.....	9
1.3.1	Métodos de mínimos cuadrados.....	9
1.3.1.1	Regresión lineal.....	10
1.3.2	Regresión curvilínea.....	13
1.3.3	Regresión exponencial.....	13
1.4	Diseños muestrales.....	15
1.4.1	Conceptos básicos del muestro.....	15
1.4.2	Diseño de muestras alternativas.....	17
1.4.3	Muestreos aleatorios.....	17
1.4.3.1	Muestreo aleatorio simple.....	17
1.4.3.2	Muestreo sistemático.....	18
1.4.3.3	Muestreo aleatorio estratificado..	18
1.4.3.4	Muestreo por conglomerados.....	19
1.4.4	Muestreo no aleatorio.....	20
1.4.4.1	Muestreo Dirigido.....	20
1.4.4.2	Muestreo por cuotas.....	21
1.4.4.3	Muestreo deliberado.....	21
1.5	Parámetros para la elección de muestra a estudiar.....	21
1.5.1	Criterios para la elección de la muestra..	21
1.5.2	Cálculo de muestra.....	22
1.5.3	Cálculo de la muestra por el método de muestreo sistemático.....	25
1.6	Coficiente de variabilidad.....	26
1.7	Definiciones y relaciones.....	28
1.7.1	Carga instalada.....	28
1.7.2	Demanda.....	28
1.7.3	Demanda Máxima.....	28
1.7.4	Factor de demanda.....	29
1.7.5	Densidad de carga.....	29
1.7.6	Factor de carga.....	29

1.7.7	Factor de coincidencia.....	30
1.8	Formulación de hipótesis.....	30
1.9	Conclusiones y recomendaciones.....	31
2.	Métodos actualmente en vigencia y equipo a utilizar	
2.1	Introducción.....	32
2.2	Métodos.....	33
2.2.1	Método 1.....	33
2.2.2	Método 2.....	33
2.2.3	Método 3.....	33
2.3	Equipo a utilizar.....	34
2.3.1	Medidor de máxima demanda "Load Logger"...	34
2.3.2	Medidor de máxima demanda Sangamo-CW.....	34
2.3.3	Medidor de demanda Sangamo-Quantum ST-200.	35
2.3.4	Ventajas del Load Logger.....	35
2.4	Plan de trabajo.....	36
2.4.1	Plan de mediciones.....	37
2.4.2	Bitácora de mediciones.....	38
2.5	Conclusiones y obsevaciones.....	40
3.	Análisis de Resultados	
3.1	Introducción.....	41
3.2	Información inicial.....	42
3.2.1	Area construida.....	43
3.2.2	Longitud de frente.....	44
3.2.3	Carga instalada proyectada.....	45
3.2.4	Factor de demanda de planos.....	47
3.3	Análisis de datos.....	48
3.3.1	Carga instalada vrs máxima carga demandada.....	48
3.3.2	Area construida.....	51
3.3.2.1	Area construida vrs. carga instalada.....	51
3.3.2.2	Area construida vrs demanda máxima.....	54
3.3.2.3	Area construida vrs. kilowatts hora consumidos.....	56
3.3.2.4	Resumen de tendencias y correlaciones.....	59

3.4 Conclusiones y obsevaciones.....	63
Referencias bibliograficas.....	64
Apendice A.....	66
Anexo A:	
Manual interno de instlaciones eléctrica de El Salvador	
Anexo B:	
Memorandum interno. Compañía de alumbrado eléctrico de San Salvador, Administración CEL. Modificación al cálculo de máxima en circuitos de cocina	
Anexo C:	
Manual de instructivo del equipo de medición de máxima demanda LOAD LOGGER.	
Anexo D:	
Cuadro General de datos	
Anexo E:	
Cuadro general de datos para areas mayores de 300 m ² , considerando los kilowatts hora consumi <u>dos</u> .	
Anexo F:	
Circuitos de protección	
Anexo G:	
Tabla G1:	
Principales características e indicadores de los hogares.	
Tabla G2:	
Hogares por tipo de vivienda, según - disponibilidad de servicios básicos.	
Anexo H:	
Memorandum interno. Compañía de alumbrado eléctrico de San Salvador. Administración CEL. Cálculo - demanda máxima coincidental.	
Anexo I:	
Métodos para el cálculo del transformador.	

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 Polígono de frecuencias.....	4
1.2 Gráfica de distribución de frecuencias o histograma.....	5
1.3 La ojiva.....	5
1.4 Regresión lineal.....	10
1.5 Criterio de mínimos cuadrados.....	11
1.6 Regresión exponencial.....	14
3.1 Gráfico de área construida.....	43
3.2 Gráfico de longitud de frente.....	45
3.3 Gráfico de la carga instalada.....	45
3.4 Gráfico de la demanda.....	46
3.5 Gráfico de factores de demanda.....	47
3.6 Carga instalada vrs. carga instalada proyectada (toda la muestra).....	49
3.7 Area construida vrs. carga instalada proyectada (toda la muestra).....	51
3.8 Gráfico de carga instalada vrs. area construida (areas mayores de 300 m ²).....	52
3.9 Area construida vrs. carga instalada proyectada (sub-muestra para areas mayores de 300 m ²).....	53
3.10 Area construida vrs. carga demandada (toda la muestra).....	54
3.11 Gráfico carga demandada vrs. area construida (areas mayores de 300 m ²).....	55
3.12 Area construida vrs. demanda máxima (sub-muestra para areas mayores de 300 m ²).....	56
3.13 Kilowatts hors consumidos vrs. area cosntruida (areas mayores de 300 m ²).....	57
3.14 Kilowatts hora consumidos vrs. area construida (sub-muestra para areas mayores de 300 m ²).....	58
3.15 Longitud de frente vrs. carga instalada proyectada (toda la muestra).....	60
3.16 Longitud de frente vrs. carga demandada (toda la muestra).....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla	Pagina
1.1 Grado de representatividad de la media aritmética, para distintos coeficientes de variabilidad.....	27
3.1 Distribución de factores de demanda.....	48
3.2 Factor de demanda dado el rango de carga instalada..	50
3.3 Carga instalada proyectada (ecuaciones).....	59
3.4 Carga demandada máxima (ecuaciones).....	59
3.5' Kilowatts hora consumidos (ecuaciones).....	59

CAPITULO 1

BASES ESTADISTICAS Y CONCEPTOS BASICOS

1.1 INTRODUCCION

La estadística es de vital importancia en todas las ramas de la ingeniería, por consiguiente, se han hecho necesarios ciertos conocimientos de Estadística para que el ingeniero pueda explicar y entender gran parte del trabajo desarrollado en su campo.

La Ingeniería Eléctrica es una rama de la ingeniería que utiliza la Estadística como una herramienta. Por ejemplo, se puede comparar la eficiencia de dos motores, ó como, en el caso de este trabajo se realiza una muestra de ciertos sectores de la población de personas que consumen energía eléctrica. En esta rama de la ingeniería, se trabaja en base a la probabilidad.

Debido a la necesidad de establecer un método científico aplicable a un desarrollo ordenado de los tópicos que serán utilizados en la capítulos siguientes de este trabajo, se hace importante la ejecución de bases estadísticas y conceptos básicos orientados al tema específicamente.

En este capítulo se han tocado los temas como tratamiento de datos, ajuste de curvas y diseños muestrales, puesto que, son conocimientos indispensables en el desarrollo del trabajo. Estos tópicos han sido profundizados según las necesidades de los capítulos posteriores al capítulo uno.

Además, se presenta una bitácora de actividades que se han realizado para poder calcular la muestra del estudio.

El capítulo uno representa las necesidades y conceptos que se aplicarán en el desarrollo de todo el trabajo.

1.2 TRATAMIENTO DE DATOS

1.2.1 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

Los datos estadísticos obtenidos de encuestas, experimentos, o cualquier serie de medidas, son tan numerosos que virtualmente son inútiles, a menos que se condensen o se reduzcan en una forma conveniente. Entonces, el primer paso de un análisis estadístico consiste en la construcción de una tabla de frecuencias, esto es, una tabla que divide los datos en un número relativamente menor de clases (categorías) haciendo una lista con el número de observaciones que corresponden a cada clase. Una tabla de frecuencias, o distribución, o distribución de frecuencias, como también se llama, sacrifica parte de la información contenida en un conjunto de datos; en lugar de conocer el valor exacto de cada dato, sólo conocemos que pertenece a cierta clase. Por otra parte, este tipo de agrupamiento elimina características importantes de los datos, y la única ganancia es la legibilidad de los datos, lo que generalmente, compensa sobradamente la pérdida de información.

El primer paso para construir una tabla de frecuencias consiste en decidir cuántas clases se van a usar y cuales son los límites de cada clase. En términos generales, el número de clases empleado depende del número de observaciones, pero es raro que se pueda usar con utilidad menos de 5, o más de 15 clases. Entre otras cosas, se basa esta decisión en el recorrido de los datos, es decir, la diferencia entre la observación menor y la mayor.

Cada observación en una clase dada pierde su identidad, en el sentido de que no se conoce su valor exacto. Esto conlleva ciertas dificultades cuando se desea dar descripciones más amplias de los datos, pero se puede corregir esto representando cada observación en una clase por su punto medio, llamado la marca de la clase. En general, las marcas de clase de una distribución de frecuencias se obtiene promediando límites sucesivos de clases, o fronteras de clases sucesivas. El intervalo común entre dos marcas sucesivas se denomina intervalo de clase. Esto es, cuando todas las clases son de la misma logitud; pues de otra forma, no se podría hablar del intervalo de

clase de una distribución, aunque se puede llamar longitud de una clase a la diferencia entre sus fronteras.

Cuando se representa una distribución de frecuencias en su forma final, se muestra únicamente los límites de clases. las fronteras de clases, o de las marcas de clases y, por supuesto, las frecuencias correspondientes.

Hay diversas formas de distribuciones en las que se pueden agrupar los datos. En primer lugar, tenemos las distribuciones de frecuencias totales acumulativas del tipo "menor que", o del tipo "mayor que". Una distribución del tipo "menor que", muestra el número total de observaciones que son menores que valores dados y se puede construir fácilmente a partir de la tabla correspondiente (ordinario) de frecuencias.

Si se quiere comparar dos, o más, distribuciones de frecuencias cuyas frecuencias no son iguales, será necesario convertirlas en las llamadas distribuciones en porcentaje. Para ello, bastará dividir cada frecuencia de clase por el número total de observaciones de la distribución y multiplicar por cien; de este modo, se indica qué porcentaje de los datos caen dentro de cada clase de distribución. Se puede aplicar el mismo principio a las distribuciones totales, cambiando cada frecuencia total por el correspondiente porcentaje total.

1.2.2 GRAFICAS DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

Muchas propiedades importantes de las distribuciones de frecuencia, tales como la simetría y la asimetría, el número de sus máximos, etc., se ven mejor por medio de gráficas.

La información contenida en la tabla 1 se puede representar gráficamente, marcando en primer lugar, los puntos (X_i, f_i) , donde, X_i es la marca de clase de la i -ésima clase y f_i es la frecuencia correspondiente; y después de esto, se dibujan segmentos de la recta que unan puntos sucesivos. El polígono de frecuencias resultantes se muestran en la figura 1.

Eje x	Eje y
-0.005	0
0.195	4
0.395	14
0.595	17
0.795	35
0.995	25
1.195	6
1.395	5
1.595	0

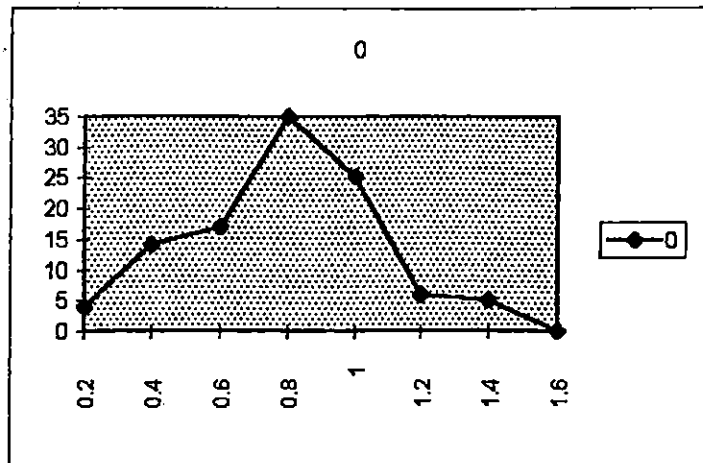


Fig. 1.1. Polígono de frecuencias.

Otra forma de representar gráficamente una distribución de frecuencias es el histograma. El histograma de una distribución de frecuencias se construye del mismo modo que el de distribución de probabilidades; las alturas de los rectángulos representan las frecuencias de clases y las bases de los rectángulos, se extienden entre las sucesivas fronteras de clase. En la figura 2 se muestra un histograma de los datos referentes a la tabla.

Una inspección detallada de la gráfica de una distribución de frecuencias, muestra, a veces características que no son evidentes cuando sólo se atiende al estudio de los datos. A parte del hecho de que tal gráfica ofrece una buena representación de los datos, puede también hacer resaltar las irregularidades y características poco corrientes. También el hecho de que un histograma ó polígono de frecuencias exhiba dos o más modos, (máxima) puede dar mayor información. La presencia de dos máximos puede implicar, por ejemplo, un cambio en el proceso que se está midiendo, o que los datos provienen de varias fuentes. Con alguna experiencia, se aprende a analizar estas irregularidades o anomalías.

Ejex	Ejey
-0.05	0
0.195	4
0.395	14
0.595	17
0.795	35
0.995	25
1.195	6
1.395	5
1.595	0

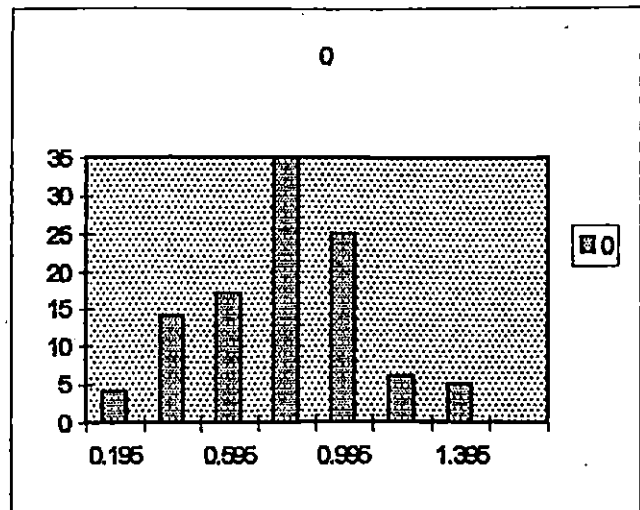


Fig. 1.2. Gráfica de distribución de frecuencias o histograma.

Las distribuciones totales o acumulativas se representan generalmente por medio de ojivas. Una ojiva es semejante a un polígono de frecuencias, con excepción de que se marcan las frecuencias acumulativas en las fronteras de clases, en lugar de las frecuencias ordinarias en las marcas de clase. Los puntos resultantes se unen, nuevamente, por segmentos de recta.

Las ojivas tienen siempre la forma aproximada de una S mayúscula, quedando el tamaño relativo de las dos colas de la S determinado por la simetría de la distribución.

Eje x	Eje y
0.095	0
0.295	4
0.495	16
0.695	30
0.895	64
1.095	84
1.295	86
1.495	90

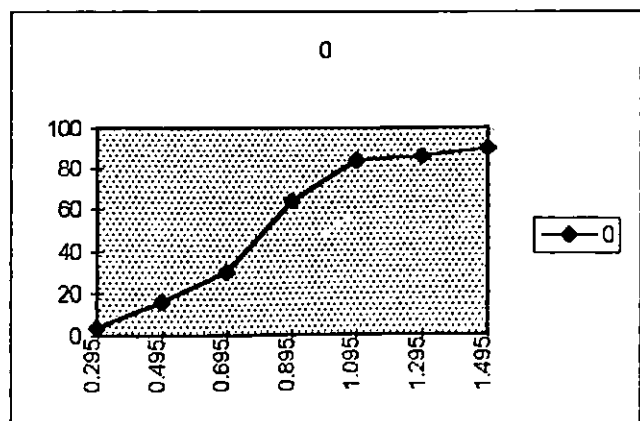


Fig. 1.3. La ojiva.

1.2.3. MEDIDAS DESCRIPTIVAS

Dado un conjunto de n observaciones, X_1, X_2, \dots, X_n , hay diferentes modos de decidir alrededor de que centro se agrupan (es decir, su localización central). Los métodos más empleados son los que hacen uso de la media aritmética y la mediana, aunque también se emplean otras clases de "promedios" con fines específicos. La media aritmética, se define por la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{Ec. 1.1}$$

Es interesante notar que la fórmula anterior da la media de la distribución de una variable aleatoria que va a tomar los valores de X_i con probabilidades iguales a $1/n$.

Algunas veces, es preferible usar la mediana como una medida descriptiva del centro o localización de un conjunto de datos. Esto es particularmente cierto si quiere reducir todos los cálculos a un mínimo, o si se desea reducir todos los cálculos a un mínimo, o si se desea eliminar el efecto de los valores extremos (muy grandes o muy pequeños). La mediana de n observaciones X_1, X_2, \dots, X_n , se puede definir como el valor central, una vez que los datos se han ordenado con arreglo a su tamaño. Es decir, si las observaciones se ordenan por tamaños, y n es un número impar, la mediana es el valor de la observación numerada $(n + 1)/2$; si n es un número par, la mediana se define como la media (promedio) de las observaciones cuyos números son $n/2$ y $(n + 2)/2$.

Entonces, la mediana de las cinco observaciones cuyos valores son 5, 4, 2, 7, 3 es cuatro (el valor de la observación que ocupa el tercer lugar, comenzando por la mayor) y la mediana de las seis observaciones 7, 2, 5, 9, 4, 6 es 5.5 (la media entre la tercera y cuarta observaciones, comenzando por la mayor). La media y la mediana dan cada una un número simple que representa un conjunto entero de datos; la media es, generalmente, utilizada en problemas de estimación y otros problemas de inferencia estadística.

La varianza de n observaciones X_1, X_2, \dots, X_n , mide, esencialmente el promedio de sus desviaciones elevadas al cuadrado a partir de la media " \bar{X} ", y se define por la fórmula:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \text{Ec. 1.2}$$

Existen diferentes razones para usar el divisor $n - 1$ en lugar de n . Primero, sólo $n - 1$ de las desviaciones desde la media, $X_i - \bar{X}$, son independientes, ya que su suma de todas siempre es igual a cero. En otras palabras, $n - 1$ de las desviaciones a partir de la media determinan automáticamente la n -ésima. Otra razón es que consideran las X como valores tomados por una variable aleatoria, y al dividir por $n - 1$ en la fórmula de s^2 la varianza resulta una estimación mejor de σ^2 , varianza de la distribución de esta variable aleatoria.

La desviación típica de n observaciones X_1, X_2, \dots, X_n viene dado como la raíz cuadrada de su varianza, es decir,

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Ec. 1.3}$$

1.2.4 CALCULO DE LA MEDIA O DESVIACION (\bar{x} Y s)

El cálculo de la media a partir de datos no agrupados, no presenta problema: sólo se tiene que sumar los valores de las observaciones y dividir por n . Por otra parte, el cálculo de s^2 , es algo más complicado se se utiliza

directamente la fórmula anterior. En su lugar se utilizará directamente la fórmula algebraicamente equivalente:

$$s^2 = \frac{n \sum_{i=1}^k x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^k x_i \right)^2}{n(n-1)} \quad \text{Ec. 1.4}$$

Para calcular \bar{x} y s a partir de datos agrupados, se tienen que hacer algunas hipótesis sobre la distribución de los valores dentro de cada clase. Se se representan todos los valores de una clase por su correspondiente marca de clase, la suma de la "x" y la suma de sus cuadrados se pueden escribir así:

$$\sum_{i=1}^k x_i * f \quad \text{Ec. 1.5}$$

$$\sum_{i=1}^k x_i^2 * f \quad \text{Ec. 1.6}$$

donde x_i es la marca de clase de la i -ésima clase, f_i es la correspondiente frecuencia de clase y k es el número de clases de la distribución. Sustituyendo estas sumas en las fórmulas de \bar{x} .

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i f_i}{n} \quad \text{Ec. 1.7}$$

$$s^2 = \frac{n \sum_{i=1}^k x_i^2 f_i - \left(\sum_{i=1}^k x_i f_i \right)^2}{n(n-1)} \quad \text{Ec- 1.8}$$

1.3 AJUSTE DE CURVAS

1.3.1 METODOS DE MINIMOS CUADRADOS

Uno de los objetivos más importantes de muchas investigaciones de ingeniería es hacer predicciones, de preferencia empleando ecuaciones matemáticas. Por ejemplo, un ingeniero puede desear predecir la cantidad de óxido que se formaría en la superficie de un metal calentado en un horno durante un intervalo especificado de tiempo a 200 grados centígrados, o la medida de deformación de un anillo sometido a una fuerza de compresión de 1000 libras, o el tiempo de desgaste entre recubrimientos de una cubierta de una rueda de auto que tiene una composición y un espesor de cuerda dados. Generalmente, tales predicciones requieren que se obtenga una fórmula que relacione la variable dependiente (cuyo valor se desea predecir) con una o más variables independientes.

En muchos problemas de esta clase, las observaciones de la variable independiente se hacen sin error, o con un error que es insignificante al compararlo con el error (variación aleatoria) de la variable dependiente.

Se llamará "x" a la variable independiente y "y" a la variable dependiente. En la mayoría de situaciones interesa principalmente la relación entre "x" y la media de la distribución correspondiente de "y", a esta relación se le llama curva de regresión de "y" respecto de "x", o brevemente de "y" sobre "x".

Se tratará primero el caso en que la curva de regresión de "y" sobre "x" es lineal, esto es, cuando, para cualquier "x" dada, la media de la distribución de las "y" está dada por $\alpha + \beta x$. En general una "y" observada diferirá de esta media y se denotará a esta diferencia por ϵ , escribiendo:

$$y = \alpha + \beta x + \epsilon \quad \text{Ec. 1.9}$$

Es importante notar que ϵ es un valor tomado por una variable aleatoria y que siempre se podrá escoger α de tal manera que la media de distribución sea igual a cero. El valor de ϵ para cualquier observación dada dependerá de un posible error de medida y de los valores de las otras variables diferentes de "x" que tengan influencia en "y".

Para dar un ejemplo de la curva de regresión de "y" sobre "x" se puede suponer lineal de una forma razonable, se considera que se va a calibrar un par termoeléctrico, midiendo la fuerza electromotriz en milivoltios a varias temperaturas conocidas. En la tabla siguiente (que da los resultados de 10 medidas), x_i es la i -ésima temperatura en grados centígrados y_i es la medida correspondiente del termopar en milivoltios:

1.3.1.1 REGRESION LINEAL

i	1	2	3	4	5	6	7	8
X_i	0	20	40	60	80	100	120	140
Y_i	0.01	0.12	0.24	0.38	0.51	0.67	0.84	1.01

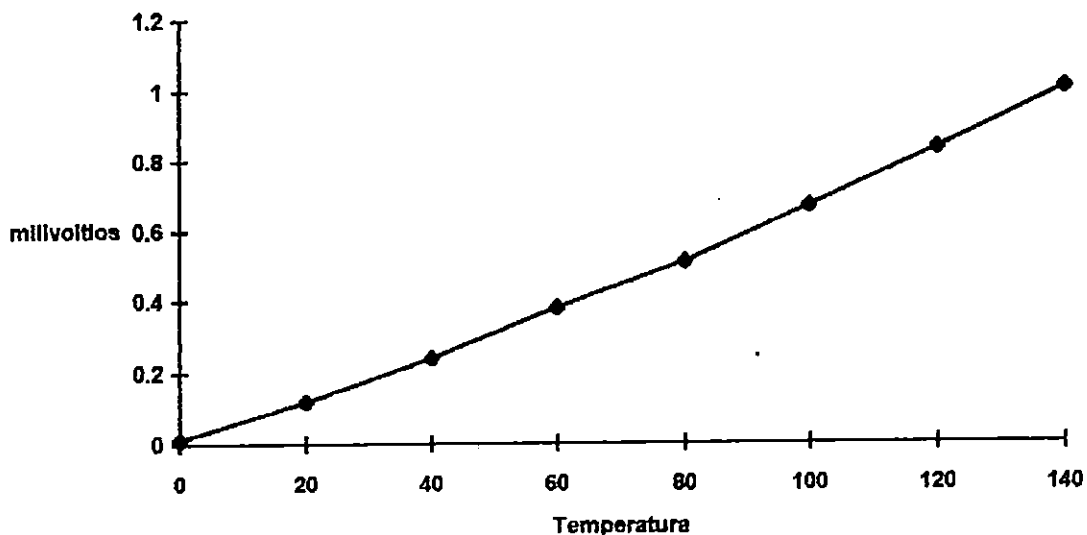


Fig. 1.4 Regresión lineal

En la figura anterior es evidente que la relación (la curva de regresión) es lineal. (Si el recorrido de "x" se extendiera, se haría evidente que la curva de calibración del termopar no sería lineal, pero una línea recta daría una excelente aproximación en el recorrido limitado usado en este ejemplo.

En este momento existe el problema de usar los datos marcados en la figura 4 para calcular los parámetros de α y β de la línea de regresión "y" sobre "x" supuesta. Se debe notar que estos parámetros determinan completamente la línea de regresión, y que el cálculo de α y β es equivalente a encontrar la ecuación de la recta que se "ajusta mejor" a los puntos de los datos. En este ejemplo se puede hacer esto "a ojo". Sin embargo, en la figura 5 el problema de encontrar la línea de mejor ajuste no es tan sencillo.

x	0	20	30	40	60	70	90	100	120	150	180
y	2	3	7.5	6	15	10	14	22.5	26	21	31

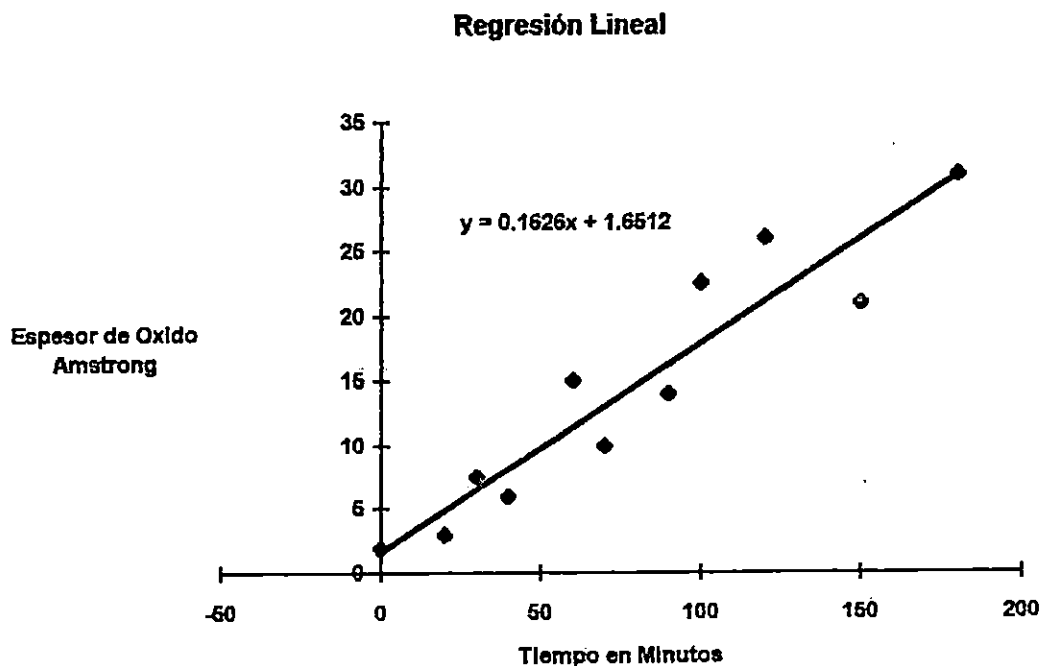


Fig. 1.5 Criterio de mínimos cuadrados

Para tratar problemas de esta clase, se desarrolla un método no subjetivo para ajustar líneas rectas que tienen, además, algunas propiedades estadísticas deseables.

Para establecer formalmente el problema, se consideran que se tienen "n" observaciones apareadas (X_i, Y_i) para las que es razonable suponer que la regresión de "y" sobre "x" es lineal, y se quiere determinar la recta (esto es, la ecuación de la recta) que da en alguna forma el "mejor ajuste". Hay diversas maneras de interpretar la palabra mejor, y el significado que se utilizará aquí se puede explicar de la siguiente manera. Si se supone que "y" está dada por la ecuación

$$y' = a + bx \quad \text{Ec. 1.10}$$

donde a y b son constantes, entonces e_i , el error al suponer el valor de "y" correspondiente a la " X_i " dada, es

$$Y_i - Y'_i = e_i \quad \text{Ec. 1.11}$$

Notese que la ecuación $y' = a + bx$ da una estimación de la ecuación de la línea de regresión cuya ecuación real, pero desconocida, es $y = \alpha + \beta x$. El error real al predecir Y_i es e_i , y este error se estima por la cantidad $Y_i - Y'_i = e_i$. Se tratará de determinar a y b de tal forma que los errores estimados sean tan pequeños como sea posible.

Como no se puede hacer mínimo cada e_i individualmente, se sugiere, de manera inmediata, que se trate de hacer su suma: $\sum_{i=1}^n e_i$ tan cercana a cero como sea posible. Sin embargo, como esta suma se puede hacer igual a cero de muchas maneras y por lo tanto para muchas líneas rectas, pues basta que los errores positivos y negativos se compensen anulándose su suma, haremos mínima la suma de los cuadrados de los e_i . En otras palabras, escogeremos a y b de tal forma que:

$$\Sigma[y_i - (a + b x_i)]^2 \quad \text{Ec. 1.12}$$

sea mínima. Notemos, en la figura 5, que esto es equivalente a hacer mínima la suma de los cuadrados de las distancias verticales de los puntos a la línea. El criterio, llamado **criterio de mínimos cuadrados**, nos da valores de a y b (estimaciones de α y β) que tienen muchas propiedades deseables.

1.3.2 REGRESION CURVILINEA

En el tema anterior se trató sobre el método de la regresión cuando es rectilínea, pero en esta sección se tocará el tema de la regresión cuando no es rectilínea pero en que, sin embargo, se pueden aplicar los métodos de la sección anterior.

1.3.3 REGRESION EXPONENCIAL

Si un conjunto de datos apareados consiste en n puntos (x_i, y_i) "se sitúan en línea recta" al ser marcados en un papel semilogarítmico, por ejemplo, esto indica que la curva de regresión de y sobre x , es exponencial, es decir, que, para cualquier x dada, la media de la distribución de las y está dada por $\alpha\beta^x$. Tomando logaritmos en base 10 en ambos lados de la ecuación de predicción

$$y' = \alpha\beta^x \quad \text{Ec. 1.13}$$

se obtiene

$$\log y' = \log \alpha + x \log \beta \quad \text{Ec. 1.14}$$

y se puede, obtener estimaciones de $\log \alpha$ y $\log \beta$ y, por consiguiente de α y β , aplicando el método de los mínimos cuadrados a los n pares de valores $(x_i, \log y_i)$.

Una ilustración del método de los mínimos cuadrados a $\log \alpha$ y $\log \beta$ en una curva exponencial es el siguiente:

x, tiempo días	92.7	58.3	59.5	41.7	45.6	31.8	38.3	19.2
y, peso gramos	5	10	15	20	25	30	35	40

Regresión exponencial

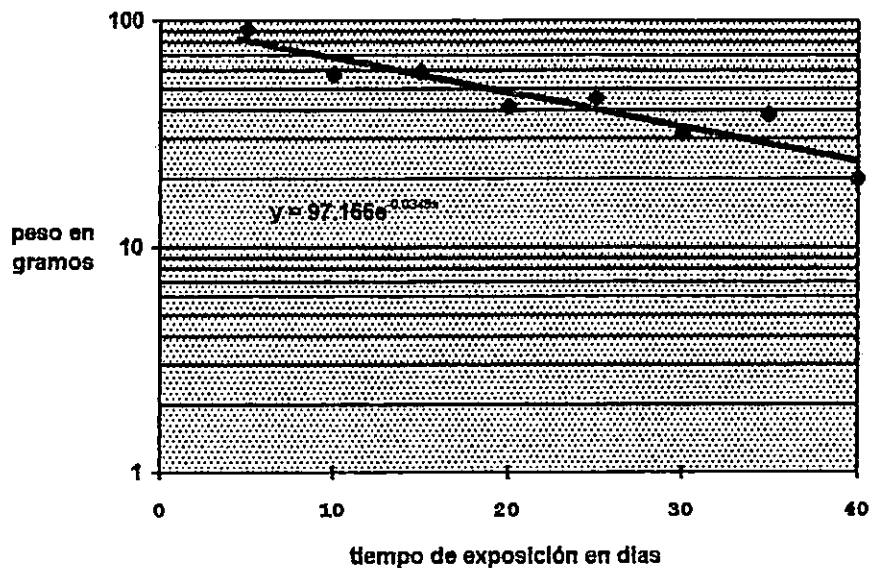


Fig. 1.6 Regresión exponencial

Al marcar los datos en papel semilogarítmico como en la figura 6, observamos que los puntos siguen aproximadamente una línea recta, y que, por consiguiente, es justificable ajustar una curva exponencial a los datos originales.

Otras dos tipos de relaciones que aparecen frecuentemente en ingeniería y que pueden ajustar por el método de los mínimos cuadrados, después de transformaciones convenientes, son la función recíproca dada por $y' = 1 / (\alpha + \beta x)$, y la función potencial $y' = \alpha x$. La primera representa una relación lineal entre x y $1/y'$, es decir,

$$1/y' = \alpha + \beta\chi \quad \text{Ec. 1.15}$$

y obtenemos estimaciones de α y β aplicando el método de los mínimos cuadrados, a los puntos $(x_i, 1/y_i)$. La ecuación 1.14 representa una relación lineal entre $\log \chi$ y $\log y'$, es decir:

$$\log y' = \log \alpha + \beta \log \chi$$

y obtenemos estimaciones de $\log \alpha$ y $\log \beta$, por consiguiente de α y β , con la aplicación del método sobre los puntos $(\log x_i, \log y_i)$.

1.4 DISEÑOS MUESTRALES.

Los diseños muestrales se pueden definir como las diferentes formas que existen para extraer muestras de poblaciones con el objeto de conocer sus características promedio. Porque a través del análisis de solo una parte representativa de la población se puede inferir lo que está ocurriendo en toda la población.

1.4.1 CONCEPTOS BASICOS DEL MUESTREO

"Población" es un agregado de unidades individuales, compuesto de personas o cosas, que se hallan en una temática determinada. Las unidades individuales se llaman unidades elementales. Definir una población es limitar el alcance de las unidades elementales de acuerdo al interés que se tiene respecto a algunas características de la población. Tanto la definición de una población como la característica a ser observada de sus unidades elementales dependen de la naturaleza del problema.

Las poblaciones pueden ser infinitas o finitas. Una población infinita es la que contiene un número infinitamente grande de unidades elementales; por ejemplo, las piezas producidas en un proceso productivo.

Una población es finita, cuando tiene un número finito de unidades elementales. Por ejemplo, los estudiantes de una determinada universidad.

"La muestra" es una parte de la población, por ejemplo, cuando se desea hacer un estudio relativo al rendimiento académico de los alumnos de cierta universidad, y se toma sólo un grupo de estudiantes de esa universidad. Todos los estudiantes de ella son la población y el grupo escogido constituye la muestra.

La representatividad de la muestra, implica que cada unidad de la población, tiene que tener iguales probabilidades de ser seleccionadas. En estas condiciones se dice que la muestra es aleatoria. El obtener una muestra representativa es uno de los componentes más importantes de la teoría estadística.

El muestreo es el proceso de seleccionar una parte del todo. La medición es la etapa intermedia que consiste en contar, medir y formular preguntas.

La estimación es el proceso de hacer deducciones sobre el grupo total, partiendo de la información de la muestra. El muestreo y la estimación conforman el diseño de la muestra. El muestreo probabilístico es un proceso de selección de muestras en el cual los elementos son escogidos por métodos aleatorios.

El muestreo no probabilístico incluye todos los métodos en que las unidades elementales de la población no se seleccionan por procedimientos al azar.

Las unidades de muestreo son aquellos elementos o grupos de elementos que forman la base de una selección de muestras. Pueden o no ser idénticas al listado de las unidades. Cuando se dispone de una lista completa de elementos de la población, en general, es más conveniente extraer una muestra directamente de la lista, en cuyo caso el muestreo sería lo mismo que el listado de unidades.

La estructura de muestreo está constituida por los materiales y procedimientos utilizados para contabilizar la población cuando no se dispone de una lista completa de elementos. La estructura de muestreo consistirá, en general, de mapas, croquis, listas, fotografías aéreas e instrucciones sobre la forma de como estos elementos deben

utilizarse. Se trata básicamente del procedimiento operacional de los materiales usados para esquematizar la población al diseñar la muestra.

Generalmente hay dos criterios para evaluar un diseño de muestreo: fiabilidad y efectividad. Es de esperar que en el muestreo haya errores. Un error de muestreo es la diferencia entre estadístico y parámetro, y se mide por su fiabilidad, o por la precisión del muestreo, la cual está relacionada con la varianza del estadístico muestral. Cuanto mayor sea la varianza, menos fiabilidad en el resultado de la muestra. El criterio de efectividad está asociado al costo del muestreo. Un diseño de muestreo se considera efectivo, si se obtiene el mismo grado de fiabilidad al menor costo posible.

1.4.2 DISEÑO DE MUESTREOS ALTERNATIVOS

Los diseños de muestreos se dividen en dos grandes grupos: muestreos aleatorios y muestreos no aleatorios. El muestreo aleatorio se denomina también muestreo probabilístico, porque se pueden emplear las leyes de la probabilidad. El término muestreo aleatorio se utiliza para el proceso empleado para seleccionar la muestra; por consiguiente, la aleatoriedad es una propiedad del procedimiento muestral que puede entrar en un proceso de muestreo de distintas formas, y, por lo tanto, las muestras aleatorias pueden ser de varios tipos.

El muestreo no aleatorio es un proceso de selección muestral sin intervención de la aleatoriedad; es decir, una muestra no aleatoria se selecciona de acuerdo al juicio experto del investigador.

1.4.3 MUESTREOS ALEATORIOS

1.4.3.1 MUESTREO ALEATORIO SIMPLE

El muestreo aleatorio simple es un procedimiento de selección de una muestra por el cual todos y cada uno de los elementos de la población tienen igual probabilidad de ser incluidos en la muestra; entonces, si toda unidad disponible para observación (llamada unidad de muestreo) tiene la misma probabilidad de ser escogida, se sigue que, "toda muestra

aleatoria de igual tamaño, tomada de una población dada, ha de tener igual probabilidad de ser tomada".

1.4.3.2 MUESTREO SISTEMATICO

Según el procedimiento sistemático, se obtiene una muestra tomando cada K-ésima unidad de la población, tras numerar las unidades elementales de la población o haberlas ordenado de alguna manera. La K representa un número entero, que es aproximadamente la "razón de muestreo" entre el tamaño de la población N y el tamaño de la muestra n; es decir, $K = N/n$. Así, si la población consta de 3600 unidades de muestreo, y se desea tomar una muestra de tamaño $n = 400$ unidades, entonces, la razón de muestreo $K = 3600/400 = 9$, y la muestra se obtiene tomando una unidad de cada 9 de la población. Para lograr la aleatoriedad, el procedimiento debe de empezar al azar. Así como en el ejemplo $K = 9$, se escriben en 9 papelitos números del 1 al 9; luego se extrae uno al azar. Si se supone que salió el papelito con el número 5, está será la primera unidad que formará la muestra; el siguiente es $5 + K$ o sea $5 + 9 = 14$; el tercero es $14 + 9 = 23$ y así sucesivamente, hasta completar los 400 de la muestra.

1.4.3.3 MUESTREO ALEATORIO ESTRATIFICADO

El proceso consiste en dividir la población en grupos llamados estratos. Dentro de cada estrato están los elementos situados de manera más homogénea con respecto a las características en estudio. Para cada estrato se toma una submuestra mediante el procedimiento aleatorio simple, y la muestra global se obtiene combinando las submuestras de todos los estratos.

La escogitación de los elementos de cada estrato puede ser proporcional o no.

El muestreo por estratos puede ser más efectivo si se trata de poblaciones heterogéneas. Al hacer la estratificación, las clases se establecen de modo que las unidades de muestreo tienden a ser uniformes dentro de cada clase, y las clases tienden a ser diferentes entre sí.

Si la desviación típica de la característica observada de cada estrato es menor que la de toda la población, como es lo usual, debido a la mayor uniformidad dentro del estrato, resultará que la fiabilidad aumenta para un tamaño de muestra dado o bien la efectividad para un grado de fiabilidad.

El aumento de fiabilidad y efectividad se puede incrementar clasificando todavía más los estratos en subestratos, si ello fuese posible.

1.4.3.4 MUESTREO POR CONGLOMERADOS

El muestreo por conglomerados es lo contrario al muestreo por estratos. Consiste en seleccionar, primero, al azar grupos, llamados conglomerados de elementos individuales de la población, y en tomar luego todos los elementos o una submuestra de ellos dentro de cada conglomerado, para constituir así la muestra global. Para lograr los mejores resultados en el plan de muestreo por conglomerados, las diferencias entre ellos se hacen tan pequeñas como sea posible; en tanto que, las diferencias entre los elementos individuales dentro de cada conglomerado se hacen tan grandes como sea posible. Lo ideal sería que cada conglomerado fuera una miniatura de toda la población y así un sólo conglomerado sería una muestra satisfactoria. Con frecuencia los conglomerados se llaman unidades de muestreo primario. Si todos los elementos o unidades elementales de los conglomerados seleccionados se incluyen en la muestra, el procedimiento se llama muestreo de una etapa. Si se saca una submuestra aleatoria de elementos de cada conglomerado seleccionado, se tiene lo que se llama muestreo en dos etapas. Si intervienen más de dos etapas en la obtención de la muestra total, se dice que es un muestreo de etapas múltiples o multietápico.

La ventaja principal del muestreo por conglomerados es la gran reducción de costos par un grado dado de fiabilidad. El muestreo por conglomerados se utiliza a menudo en control de calidad estadístico. Primero se seleccionan lotes o tandas de producción al azar como conglomerados; si el muestreo es de una etapa, todas las unidades de los lotes seleccionados pueden ser comprobados; lo cual constituye un muestreo en dos etapas.

1.4.4 MUESTREO NO ALEATORIOS

1.4.4.1 MUESTREO DIRIGIDO

Este tipo de muestreo también recibe el nombre de muestreo adaptado y consiste en seleccionar las unidades elementales de la población según el juicio de los encuestadores quienes creen que las unidades seleccionadas gozan de representatividad. En el muestreo dirigido, la probabilidad de que una unidad elemental sea elegida, es desconocida; en consecuencia, no se pueden construir intervalos de confianza; sino que sólo se pueden hacer estimaciones puntuales. Tampoco se pueden aplicar los principios de la teoría de muestreo. Sin embargo, en muchas situaciones, resulta más ventajoso echar mano del muestreo dirigido que de cualquier tipo de muestreo aleatorio. La selección aleatoria simple puede perder los elementos más importantes, mientras que el muestreo dirigido con seguridad las incluirá en la muestra.

El muestreo dirigido bien manejado puede ser de utilidad práctica para resolver problemas comerciales cotidianos y para tomar decisiones de política pública. Los ejecutivos, los funcionarios y los políticos a menudo están presionados por el tiempo y las circunstancias y no pueden esperar para emplear diseños probabilísticos. El muestreo dirigido es, entonces, el único método práctico, ya que permite disponer rápidamente de las estimaciones para llegar a decisiones sobre problemas urgentes. Es mejor tomar decisiones en estas condiciones que tomarlas sin ningún dato estadístico.

Cuando se quieren estudiar algunas particularidades desconocidas de una población, algunas de cuyas características se conocen, se puede estratificar esa población de acuerdo con esas propiedades conocidas y seleccionar las unidades muestrales de cada estrato, basándose en el juicio personal. Es aconsejable usar el muestreo dirigido para realizar sondeos. La confiabilidad de los resultados muestrales en el muestreo dirigido depende de la calidad de los conocimientos o del juicio del investigador.

1.4.4.2 MUESTREO POR CUOTAS

El muestreo por cuotas es una técnica de uso corriente en encuestas de opinión pública. Al usar esta técnica, el entrevistador selecciona, de acuerdo, con su criterio, un número determinado de individuos u objetos (cuotas), de cada uno de varios sectores de la población. Por ejemplo, se le puede pedir que entreviste a 25 señoras de los mercados, 30 amas de casa, 20 estudiantes universitarios, 25 obreros de construcción, etc. Otro ejemplo, para control de calidad, puede ser examinar 5 unidades cada 30 segundos en un proceso de producción.

1.4.4.3 MUESTREO DELIBERADO

Consiste en tomar un segmento o fracción de la población por su cómoda accesibilidad. Por ejemplo, una muestra obtenida de listas fácilmente disponibles, como las guías de teléfonos, constituye una muestra deliberada. Por la comodidad o facilidad en tomar la muestra se sacrifica cierto grado de representatividad de las características poblacionales; sin embargo, este tipo de muestreo puede ser de alguna utilidad para estudios de sondeo.

1.5 PARAMETROS PARA LA ELECCION DE MUESTRA A ESTUDIAR.

1.5.1 CRITERIOS PARA LA ELECCION DE LA MUESTRA

Para calcular la muestra se procedió como primer paso a ubicar la zona de mayor plusvalía en la ciudad de San Salvador, utilizando para este fin el plano de la capital, obtenido en Cartografía. Luego de esto, se tomaron las colonias cuyo costo de casas es de seiscientos mil colones en adelante. Se tuvieron que hacer caminatas de inspección para obtener el número total de casas que tiene San Salvador del costo anteriormente mencionado.

Después de haber obtenido la muestra de casas se procedió a hacer el cálculo de la muestra que se va a estudiar, tomando

como universo la cantidad de personas que consumen energía eléctrica obtenida de la encuesta de hogares, el cual, fue obtenida en El Ministerio de Planificación (MIPLAN). Este dato fue 260,073 persona que consumen energía eléctrica. La cantidad de casas de gran plusvalía en San Salvador fuero de 4600 casas aproximadamente. Se dice aproximadamente porque solo se tomó una zona determinada de San Salvador, aunque se puede observar que en cualquier zona se pueden encontrar viviendas de gran valor.

La muestra debe de cumplir con los topicos mencionados, en los parrafos anteriores. El estudio que se realizará, tiene como base los estratos sociales como: clase minima, clase media, clase alta.

Dichos parámetros en nuestra sociedad no son faciles de establecer, ya que de acuerdo la sección de "Pobreza Extrema", de Estadística y Censo, en nuestro país solo existen dos clases o estratos sociales. De acuerdo a Estadística y Censo, en el país se es "rico" o se es "pobre", esta aseveración toma sus bases de la idiosincracia del país y la misma situación económica existente.

Si se tomaran como parametros el sueldo recibido, el estudio tendria como resultados conclusiones erroneas o falsas, por lo tanto, se deberá tomar otro parámetro, dicho parámetro considera la "solvencia economica".

La justificación para dicha alternativa se basa en el hecho de que una persona solvente economicamente es más "rica", ya que el poder adquisitivo del sueldo es mayor que el de una persona que ya debe todo ó casi todo.

El presente trabajo toma como base "colonias", que son accesibles a "cualquier persona", sino tiene una solvencia economica. Dichas colonias pueden ser clasificadas para personas si utilizaramos los estratos sociales como "alta", que es el fin de este trabajo.

1.5.2 CALCULO DE LA MUESTRA

Para estimar una porción poblacional, primero se indica que tanta información se desea mediante la especificación del tamaño de la muestra. Las observaciones cuentan 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, se utiliza la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q}{(N - 1)D + p \cdot q} \quad \text{Ec. 1.16}$$

$$D = \frac{B^2}{4} \quad \text{Ec. 1.17}$$

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

Para determinar la muestra mediante muestreo aleatoria estratificado, se sigue la siguiente metodología:

- 1) Determinar el tamaño de la población
- 2) Dividir la población en estratos
- 3) Proceder como si se tratase de muestreo irrestricto aleatorio utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\sum N_i^2 p q}{N^2 D + \sum N_i p q} \quad \text{Ec. 1.18}$$

De la ecuación 1.17 :

$$D = \frac{B^2}{4}$$

$$n_i = n \omega_i \quad \text{Ec. 1.19}$$

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%.

Existen muchas maneras de asignar el tamaño de la 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 la muestra total **n**. Esta fracción será denotado como ω_i . De ello se puede señalar:

$$n_i = n w_i$$

Como se mencionó antes el estudio se desarrollará en zonas de gran plusvalía.

Para tal efecto el universo a considerar son todos los hogares que consumen energía eléctrica. Tomando como base la encuesta realizada por el Ministerio de Planificación en 1994, se tiene un total de 260,073 hogares con el servicio de energía eléctrica.

Como el estudio que se realizó no es contemplado el sueldo sino la solvencia económica o poder adquisitivo, se toma como muestra 46 colonias con plusvalía alta, el cual da como resultado un promedio de 4600 viviendas, por lo tanto $N_1 = 4600$.

$$W_1 = N_1 / N = 4,600/260,073 = 0.018$$

como: $B = 5\%$ y $p = 0.5$

$$D = B^2 / 4 = 0.000625$$

Calculando n con la fórmula (1.18)

$$n = 293,888,888.889 / 42,274,878.3306 = 6.9518$$

donde la proporción de la muestra es:

$$n_1 = n W_1 = 6.9518 * 0.018 = 0.125 \text{ muestras}$$

El resultado anterior era predecible ya que puede decirse que la muestra comparada con el universo es prácticamente cero.

1.5.3 CALCULO DE LA MUESTRA POR EL METODO DE MUESTREO SISTEMATICO

Calculando la muestra por medio del muestreo sistemático, el primer paso es calcular el valor de K , que es la K -ésima unidad de población.

$$K = N / n$$

Ec. 1.20

donde:

K representa un número entero que es aproximadamente la razón de muestreo

N es el tamaño de la población.

n es el tamaño de la muestra.

Para este trabajo, $N = 260,073$

$n = 4,600$

$K = 260,073 / 4600$

$K = 56.54$

El tamaño de la muestra viene dado por

$t = n / K$ Ec. 1.21

$t = 4600 / 56$

$t = 81$

El tamaño de la muestra es de 81 casas que deben ser censadas.

1.6 COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

Con las medidas de variabilidad se puede conocer la dispersión de los datos de una serie estadística, pero no se puede comparar la dispersión de dos o más variables dadas en diferente unidad de medida.

La medida de variabilidad, cualquiera que sea, acusará menor dispersión cuanto menor sea su valor.

Se necesita de una medida relativa para poder distinguir el grado de variabilidad o dispersión de dos o más variables. Si se trata de una misma variable analizada por dos grupos,

donde la media aritmética es bastante similar, se puede saber qué grupo tiene menor variabilidad. Si se tiene dos grupos de estudiantes de sexto grado A y B, cuyas medias del rendimiento en matemáticas son 60 y 62 puntos, y desviaciones típicas de 5 y 8 puntos respectivamente, inmediatamente, se decide que el grupo más homogéneo es el grupo A, por ser su desviación menor que la de B. Para resolver el problema de como establecer la diferencia en la variabilidad o dispersión de dos o más variables, se va a utilizar el coeficiente de variabilidad, que es una medida relativa abstracta. Esta medida se va a representar con la siguiente ecuación:

$$C.V. = (\sigma/X) \times 100$$

Ec. 1.22

Expresa la desviación típica como un porcentaje del promedio alrededor del cual se toman las desviaciones. El resultado es un número abstracto.

Grado de representatividad de la media aritmética, para distintos coeficientes de variabilidad.

Valor del coeficiente de variabilidad	Grado en que la media representa a la serie
De 0 a menos del 10%	Media altamente representativa
De 10 a menos del 20%	Media bastante representativa
De 20 a menos del 30%	Media tiene representatividad
De 30 a menos del 40%	Media cuya representatividad es dudosa
De 40% o más	Media carente de representatividad

Tabla 1. Grado de representatividad de la media aritmética, para distintos coeficiente de variabilidad.

1.7 DEFINICIONES Y RELACIONES

1.7.1 CARGA INSTALADA

Es la suma total de la potencia de los equipos eléctricos conectados al sistema o instalación, tales como motores, alumbrado, etc.

$$P_T = \sum_{i=1}^n P_i \quad \text{Ec. 1.23}$$

1.7.2 DEMANDA

La demanda de un sistema o instalación es la carga medida en susterminal en un intervalo de tiempo determinado.

$$D = \frac{P_i}{\Delta t_i} \quad \text{Ec. 1.24}$$

1.7.3 DEMANDA MAXIMA

Es la demanda más alta que ocurre durante un período de tiempo especificado.

$$D_{MAX} = \frac{P_{MAXi}}{\Delta t_i} \quad \text{Ec. 1.25}$$

1.7.4 FACTOR DE DEMANDA

Es la relación entre la demanda máxima de un sistema y el total de la carga conectada al mismo.

$$FD = \frac{D_m}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad \text{Ec. 1.26}$$

1.7.5 DENSIDAD DE CARGA

Es un término utilizado para cuantificar la carga por unidad de superficie. Las unidades usadas son Vatio/m², KVA/Km², MVA/Km².

$$\rho_c = \frac{P}{A} \quad \text{Ec. 1.27}$$

1.7.6 FACTOR DE CARGA

Es la relación entre la carga promedio durante un determinado período y la carga máxima que ocurre en dicho período.

$$F_C = \frac{\overline{P_i}}{P_{max}} \quad \text{Ec. 1.28}$$

1.7.7 FACTOR DE COINCIDENCIA

Es la relación entre la demanda máxima coincidente de un grupo de consumidores y la suma de las demandas máximas individuales de dichos consumidores.

$$F_{coinc} = \frac{D_m}{\sum_{i=1}^n D_{mi}} \quad \text{Ec. 1.29}$$

1.8 FORMULACION DE HIPOTESIS

- 1- Existe un crecimiento de la carga demandada.
- 2- Los hábitos de consumo son iguales en todos los estratos sociales.
- 3- El crecimiento de la carga demandada es el mismo en los diferentes estratos.
- 4- Carga demanda es directamente proporcional al área construida.
- 5- Carga demanda es igual a carga instalada.
- 6- El crecimiento de la carga demandada es considerado en el diseño de instalaciones residenciales.

1.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.El método de muestreo que mejor se ajusta a este trabajo es el "muestreo aleatorio estratificado", porque las clases se miden por estratos y toda la población tiene la misma probabilidad de ser tomada como muestra, ya que se asume para este estudio que la muestra tiene servicio de energía eléctrica.
- 2.Como resultado de la anterior observación se optó por realizar dicho estudio con un criterio diferente, pero razonable. Dicho criterio se basa en la "solvencia económica", ya que esta es la que establece el poder adquisitivo. Se establece como parámetros las colonias que solo pueden ser adquiridas por personas, con una buena solvencia económica. Las colonias fueron seleccionadas de acuerdo a su situación geográfica (plusvalía).
- 3.Para que la muestra del estudio sea confiable, se hace necesario tener criterio en cuanto al tipo de muestreo que debe ser utilizado.
- 4.El método de mínimos cuadrados es la mejor herramienta matemática que servirá en este trabajo para poder determinar el tipo de relación que tendrán los parámetros eléctricos y físicos que serán involucrados en los siguientes capítulos.

CAPITULO 2

METODOS ACTUALMENTE EN VIGENCIA Y EQUIPO A UTILIZAR

2.1 INTRODUCCION

Actualmente en el país, para calcular alimentadores son utilizados los siguientes métodos:

- a) Gráficos
- b) Tablas
- c) Relaciones ó ecuaciones

Estos métodos se basan en códigos extranjeros que nacieron con la necesidad de normar el país en cuestión, pero aplicado a un país con un nivel de vida diferente, dichos métodos pueden tener errores que conllevan a un cálculo inadecuado de los alimentadores y transformadores, lo cual, causa en la mayoría de casos problemas a los usuarios de la energía eléctrica. En muchos casos, estos métodos son utilizados de manera parcial y subjetiva por los diseñadores de obras eléctricas.

Se dice parcial porque no se toman en cuenta en algunos casos otros elementos que deben ser considerados:

- Crecimiento futuro del inmueble.
- Dimensionado del alimentador para futuras cargas.
- Circuitos de reserva.

Y cuando se utilizan los circuitos de reserva, no tienen claro qué y para qué el circuito de reserva, dimensionandolo o utilizandolo para balancear el sistema.

En este trabajo se ha realizado una investigación de los métodos y reglamentos que se deben cumplir para la ejecución de instalaciones eléctricas en el sector residencial, las cuales, se basan en el Reglamento Interno de obras e instalaciones eléctricas de El Salvador (ANEXO A).

2.2 METODOS

En esta sección se realizó una investigación de los diferentes métodos que utilizan los diseñadores para realizar sus obras.

2.2.1 METODO 1.

Se suma la carga total instalada y a esta se le aplica el factor de demanda que se encuentra en el Reglamento interno de obras e instalaciones eléctricas de El Salvador ANEXO A.

Este método es muy aplicado tanto por electricistas como por ingenieros, el único inconveniente está en que las cargas se asumen estandarizadas y si no se aproximan, desde este momento se vuelven subjetivas, porque depende de cómo y quién aplique dicho factor.

2.2.2 METODO 2.

En este, se aplica un factor por carga unitaria ANEXO B (factor de demanda de cocinas, luminarias, tomas, etc.).

Este método es el más exacto y el más adecuado de utilizar en las zonas de mayor plusvalía, debido a que el tipo de carga instalada no es uniforme dado el nivel económico de cada sujeto en particular. Este método presenta una desventaja la que consiste en lo tedioso que se vuelve trabajar con él, ya que, se calcula la carga por ramal.

2.2.3 METODO 3.

Método empirico o tradicional.

Este método es debido a que directamente no tiene bases científicas. Este hecho ocasiona un mal dimensionamiento en todos los datos ocupados.

En la mayoría de los casos es aplicado o es obtenido asumiendo que la carga es homogénea. Dicha situación es

debida a que muchas veces el electricista no tienen criterios ni preparaci3n para dichos c3lculos.

No existen documentos que puedan respaldar esta teor3a solo los efectos.

2.3 EQUIPO A UTILIZAR

2.3.1 MEDIDOR DE MAXIMA DEMANDA LOAD LOGGER

La Compa3a Delsur y CAESS autorizar3n el prest3mo de un equipo de medici3n de demanda m3xima llamado Load Logger el cual, tiene las siguientes especificaciones:

El m3ximo voltaje que puede tener el conductor en el cual se realizan las mediciones es 69 KV linea a linea. El equipo trabaja a una frecuencia de 45 a 65 Hz. Su rango de corriente es de 0 a 1000 A. Puede soportar picos de hasta 50,000 A de 2 segundos de duraci3n, pero, dicho aparato puede trabajar con 2,000 A indefinidamente. Los datos de salida se obtienen v3a una interface especial de computadora basada en un puerto RS-232 en modalidad serie. El tiempo de transferencia de datos es hasta de 45 segundos. Tiene una tarjeta interna con una bateria de lithium de 7.2 voltios. La resoluci3n del equipo es de 1 A. Su error es menor del 5% de la resoluci3n indicada, $\pm 1A$. Contiene un reloj interno de tiempo real, el m3ximo error de tiempo es un minuto por dos semanas sobre el rango de temperatura especificado. Los rangos aceptables de temperatura de operaci3n son de -40 a 131° Fahrenheit 6 -40 a 55° Centigrados. Este equipo tienen un peso de 3.61 lbs. ANEXO C.

2.3.2 MEDIDORES DE MAXIMA DEMANDA SANGAMO-CW

Estos equipos est3n dise3ados para medir la demanda en circuitos monof3sicos de dos o tres alambres.

Este medidor tiene valores de aislamiento altos, en elementos de corriente y de potencia, cojinetes magn3ticos para operaci3n libre de fricci3n y moldura de una sola pieza, manteniendo todos los componentes en alineamiento exacto, asegurando una precisi3n de funcionamiento y libre

de problemas. Aproximadamente, estos equipos pesan 6 lbs, lo cual, es una desventaja con respecto al LOAD LOGGER que es más liviano.

2.3.3 MEDIDORES DE DEMANDA SANGAMO-QUANTUM ST-200

Este medidor 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.

Contiene transformadores de alimentación y transformadores de corriente y de voltaje que reducen los voltajes y corrientes de fase a valores apropiados para los módulos de alimentación y de conversión A/D.

Toma voltajes bajos del transformador de alimentación y proporciona voltajes regulados para los circuitos electrónicos.

Toma señales de corriente y de voltaje del módulo de transformadores, calcula cantidades de potencia instantánea en las tres fases, y envía esta información al procesador de registro.

2.3.4. VENTAJAS DEL LOAD LOGGER

Es de suma importancia en este estudio obtener hora y día en el cual, se da la máxima demanda para este tipo de vivienda. La razón de lo anterior es por el hecho de obtener las relaciones dadas en el capítulo 1 y para la obtención de gráficas que son de vital importancia en este trabajo. Este equipo nos da la ventaja de poder conocer lo que se ha descrito anteriormente.

Tal equipo es programable y puede sensar corriente obteniéndose así potencia instantánea.

La potencia instantánea se obtuvo considerando que el voltaje es constante con un valor de 110 voltios monofásicos o 220 monofásico.

2.4 PLAN DE TRABAJO

Después de realizar las mediciones de máxima demanda se deberá obtener la corriente instantánea a la hora y el día que indique el equipo descrito anteriormente. La razón de los anterior, es para adquirir una muestra mayor de la que se calculó en el capítulo 1. Para estáo, se utilizará un amperímetro de tenaza, que presenta la ventaja de que el suministro de energía no sufre ninguna interrupción al hacer dicha medición.

Si por alguna razón las compañías de Distribución de Energía Eléctrica tiene algún contratiempo para facilitar el equipo descrito en los párrafos anteriores por más tiempo del solicitado, se obtendrá una muestra mayor colocando por un tiempo mínimo de 5 minutos un amperímetro de tenaza el día y la hora que indique el LOAD LOGGER en el que ocurre la máxima demanda de corriente en la acometida de un número determinado de residencias que tengan las características antes descritas.

La forma de trabajo se divide en dos etapas:

- a) La obtención de la carga instalada.
- b) La obtención de la máxima demanda.

Para obtener carga instalada y otros datos como el área construida y longitud de frente se elaborarán encuestas, las que serían constestadas en una entrevista junto con los dueños de las residencias. Estas iban acompañadas con una carta de presentación firmada y avalado por el coordinador y vecino de estas residencias. Estas encuestas fueron entregadas en cada una de las residencias en sobres con la carta de presentación en la que se incluyó un teléfono para solicitar información a su vecino y se confirmará la entrevista.

El resultado no fue favorable por lo que esta opción fué descartada.

La situación descrita en el último párrafo llevó a replantear la estrategia a seguir y se optó por utilizar los

planos que en los archivos de la DEHM se encontraban. De tales planos se obtuvo la siguiente información:

- a) Nombre del dueño de la residencia.
- b) Ubicación de la residencia.
- c) Area construída.
- d) Longitud de frente de la residencia.
- e) Carga Demandada según planos.
- f) El factor de Demanda aplicado.

Con esta información se procede a la siguiente etapa que consiste en la elaboración de una calendarización de la colocación del equipo Load Logger con la colaboración de CAESS y Delsur. En dichos equipos se obtienen gráficas de carga versus tiempo con ésta se puede obtener un tiempo estimado donde se dá la máxima demanda, que es de vital importancia para este trabajo.

Con todos los datos recabados se procedió a graficar:

- a) Area construída vrs. Carga instalada.
- b) Longitud de frente vrs. Carga instalada.
- c) Carga instalada vrs. Carga demandada.
- d) Area construída vrs. Carga demandada.
- e) Longitud de frente vrs. Carga demandada.

2.4.1 PLAN DE MEDICIONES

El plan de mediciones se realizará dependiendo de la disponibilidad de equipo y recurso humano de CAESS y Delsur.

El primer paso que se realizó fué dividir las zonas de mayor plusvalía en San Salvador y El Departamento de La Libertad. Las zonas son las siguientes:

- a) Colonia Escalón y colonias aledañas.
- b) Colonia San Benito.
- c) Lomas de Altamira
- d) Santa Elena
- e) Santa Teresa.
- f) Colonia San Francisco.

2.4.2 BITACORA DE MEDICIONES

Las mediciones de demanda máxima se realizarón por CAESS, de la siguiente forma:

17 de Mayo	al	20 de Mayo	Cumbres de la Escalón.
24 de Mayo	al	27 de Mayo	Colonia Escalón.
31 de Mayo	al	3 de Junio	Colonia Escalón.
7 de Junio	al	10 de Junio	Col. San Benito.

Las mediciones realizada por Delsur fuerón calendarizadas como a continuación se detalla:

24 de Mayo	al	27 de Mayo	Urbanización Lomas de Altamira.
31 de Mayo	al	3 de Junio	Urbanización Lomas de Altamira.
7 de Junio	al	10 de Junio	Urbanización Santa Elena.
14 de Junio	al	17 de Junio	Santa Teresa.

Debe mencionarse que la cantidad de equipo que utilizó CAESS fue mayor que la utilizada por Delsur. Este fue un factor importante para completar la muestra requerida.

Otro factor que es necesario señalar, es que los LOAD LOGGER fueron colocados para que tomarán el valor de corriente entre 5 y 10 minutos.

Toda las mediciones se realizaron de Viernes a Lunes, en por lo menos 8 residencias a la vez, aunque algunas veces la compañía Delsur tuvo dificultades para instalar todo el equipo.

De los equipos se obtuvo la siguiente información:

Rango de tiempo de máxima demanda
Rango de corriente demandada

Estas mediciones fueron realizada por personal de CAESS y Delsur, la colocación de estos equipos se realizó en la acometida de la residencia que sale del poste, ya que el peso de estos equipos prodria romper la acometida misma.

El equipo era instalado los días Viernes por la tarde y era retirado los Lunes por la tarde.

En la compañía Delsur, esta mediciones tuvieron atraso debido a que en dicha compañía el equipo es reducido, además surgieron emergencias y se dañaron algunos de estos equipos por lo que las mediciones se realizaron en menor cantidad y solo como una comprobación de la tendencia obtenida el la compañía CAESS.

En la siguiente hoja se presenta la tabla de datos recabados preliminares a los datos de campo que determinarán cual es el resultado de toda la investigación.

2.5 CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- 1.El uso del método adecuado conlleva a un ahorro económico en el usuario y a una mejor protección de la instalación eléctrica de su casa de habitación.
- 2.La determinación del concepto clase alta está determinado no por el precio sino por su solvencia económica adquirida. Dependiendo de esta solvencia, así es el tipo de instalación eléctrica que tienen las viviendas.
- 3.Actualmente, el factor de demanda para residencias es 0.7, parámetro tomado como una regla por los diseñadores.
- 4.En la tabla de datos recabados se observa que no existe una relación confiable en cuanto al área de construcción con la carga instalada y la longitud de frente con con carga instalada. Esto es a partir de datos de tabla, porque en esta etapa aún no se han realizado gráficas.
- 5.El área construida no determina la posición económica de la persona, sino, la carga instalada de la casa de habitación, puesto que el costo de instalación en este tipo de vivienda es muy alto. Esta conclusión será apoyada en el capítulo siguiente con los datos obtenidos de campo y el costo de energía mensual que tienen estos usuarios.
- 6.Se hace necesario tomar un margen de error en cuanto a los datos recabados en la DEMH, porque se pudo constatar en una parte pequeño de la muestra que el parámetro área de construcción crece o se mantiene. Esto implica un incremento en la carga instalada. Aunque estos valores se mantuvieron en un nivel mínimo.
- 7.Es importante observar que este tipo de casa de habitación no contrata personal que no sea calificado. Esto quiere decir, que los diseños son elaborados por ingenieros especializados en el ramo.

CAPITULO 3

ANALISIS DE RESULTADOS

3.1 INTRODUCCION

Con la información obtenida, gracias a la colaboración de la compañías generadoras de energía eléctrica. Se procede a analizarlas, por medio de un soft-ware de aplicación para analisis estadístico (EXCELL Y HP-48GX).

Con ayuda de estos soft-ware, se procede a analizar las muestras, obteniendose las mejores ecuaciones con el mas alto valor de correlación. También se obtienen promedios, covarianzas, máximos, mínimos, frecuencias para cada caso en analisis.

Un parámetro muy importante para razones de diseño son los kilowatts hora consumidos, ya que este determina los hábitos de consumo que se dan este sector, observandose tambien el comportamiento de este parámetro respecto de los otro parámetros. (area, longitud de frente, carga instalada, carga demandada máxima).

Finalmente se recopilan todas la ecuaciones y tendencias para ser analizadas y determinar si estas pueden ser utilizadas para fines de diseño en obras eléctricas, o obtener parámetros que puedan ser utilizados para este fin.

3.2 INFORMACION INICIAL

En los datos obtenidos en la DEHM, en los libros donde están todos los proyectos aprobados, puede obtenerse la siguiente información:

Número de circuitos a 110 Voltios
Número de circuitos a 220 Voltios
Número del expediente del plano
Dirección de la residencia
Nombre del dueño de la residencia

Estos datos se pueden constatar en el ANEXO D y ANEXO E

De los datos se obtuvo:

Promedio de cktos de 110 V: 19, error \pm 7
Mínimo número de cktos de 110 V: 10
Máximo número de cktos de 110 V: 39

Promedio de cktos de 220 V: 6, error \pm 2
Mínimo número de cktos de 220 V: 1
Máximo número de cktos de 220 V: 13

Muestras analizadas: 111 grupos de datos

Todos los datos antes descritos están en el ANEXO F.

De todos los circuitos a 110 V por lo menos 6 son de luminarias, el resto son tomacorrientes y 4 de reserva para futura carga en algunos casos. En general 1000 W por circuito.

- Luminarias: Protección 15 A. Este tipo de circuito se carga a un máximo del 80% de su corriente nominal¹, esto equivale a 12 A por circuito. Se espera una carga instalada promedio de 1320 W por circuito, ya que durante la etapa de diseño se asume un máximo de 100 W por luminaria, y 13 luminarias por circuito.

¹ POR RAZONES DE SEGURIDAD EN EL DISEÑO SIMPRE SE DEJA UN FACTOR DE SEGURIDAD DEL 20%

- Tomacorrientes: Protección 20 A. Al igual que en las luminarias, la máxima carga demandada deberá ser del 80% de la corriente nominal¹ de protección, es decir 16 A. Se espera una carga instalada promedio de 1760 W distribuida entre 9 tomacorrientes dobles, a cada uno de los cuales se le asigna una carga de 200 W.

Una carga instalada típica podría ser:

$$4000 + (6 \times 1320) + (9 \times 1760) = 27.8 \text{ KW } 1\phi \text{ 110 V}$$

- La carga trifilar se protege por lo general a 30 A, donde la demanda deberá estar al 80% de la corriente nominal de protección, es decir 24 A, dando una carga instalada promedio por circuito de 5.2 KW.

La carga instalada típica sería entonces de:

$$6 \times 5.2 \text{ KW} = 31.6 \text{ KW } 1\phi \text{ 220 V}$$

Si balanceamos a una carga promedio 110V/1 ϕ tenemos una carga instalada promedio de 29.72 KW.

3.2.1 AREA CONSTRUIDA²

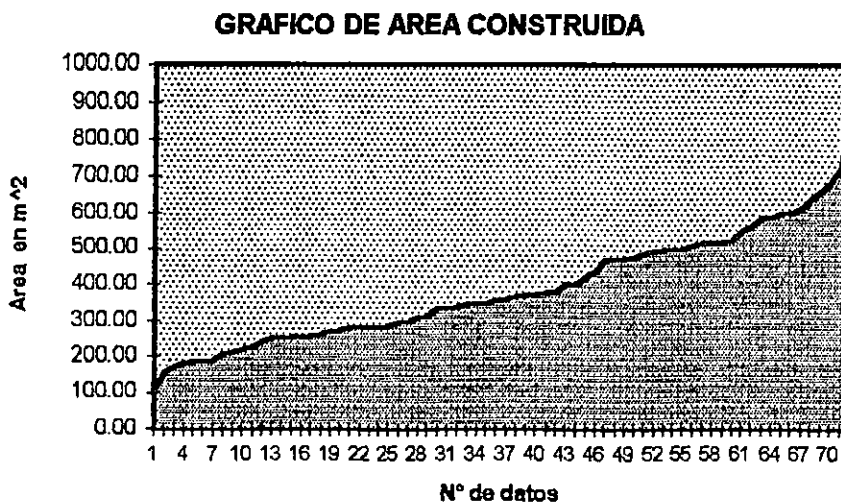


Figura 3.1

² TODO AQUELLO DEL TERRENO QUE SE ENCUENTRA BAJO TECHO (TEJA, LOZA, LAMINA ECT.)

La gráfica 3.1 indica que existen:

- 4% entre 103 y 160 m²
- 9% entre 176 y 230 m²
- 19% entre 243 a 300 m²
- 14% entre 376 y 429 m²
- 42% entre 442 y 500 m²
- 10% entre 575 y 629 m²
- 2% entre 649 y 968 m²

Ver ANEXO E, columna 4.

Esto arroja un promedio de 389.55 m² ± 161.47

Cuando se realizó el análisis se tomaron dos etapas en las que se analizaron todas las muestra y el otro donde el area se subdividio.

El limite inferior de 300 m², fué considerado ya que en otro estudio³ se habian tomado areas menores a esta.

Considerando que este estudio se realizó para un estrato de la sociedad denominado clase alta. Asumimos que en este estrato las areas deberán andar superiores o iguales a el limite propuesto.

3.2.2 LONGITUD DE FRENTE

Este dato anexo E, columna 5, nos dice que no existe una tendencia bien definida, ya que los resultados muestran un patrón un tanto caprichoso y sujeto a la disposición geográfica del área en que se va a construir.

El diagrama de barras muestra esta situación, mostrando una disposición desordenada de los datos. Esta situación causo

³ DETERMINACION DE CARGAS UNITARIAS EN Kw Y Kwh POR ZONAS Y ESTRADOS SOCIALES Y SU DISTRIBUCION TEMPORAL A LO LARGO DE DIAS Y MESES

que este parámetro no fuese tomado en cuenta en este estudio.

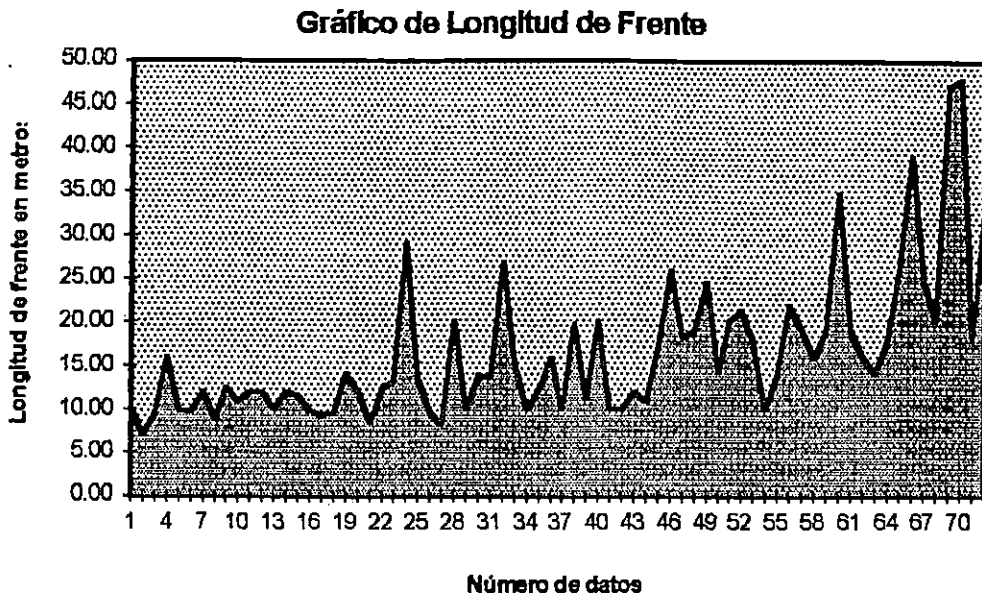


Gráfico 3.2

3.2.3 CARGA INSTALADA PROYECTADA

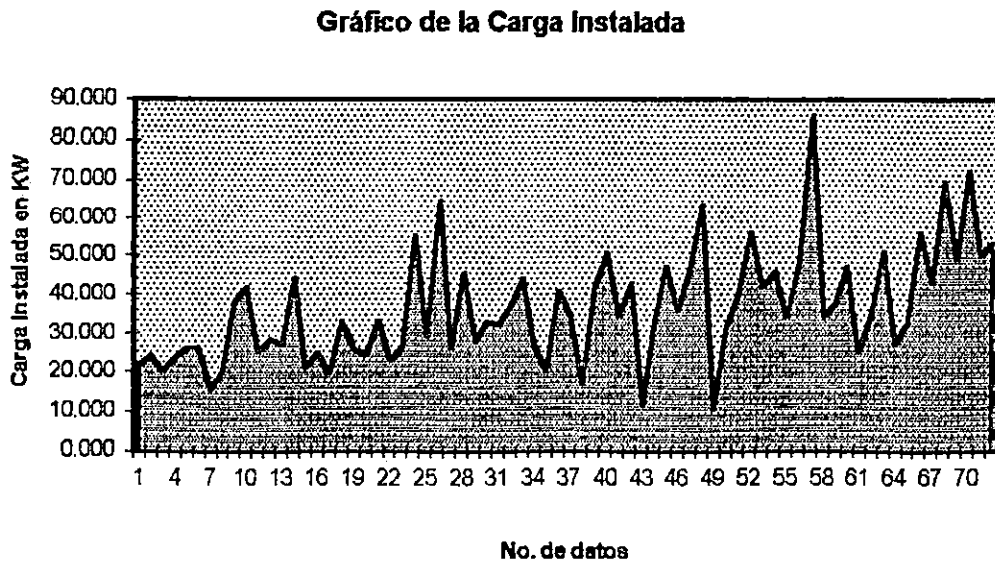


Gráfico 3.3

DEFINICION:

Suma de todas las cargas unitarias existentes en una residencia. Una aclaración muy importante respecto de este parámetro de diseño es el hecho que el diseñador deja siempre un margen de seguridad sobre la carga que se espera sea utilizada, sea esta luminarias o tomacorrientes. Cuando se calcula el alimentador, se toma en cuenta este dato como punto de partida.

Esta definición viene al caso porque en este estudio se utilizó como carga instalada la existente más el margen de seguridad, y no solamente la suma de cargas instaladas en el presente.

Del gráfico 3.4 de Carga Demandada se tiene:

Gráfico de Carga Demandada

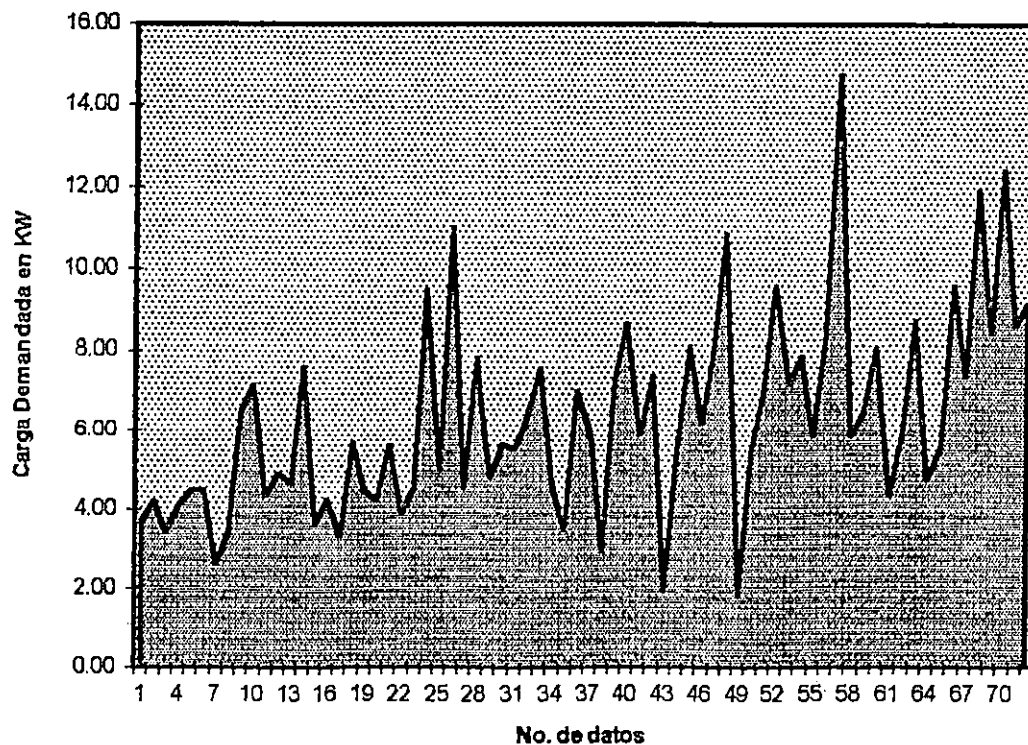


Gráfico 3.

28% de los datos de carga instalada se encuentran entre 30 y 40 KW, confirmando el análisis realizado con la información del cuadro. Ver ANEXO E, columna 2.

3.2.4 FACTOR DE DEMANDA DE PLANOS

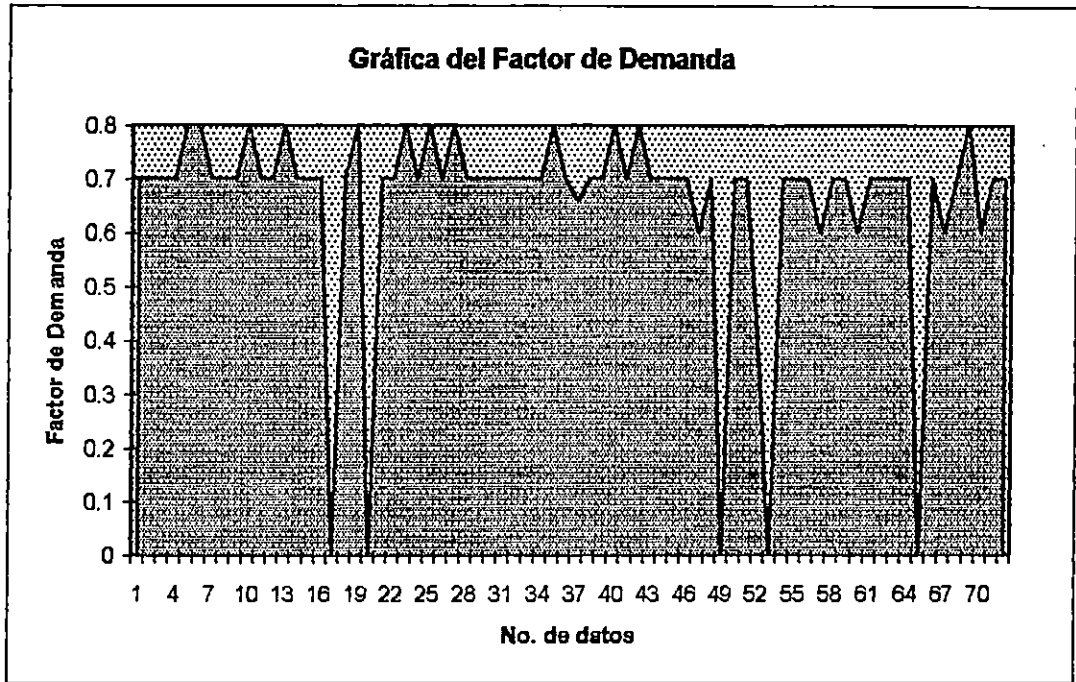


Gráfico 3.5

Este factor es por lo general 0.7, y se aplica por lo general sin realizar mayores análisis. Un gráfico de FD refleja que de 92% de los datos utilizan 0.7. Ver ANEXO E, columna 6.

Este número decimal representa la probabilidad que en el peor de los casos la carga máxima esperada sea solamente esta fracción de la carga instalada.

3.3 ANALISIS DE DATOS

CORRELACION Y TENDENCIAS

3.3.1 CARGA INSTALADA vrs. MAXIMA CARGA DEMANDADA

Según la ecuación de Factor de Demanda:

$$FD = DM/CI$$

Dividiendo la columna 2 entre la 4 se obtuvo una columna de FD por residencia. Los valores encontrados representan la máxima carga demandada de la carga total instalada, definición ya estudiada del factor de demanda. Ver ANEXO E, columna 7.

A partir de un histograma o distribución de frecuencias de obtiene:

DISTRIBUCION DE FACTORES DE DEMANDA

FACTOR DE DEMANDA	PORCENTAJE
0.00 - 0.05	10
0.05 - 0.10	15
0.10 - 0.15	61
0.15 - 0.20	4
0.20 - 0.25	7
0.25 - 0.30	2
0.30 - 0.35	0
0.35 - 0.40	0
0.40 - 0.45	0
0.45 - 0.50	1

TABLA 3.1

En la tabla se observa que la máxima frecuencia de datos se encuentra entre 0.1 y 0.12, lo cual equivale a decir que:

- El intervalo de valores de FD es [0.03 , 0.26]. En el momento de elaborar un diseño por lo general se utiliza el valor más alto por seguridad.

GRAFICA CARGA INSTALADA PROYECTADA VRS CARGA DEMANDADA MAXIMA

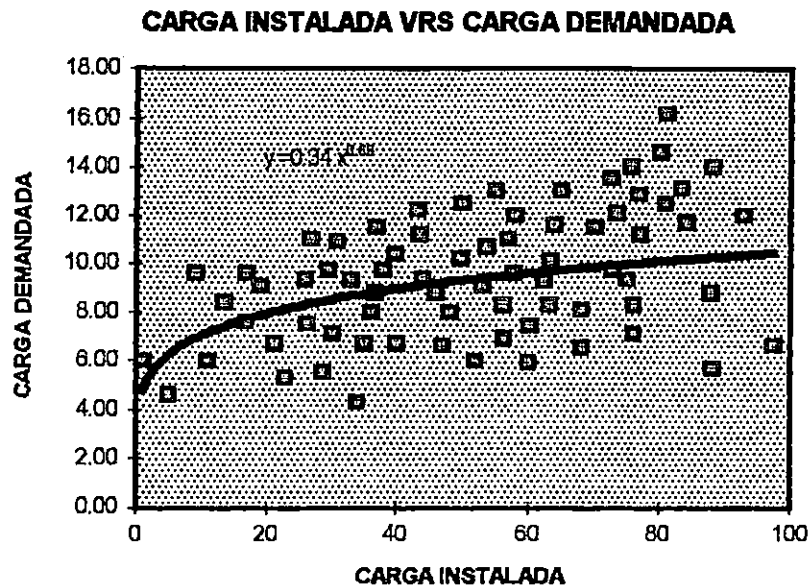


Gráfico 3.6

La gráfica 3.6 indica que existe correlación entre estos datos, con una dispersión muy buena.

Ecuación: $DM = 0.34 CI^{0.69}$
Correlación: 0.52
Covarianza: 0.11

donde **DM:** Demanda Máxima
CI: Carga Instalada

Del gráfico CARGA INSTALADA vrs. CARGA DEMANDADA MAXIMA obtenemos:

La ecuación obtenida, tiene una correlación bastante aceptable y la covarianza indica que el ecuación es bastante confiable para análisis de diseño.

Por definición $FD = DM/CI$, si se divide la columna 2 y la columna 4, cada cociente representa un factor de demanda por residencia. El cociente obtenido se encuentra en un rango del 0.1 al 0.12 donde existe la mayor concentración de estos datos.

Otro dato obtenido a partir del grafico 3.6, da la tabla siguiente:

FACTOR DE DEMANDA DADO EL RANGO DE CARGA INSTALADA

CARGA INSTALADA PROYECTADA EN KW RANGOS	FACTOR DE DEMANDA
4.85 - 5.65	0.14
5.65 - 7.27	0.13
7.27 - 8.88	0.12
8.88 - 12.92	0.11
12.92 - 18.58	0.10
18.58 - 25.85	0.09
25.85 - 39.58	0.08
39.58 - 63.00	0.07
63.00 -	0.06

TABLA 3.2

En la tabla anterior se puede observa que a medida que la carga instalada aumenta los rangos agrupan mas datos y e factor de demanda disminuye.

Como era de esperarse aunque este parametro sea relativamente pequeño para el tipo de residencias acostumbradas a analizar, podemos observar que un 10% de la carga consumida en este tipo de residencias es equivalente a la carga instalada en residencia de la clase baja y quizá mas grande.

3.3.2 AREA CONSTRUIDA

3.3.2.1 AREA CONSTRUIDA VRS. CARGA INSTALADA

AREA CONSTRUIDA VRS. CARGA INSTALADA PROYECTADA

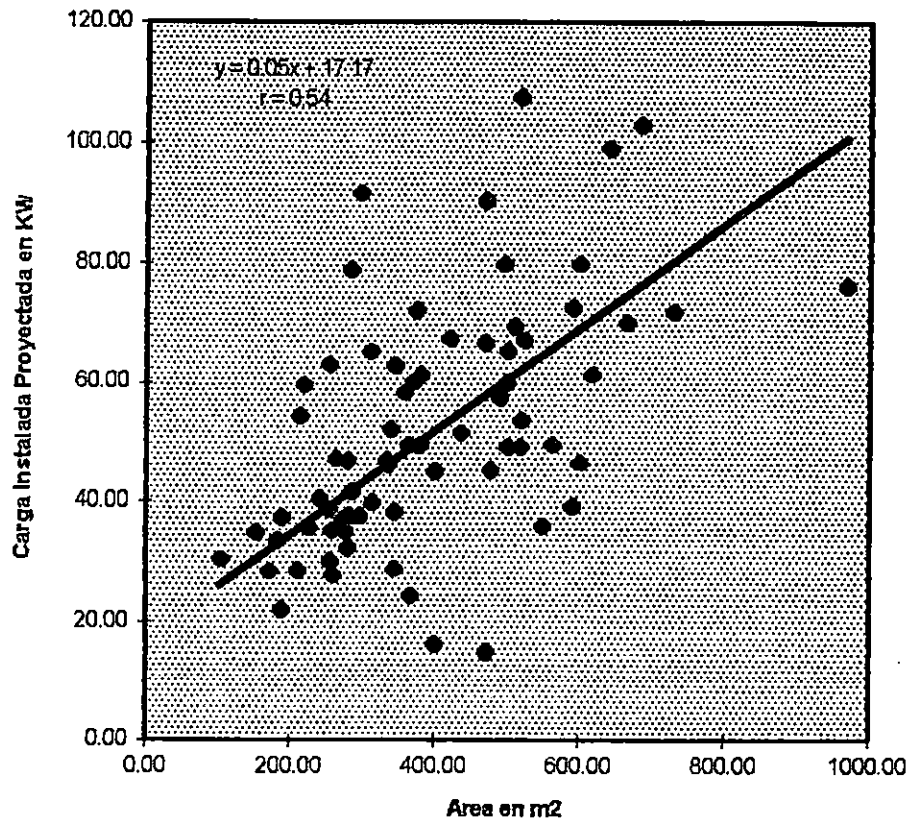


Gráfico 3.7

Ecuación: $CI = 17.17 + 0.05AC$
Correlación: 0.54
Covarianza: 1276.44

donde **CI:** Carga Instalada
AC: Area Construida

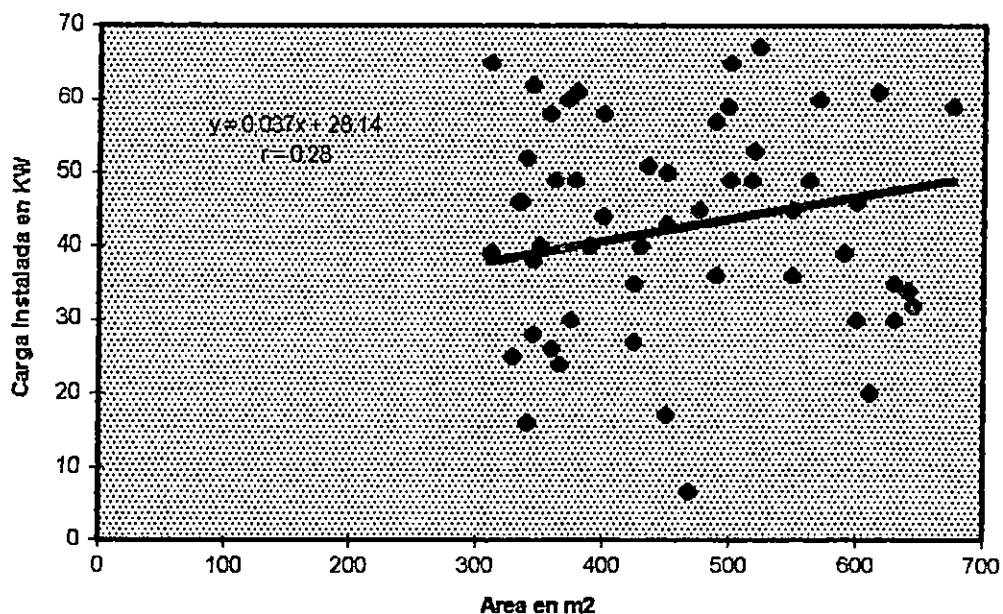
Aunque la correlación se encuentra en el rango de aceptación, la dispersión es elevada, indicando que los datos son no homogéneos.

Tanto el área construida como la carga instalada son dos parámetros importantes a la hora del diseño.

Existe la hipótesis que el área construida determina la carga a instalar. Esta hipótesis tiene sentido si los datos muestreados estuviesen en estratos de la clase media, donde las cargas son de una manera homogéneas. Lo anterior tiene su base en un estudio realizado con anterioridad¹, considerando áreas superiores a 300 m², es estudio reflejó lo siguiente:

ANÁLISIS PARA ÁREAS MAYORES DE 300 M²

GRÁFICO DE CARGA INSTALADA VRS. ÁREA CONSTRUIDA



Grafica 3.8

La grafica 3.8, indica una gran dispersión, debido a la gran gama de cargas instaladas y que en estas residencias es común.

La ecuación muestra un comportamiento lineal, pero la correlación encontrada por el análisis estadístico indica

que dicho correlación no es confiable para razones de diseño.

Ecuación: $CI = 28.1 + 0.004 AC$
Correlación: 0.3
Covarianza: 671.9

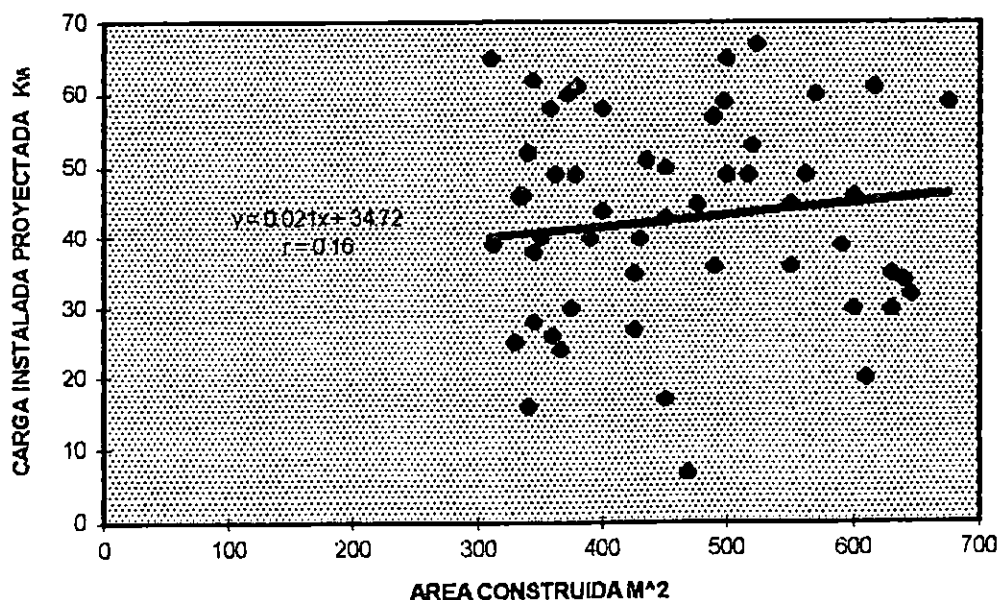
El hecho de que la carga instalada sea grande indica que su comportamiento con el tiempo es de crecimiento casi imperceptible.

Durante el analisis se obtuvieron datos que se salian del comportamiento comun, una investigación indicó que en esta residencias, se encontraban oficinas que no son parte del estudio por lo tanto fueron eliminadas de la base de datos.

Otros datos no eran oficinas, pero la carga instalada eran demasiado bajas, al investigar se encontró que en dicha residencia, se encontraban casi deshabitadas es decir; el area construida en relación a los que la habitan no es proporcional.

Una vez eliminados estas muestras la grafica quedó:

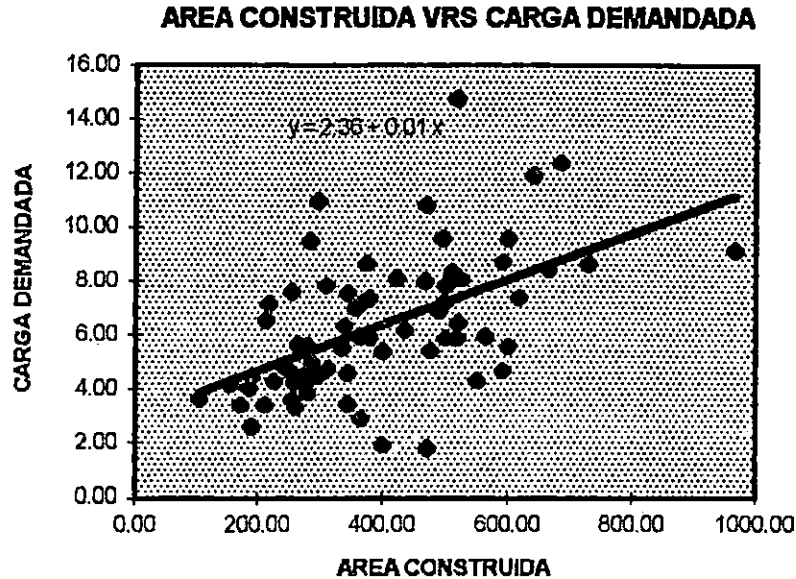
AREA CONSTRUIDA VRS CARGA INSTALADA PROYECTADA



Gragica 3.9

Ecuación $CI = 34.72 + 0.021 AC$
Correlación 0.16
Covarianza 296.79

3.3.2.2 AREA CONSTRUIDA vrs. DEMANDA MAXIMA



Ecuación: $DM = 2.36 + 0.01 AC$
Correlación: 0.42
Covarianza: 224.31

donde **DM:** Demanda Máxima
AC: Area Construida

Del gráfico AREA CONSTRUIDA vrs. DEMANDA MAXIMA obtenemos:
El gráfico y la ecuación muestran que aunque su comportamiento es lineal, estos datos correlacionan en el límite del rango de aceptación.

ANALISIS PARA AREAS MAYORES DE 300 M²

GRAFICO CARGA DEMANDADA VRS. AREA CONSTRUIDA

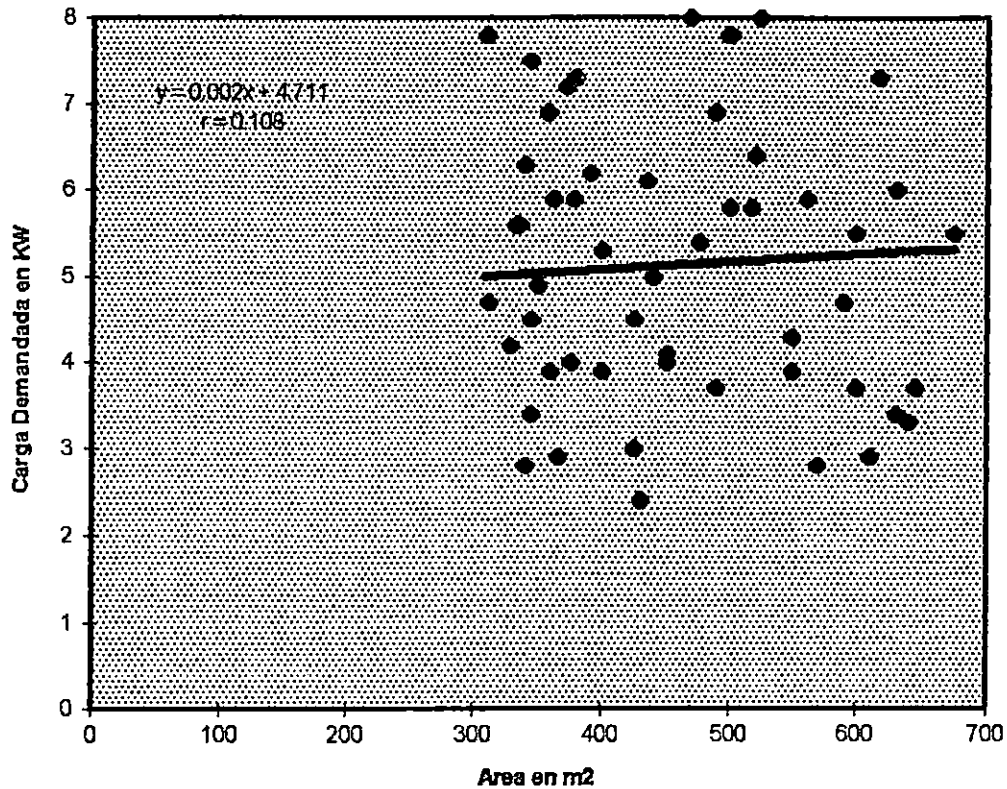


Grafico 3.11

Ecuación	$DM = 4.7 + 0.002 AC$
Correlación	0.108
Covarianza	29.6

La gráfica 3.9, refleja la muestra sin el ajuste realizado al eliminar los puntos ya mencionados en el análisis anterior.

Al eliminar estos datos la grafica:

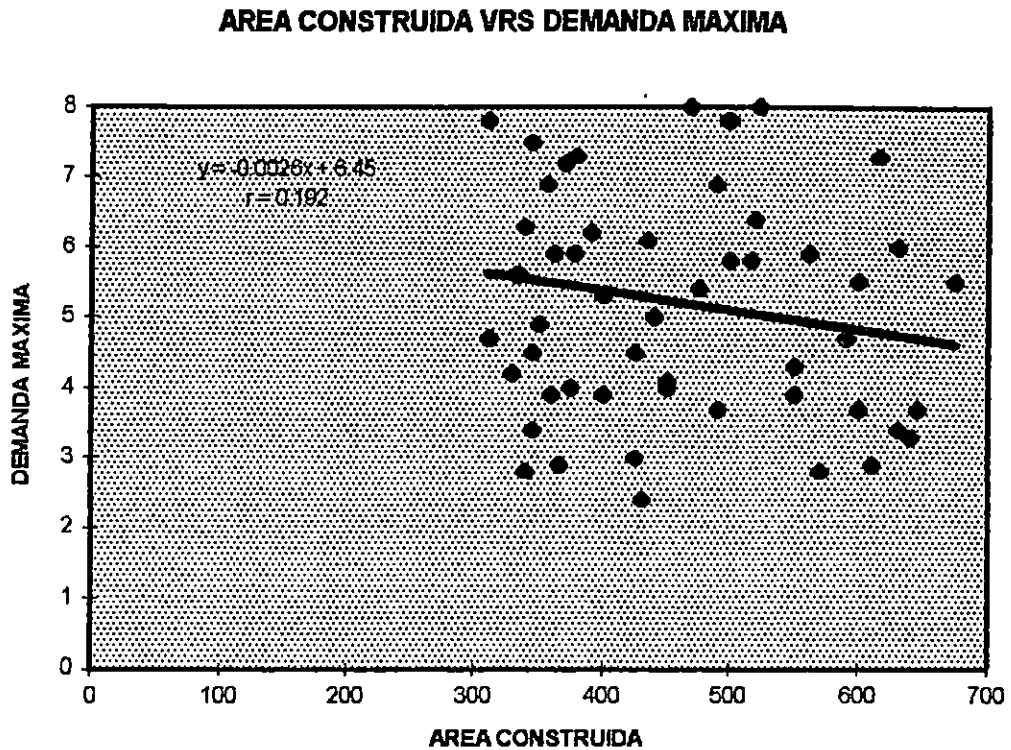


Gráfico 3.12

Ecuación $DM = 6.45 - 0.0026 AC$
Correlación 0.192
Covarianza 37.48

Cuando estos puntos son eliminados la grafica 3.12, disminuye la correlación, aunque se mantiene con tendencia lineal, pero su pendiente se vuelve negativa indicando que a medida que aumenta el area la demanda máxima tiende a disminuir.

3.3.2.3 AREA CONSTRUIDA vs. KILOWATTS CONSUMIDOS

Un parámetro muy importante utilizado en la ingeniería, cuando se está diseñando o proyectando ya sea una obra eléctrica residencial, o un proyecto de electrificación en

area urbana es los kilowatts consumidos ya que este parámetro es un indicador de hábitos de consumo.

Con este parámetro se pueden proyectar, los KVA promedios que proclaman ser utilizados en un proyecto de electrificación, determinando el transformador que alimentará dicha carga.

El gráfico:

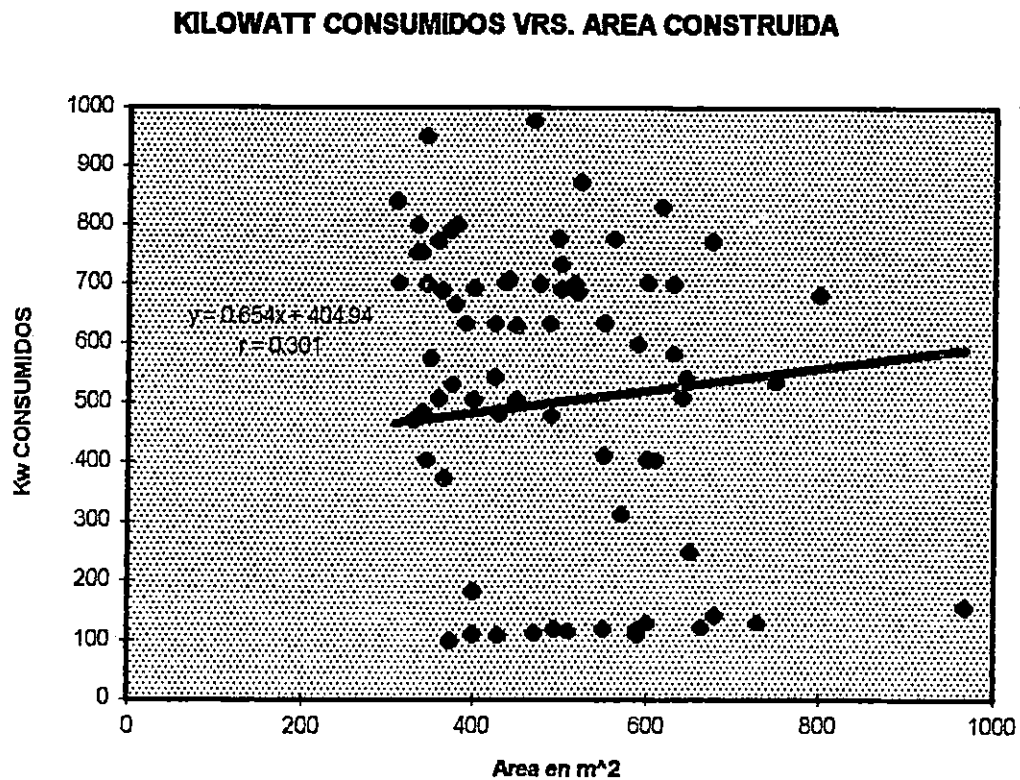


Gráfico 3.13

Ecuación $Kw = 404.94 + 0.654 AC$
Correlación 0.301
Covarianza 11,646.92

El análisis estadístico indica que la mejor tendencia es la lineal.

Aunque la correlación indica que para razones de diseño no es prudente el uso de estos resultados.

En la gráfica 3.13, se observan que unos puntos se encuentran con un consumo bajo al promedio a los otros datos muestreados.

Una investigación de campo indicó que estas muestras, las residencias eran habitadas por pequeñas familias.

Cuando estas muestras fueron eliminadas con previa justificación los gráficos sufrieron grandes alteraciones en su comportamiento.

Así el gráfico área construida vs kilowatts consumidos quedó:

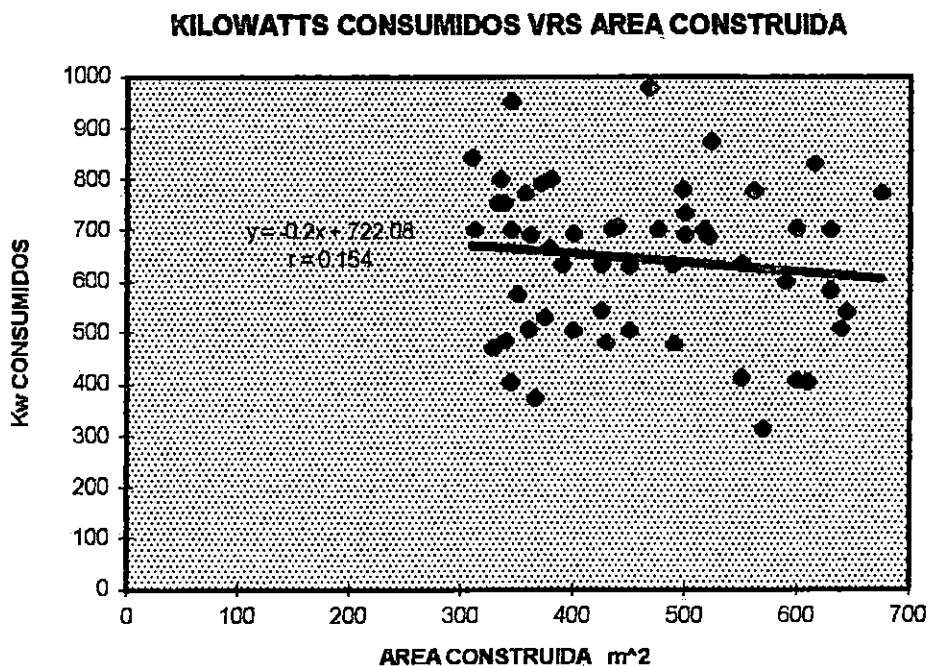


Gráfico 3.14

Ecuación	$Kw = 722.08 - 0.2 AC$
Correlación	0.154
Covarianza	3.013.85

3.3.2.4 RESUMEN DE TENDENCIAS Y CORRELACIONES

CARGA INSTALADA PROYECTADA

	TODA LA MUESTRA	MUESTRA >300 M ²	SUB MUESTRA > 300 M ²
ECUACION	CI = 17.17 + 0.05AC	CI = 28.1 + 0.004 AC	CI = 34.72 + 0.021 AC
CORRELACION	0.54	0.3	0.16
COVARIANZA	1276.44	671.9	296.79

TABLA 3.3

CARGA DEMANDADA MAXIMA

	TODA LA MUESTRA	MUESTRA > 300 M ²	SUB MUESTRA > 300 M ²
EUCACIÓN	DM = 2.36 + 0.01 AC	DM = 4.7 + 0.002 AC	DM = 6.45 - 0.0026 AC
CORRELACION	0.42	0.108	0.192
COVARIANZA	224.31	29.6	37.48

TABLA 3.4

KILOWATTS CONSUMIDOS

	TODA LA MUESTRA	MUESTRA > 300 M ²	SUB MUESTRA > 300 M ²
ECUACION		Kw = 404.94 + 0.65 AC	Kw = 722.08 - 0.2 AC
CORRELACION		0.301	0.154
COVARIANZA		11,646.92	3.013.85

TABLA 3.5

La serie de datos que fueron eliminados, se fundamento en la gráfica 3.14, indicando que los hábitos de consumo alteraban el comportamiento del estudio.

Los puntos eliminados, tuvieron repercusiones, en todos los gráficos ya elaborados, de aquí que del las ecuaciones podemos observar:

En todas las tablas, la correlación disminuye cuando la muestra es restringida a áreas mayores de 300 m², hasta llegar a un valor que no se encuentra en el rango de valores aceptables.

El comportamiento subsiguiente, por la eliminación de los puntos antes expuestos:

- Para el gráfico 3.8, la correlación disminuye aun más, aunque la pendiente se mantiene.
- Para el gráfico 3.12, la correlación aumento, pero la pendiente de la curva cambio.

3.3.3 LONGITUD DE FRENTE

3.3.3.1 LONGITUD DE FRENTE VRS CARGA INSTALADA

LONGITUD DE FRENTE VRS CARGA INSTALADA PROYECTADA

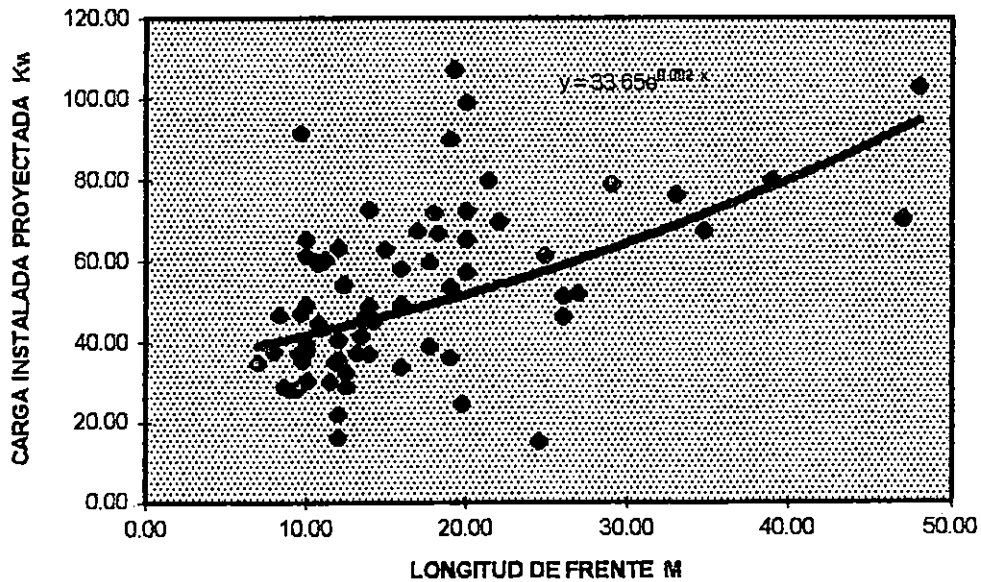


Gráfico 3.15

Ecuación: $CI = 33.65 e^{0.00217LF}$
Correlación: 0.45
Covarianza: 1.55

donde LF: Longitud de Frente
CI: Carga Instalada

Del gráfico LONGITUD DE FRENTE vrs. CARGA INSTALADA obtenemos:

La curva resultante es una exponencial, ya que esta es la que mejor se adapta a la tendencia de los datos. La correlación y la covarianza se mantienen dentro de los límites aceptables.

La pendiente positiva de la curva indica proporcionalidad directa, como esta es de tipo exponencial, la pendiente en sus inicios aunque positiva crece lentamente en función de la longitud de frente, es decir:

$$\Delta LF \propto \Delta CI$$

Aunque está gráfica correlaciona, se vuelve absurda en ciertas residencias. Este parámetro es de tipo caprichoso porque depende de la forma del inmueble.

Del gráfico LONGITUD DE FRENTE vrs. CARGA DEMANDADA MAXIMA obtenemos:

LONGITUD DE FRENTE VRS CARGA DEMANDADA

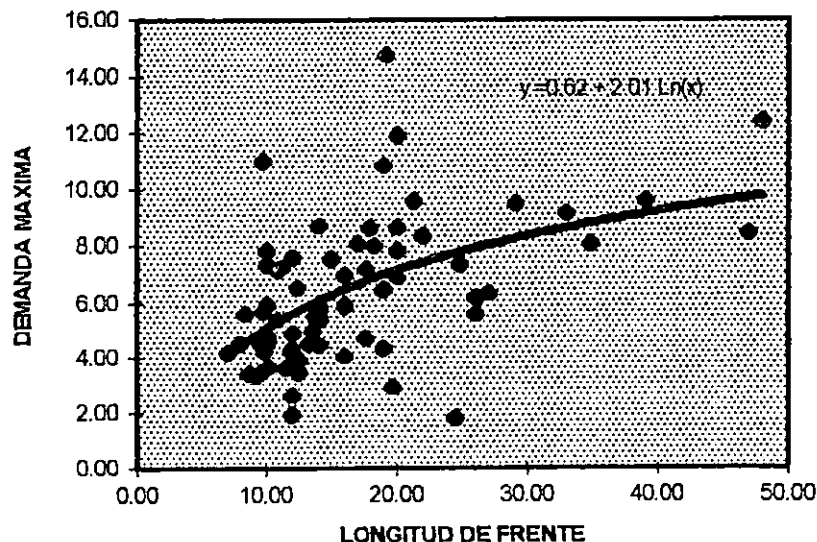


Gráfico 3.16

Ecuación: $DM = 0.62 + 2.01 \ln (LF)$
Correlación: 0.2
Covarianza: 0.2

donde **DM:** Demanda Máxima
 LF: Longitud de Frente

Esta es una tendencia logaritmica, cuya correlación esta muy abajo de lo aceptable aunque la covarianza cumple con el rango de valores que debe tener para que sea un gráfico apropiado.

La longitud de frente y la carga demandada son parámetros que no tienen ninguna relación.

3.4 CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

1. Para áreas mayores de 300 m², los parámetros no correlacionan, siendo imposible el uso de estos resultados para aplicaciones en diseños eléctricos.
2. Los kilowatts demandados, el máximo esperado para este tipo de residencias es 8.66 Kw.
3. Para áreas inferiores a 300 m², la carga instalada y demandada es más predecible, porque dichas instalaciones son más homogéneas, en cuanto a lo instalado como a los hábitos de consumo.
4. Para áreas mayores a 300 m², no existe una relación confiable entre las dimensiones físicas de la residencia y los parámetros eléctricos, dado que cada propietario es caprichoso en la carga a instalar así como el hábito de consumo energético.
5. El factor de demanda utilizado para diseños hasta el momento es confiable. Aunque el estudio llegó a determinar que dicho valor se encuentra sobreprotegiendo las residencias.
6. Para el estudio se observó que el promedio de carga demandada máxima se encuentra alrededor de 3 Kw.
7. El crecimiento en este tipo de residencias es impersectible.
8. Los hábitos de consumo para la muestra estudiada, es particular para cada caso.
9. La carga instalada en este tipo de residencias muestra que con respecto de la carga demandada es un 12%. Mostrando que el factor de demanda aplicado en forma general se encuentra sobrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bonilla Gidalberto, Métodos prácticos de inferencia estadística. UCA Editores, Primera Edición, 1988.

Bonilla Gidalberto, Elementos de estadística descriptiva y probabilidades. UCA Editores, Primera Edición, 1986.

Miller Irwin, Freund John E., Probabilidad y Estadística para Ingenieros., Prentice Hall, INC., Primera Edición en español, 1973.

Ministerio de Planificación, Boletín de Planificación del Ministerio de Planificación., 1993.

Cardoza Mauro Ing., Encuesta de Hogares de propósitos múltiples., MIPLAN, 1993.

Pefía, José Roberto; Ramirez Berrios, Santos Ernesto; Ramirez Escobar, Nelson Armando; Regalado Morataya, José Luis; Determinación de Cargas Unitarias en KW y KWH por Zonas y Estratos Sociales y su Distribución Temporal a lo largo de Días y Meses., Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Eléctrica, 1995.

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.

Asociación Salvadoreña de ingenieros contratistas electromecánicos (ASICE), Reglamento Interno de Obras e Instalaciones Eléctricas de El Salvador., Ministerio de Economía, Primera Edición, 1991.

Equipo EPS Zaragoza, Instalaciones y Líneas Eléctricas., Ediciones Don Bosco y Editorial Bruño, Primera Edición, 1977.

Casado Ricardo, Tecnología Eléctrica 1-2., Ediciones Don Bosco y Editorial Bruño, Primera Edición, 1976.

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.

National Fire Protection Association, National Electric Code Handbook., Editorial Mc Graw Hill Book Company, 1987.

Rochester Instrumente System, Instruction Manual., Versión 9, 1992.

Hines, Willian W.; Montgomery, Douglas C.; Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Administración. Tercera Edición, Editorial CECSA, Mexico, 1993.

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 existentes entre dos variables presentes en una misma población. Debido a la naturaleza del concepto correlación, esta estrechamente relacionado 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 de 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 los hace el otro, en el mismo o en el sentido contrario.

Coefficiente de correlación.

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

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{i1} - \bar{X}_{1}) (X_{i2} - \bar{X}_{2})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{i1} - \bar{X}_{1})^2 \sum_{i=1}^n (X_{i2} - \bar{X}_{2})^2}}$$

Este parámetro estadístico trata sólo de la asociación entre las variables y no de la dependencia ó independencia de ésta.

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

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

Con un valor de C 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 C bajo no se puede concluir de que la variable independiente no influye en la cantidad medida, por la razón que existen otros factores que enmascaran ó nulifiquen el efecto que ejerce la variable independiente sobre la variable dependiente.

En el caso de que $C = 1$ significa que todos los puntos de la muestra quedan en el plano de regresión (tres variables independientes) y cuando $C = 0$, la implicación es que no hay correlación entre Y y las variables X_1, X_2, X_3, \dots .

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 otr, poseer una base fundamental estadística.

Así pues, una vez obtenido el valor de C 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 $C = 0.4$ ó mayor hasta $C = 1$; es estimable la correlación cuyo coeficiente alcance 0.3. Todos los valores por debajo de este se interpretan como falta de correlación entre las variables consideradas.

El extremo ideal teórico 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.

ANEXO A

Neutro del alimentador:

	<u>Vatios</u>
Valor neto calculado usando el cálculo opcional (tabla 220-9): $870.000 \times 28\%$	243.600
$243.600 \text{ entre } 240 = 1.015 \text{ amperios}$	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos $40 \times 5.250 \times 28\%$ (tabla 220-9)	58.800
Carga de cocinas $8.000 \times 40 \times 28\%$ (tabla 220-9)	89.600
Carga calculada del neutro (artículo 220-4 (d))	148.400
$148.400 \text{ entre } 240 = 618 \text{ amperios}$	

Para obtener el calibre de los conductores de acometida principal se debe agregar la carga propia del edificio incluyendo el circuito o los circuitos de lavadero común, de acuerdo con las partes aplicables de la sección 220.

EJEMPLO No. 5
Cálculo del neutro del alimentador
(Véase el artículo 220-4)

El ejemplo siguiente muestra el método para calcular el calibre del neutro del alimentador para la carga de un sistema bifásico de cinco alambres, cuando se desea modificar la carga de acuerdo con lo expuesto en el artículo 220-4.

Una instalación compuesta de una carga calculada de 250 A, conectada entre neutro del alimentador neutro y cada uno de los alimentadores activos:

Neutro del alimentador (desequilibrio máximo de la carga $250 \text{ amperios} \times 140\% = 350 \text{ amperios}$):

	<u>Amperios</u>
200 amperios (primeros) a 100%	200
150 amperios (exceso) a 70%	105
Carga calculada	305

EJEMPLO No. 6
Demanda máxima para cargas de cocinas eléctricas

La tabla 220-5, columna A, se aplica a cocinas eléctricas de no más de 12 KW. La aplicación de la Nota 1 a cocinas de más de 12 KW (pero de no más de 27 KW) se demuestran en los ejemplos siguientes:

A. Cocinas eléctricas de igual capacidad

Supongamos 24 cocinas de 16 kilovatios cada una.

Según la Columna A, la demanda máxima para 24 unidades de 12 kilovatios es de 39 kilovatios.

16 Kilovatios excede en 4 a 12 Kilovatios.

$5\% \times 4 = 20\%$ (aumento de 5% por cada kilovatio en exceso de 12)

$29 \text{ Kilovatios} \times 20\% = 5.8 \text{ Kilovatios de aumento.}$

$39 \text{ entre } 5.8 = 6.72 \text{ Kilovatios: valor a usar en la selección de alimentadores.}$

EJEMPLOS

D. Cocinas eléctricas de capacidades distintas

Supongamos 5 cocinas de 11 Kilovatios cada una; 2 de 12 kilovatios y 3 de 18 kilovatios.

$5 \times 12 =$	60	Usese 12 KW por cocina de menos de 12 KW.
$2 \times 12 =$	24	
$20 \times 13.5 =$	270	
$3 \times 18 =$	54	
<hr/>		
30	408 KW	

408 entre 13.6 Kilovatios (valor medio a ser usado en el cálculo).

Según la columna A, la demanda para 30 cocinas de 12 KW es

$15 + 30 = 45$ kilovatios.

13.6 excede en 1.6 a 12 kilovatios (úsese 2).

$5\% \times 2 = 10\%$ (5% de aumento por cada KW en exceso de 12).

45 kilovatios $\times 10\% = 4.5$ kilovatios de aumento.

$45 + 4.5 = 49.5$ kilovatios: valor a ser usado en la selección de los alimentadores.

EJEMPLO No. 7

Cocinas en un sistema trifásico

(Artículo 220-4 (j))

Treinta cocinas eléctricas de 12 KW cada una, están alimentadas por un alimentador trifásico de 4 hilos 120/205 voltios, con 10 de ellas en cada fase.

Como hay 20 conectadas a cada conductor activo, la carga debe calcularse en base de 20 cocinas (o en caso de desequilibrio, dos veces el número máximo entre dos hilos de fase cualquiera), pues el factor de diversidad se aplica sólo al número de cocinas conectadas a fases adyacentes y no al total.

La corriente en cualquiera de los conductores será la mitad de la carga total de dos fases adyacentes, dividida por la tensión de fase a neutro. En este caso, de acuerdo con la tabla 220-5, 20 cocinas tendrán una carga total de 35.000 vatios en dos fases; de acuerdo con ello la corriente en el conductor del alimentador será:

$17.500 \text{ entre } 120 = 146 \text{ amperios.}$

En base a tres fases la carga será:

$3 \times 17.500 = 52.500 \text{ vatios}$

y la corriente en cada conductor del alimentador:

$\frac{52.500}{3} = 17.500$

208×1.73

EJEMPLO No. 8

Motores, conductores y protección contra sobrecorriente

(Véanse los artículos 430-22, 430-24, 430-32, 430-52, 430-62 y las tablas 430-150 y 430-152.)

Determinar el calibre de los conductores de cobre, la protección contra sobrecarga del motor en marcha, la protección del circuito ramal y la del alimentador de un motor de inducción de jaula de ardilla de 25 HP (arranque a plena tensión, factor de servicio de 1.15 y letra de Reglamento F), y de dos motores de inducción de rotor bobinado de 30 HP cada uno (40°C. de elevación), en un circuito de alimentación trifásico de 460 voltios y 60 HZ.

	<u>Amperios</u>
Factor de demanda suplementario	
Véase el artículo 220-4 (e)	
200 amperios a 100%.....	= 200
200 amperios a 70%.....	= 140
Carga calculado (neutro)	<u>340</u>
(véanse las tablas 310-12 a 310-15, Notas 8 y 10).	

EJEMPLO No. 4

Cálculo opcional para vivienda multifamiliar.

Vivienda multifamiliar equipada con cocinas eléctricas y calefacción eléctrica o aire acondicionado y con un área de 3.00 m², con 40 apartamentos.

Medidores en dos bancos de 20 cada uno más el medidor del edificio y alimentadores individuales a cada apartamento.

Cada apartamento está equipado con una cocina eléctrica con capacidad nominal de 8 KW indicados en la placa de características de 4 equipos de calefacción de ambientes controlados independientemente de 1.5 KW en 240 voltios y de un calentador eléctrico de agua de 2.5 KW en 240 voltios.

Un lavadero común para todos los inquilinos (art. 210-22 (b), Excepción 1).

El área de cada apartamento es 75 m².

Carga computada de cada apartamento (sección 220):

	<u>Vatios</u>
Carga general de alumbrado:	
75 m ² a 30 vatios por m ²	2.250
Cocina eléctrica.....	8.000
Calefacción eléctrica 6 kilovatios	6.000
(o aire acondicionado si es mayor)	
Calentador eléctrico.....	2.500

Número mínimo de circuitos ramales requeridos por apartamento

Carga general de alumbrado, 2.250 entre 120 = 18.7 amperios, o sea dos circuitos de 15 amperios, dos alambres, o dos circuitos de 20 amperios, dos alambres

Carga de pequeños artefactos. Dos circuitos de dos alambres No. 12 (véase el artículo 220-2 (b)).

Circuito de la cocina: 8.000 entre 240 = 33 amperios, o un

Circuito de dos No. 8 y uno No. 10, según se permite en el artículo 210-19, (c).

Calefacción 6.000 vatios entre 240 = 25 amperios.

Para el número de circuitos, véase el artículo 220-3 (a)

Calibre mínimo de los alimentadores individuales requeridos para cada apartamento (artículo 215-2).

	<u>Vatios</u>
Carga calculada (sección 220):	
Carga de alumbrado general	2.250
Carga de pequeños artefactos, dos circuitos de 20 amperios	<u>3.000</u>
Carga total calculada.....	5.250
(sin cocina ni calefacción)	

	<u>Vatios</u>
Aplicación del factor de demanda:	
3.000 vatios a 100%.....	3.000
2.250 vatios a 35%.....	<u>787</u>

EJEMPLOS

Carga calculada (sin cocina ni calefacción).....	3,787
Carga de cocina	6,400
Calefacción (artículo 230-4 (f)).....	6,000
Calentador de agua.....	<u>2,500</u>

Carga calculada por cada apartamento..... 18.687
 Para un sistema de tres alambres 120/240 voltios:
 Carga calculada 18.687 entre 240 = 77.9 amperios

Vatios

Neutro del alimentador individual
 (artículo 220-4 (c))

Carga de alumbrado y pequeños artefactos.....	3,787
Carga de la cocina 6.400 vatios a 70%.....	4,480
(véase el artículo 220.4 (e))	
Calefacción (sin neutro) 240 voltios	<u>0</u>
Carga calculado (neutro).....	8,267
8.267 entre 240 = 34.5 amperios.	

Calibre mínimo de los alimentadores requeridos desde el equipo de acometida al banco de medidores para 20 apartamentos.

Vatios

Carga total calculada:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos	
20 x 5.250	105,000
Carga de alimentadores y calefacción	
20 x 8.500	170,000
Carga de cocina 20 x 8.000.....	160,000
Carga calculada (20 apartamentos)	435,000
Valor usando el cálculo opcional (tabla 220-9):	
435.000 x 0.38.....	= 165,300
165.300 entre 240 = 689 amperios.	

Vatios

Conductor neutro:

Carga de alumbrado y pequeños artefactos	
105.00 x 38% (tabla 220-9)	39,900
Cocinas 8.000 x 20 = 160.000 vatios:	
160.000 x 38% (tabla 220-9)	60,800
Carga calculada del neutro	100,700
100.700 entre 240 = 420 amperios	

Calibre mínimo del alimentador (o conductores de acometida)
 (requerido menos la carga propia del edificio)
 (Para 40 apartamentos).

Vatios

Carga total calculada:

Carga de alumbrado y pequeños artefactos	
40 x 5.250	210,000
Calentadores y calefacción 40 x 8.500.....	340,000
Cocina 40 x 8.000	320,000
Carga neta total calculado (40 apartamentos)	870,000

Carga especial de artefactos:
 Cocina eléctrica..... 8.000

Número mínimo de circuitos ramales requeridos por apartamento (artículo 220-3)

Carga general de alumbrado: $2.250 \text{ entre } 120 = 18.75 \text{ amperios}$, o sea dos circuitos de 15 amperios, 2 alambres; o dos circuitos de 20 amperios, 2 alambres

Carga de pequeños artefactos: dos circuitos de 2 alambres del No. 12 (véase el artículo 220-3 (b).

Circuito de la cocina: $8.000 \text{ entre } 240 = 33.3 \text{ amperios}$ o sea un circuito de dos No. 8 y uno No. 10, según se permite en el artículo 210-19 (c).

Calibre mínimo de los alimentadores individuales requeridos para cada apartamento (artículo 215-2).

	<u>Vatios</u>
Carga calculada (sección 220):	
Carga general de alumbrado	2.250
Carga de pequeños artefactos, dos circuitos de 20 amperios	3.000
Carga total calculada (sin cocina)	5.250

Aplicación del factor de demanda:	
3.000 vatios a 100%	3.000
2.250 vatios a 35%	787.5
Carga calculada (con cocina)	11,787.5

Para un sistema de tres alambres 120:240 voltios (sin cocina):

Carga calculada 3.787 entre 240 = 15.8 amperios.

Calibre de cada alimentador individual (véase el art. 215-2)

Para un sistema de tres alambres 120/240 V (con cocinas):

Carga calculada 11.787 entre 240 = 49 amperios.

	<u>Vatios</u>
Neutro del subalimentador	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos	3.800
Carga de la cocina, 8000 vatios a 70%	5.600
(véase el artículo 220-4 (e))	
Carga calculada (neutro)	9.400
9.400 entre 240 = 39 amperios.	

Calibre mínimo de los alimentadores requeridos desde el equipo de acometida al banco de medidores (para 20 apartamentos, 10 con cocina eléctrica):

	<u>Vatios</u>
Carga total calculada:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos 20×5.250	105.000

Aplicación de los factores de demanda:	
3.00 vatios a 100%	3.000
102.00 vatios a 35%	35.700
Carga calculada de alumbrado y pequeños artefactos	38.700

EJEMPLOS

Carga de cocina eléctrica, 10 unidades (menos de 12 KW: Columna A, tabla 220-5).....	25.000
Carga calcula (con cocinas).....	63.700

Para sistemas de 3 alambres, 120/240 voltios:
Carga calculada 63.700 entre 240 = 266 amperios.
Neutro del alimentador:

Carga del alumbrado y pequeños artefactos.....	38.700
Carga de cocinas 25.00 vatios a 70%..... (véase el artículo 220-4 (e)).	17.500
Carga calculada (neutro).....	56.200
56.200 entre 240 = 234 amperios.	

Amperios

Factor de demanda suplementario (artículo 220-4 (d))	
200 amperios a 100%.....	= 200
44 amperios a 70%.....	= 31
Carga neta calculada (neutro).....	231

Calibre mínimo del alimentador principal (o conductor de acometida) requerido. (Para 40 apartamentos, 20 con cocinas eléctricas):

	<u>Vatios</u>
Carga total calculada:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos	
40 x 5.250.....	210.000

Vatios

Aplicación del factor de demanda:	
3.000 vatios a 100%.....	3.000
117.000 vatios a 35%.....	40.950
90.000 vatios a 25%.....	22.500
Carga calculada de alumbrado y pequeños artefactos.....	66.450
Carga de cocinas 20 unidades..... (menos de 12 kilovatios, Columnas A, tabla 220-5)	35.000
Carga calculada.....	101.450

Para un sistema de tres alambres 120/240 voltios:
Carga calculada 101.450 entre 240 = 423 amperios.

Vatios

Neutro del alimentador:	
Carga de alumbrado y pequeños artefactos.....	66.450
Carga de cocinas, 35.000 vatios a 70%..... (véase el artículo 220-4 (e)).	24.500
Carga calculada (neutro).....	90.950
90.950 entre 240 = 379 amperios	

Los primeros 10 kilovatios a 100%.....	KW
Los restantes a 40% (22.5 kilovatios x 0.4).....	10.0
Aire acondicionado 100% (viene de la otra página).....	9.0
	10.1
Total calculado.....	29.1
29,100 entre 240 = 121 amperios (carga de acometida)	

EJEMPLO No. 2

Pequeño puesto de frutas en la calle sin vidrieras para exhibición

Un pequeño puesto de frutas sin vidrieras para exhibición, tiene un área de 14 m², su carga eléctrica está compuesta de la del alumbrado general y la de un reflector de 1,000 vatios. No hay otras salidas.

Carga calculada (artículo 220-4)

- * Alumbrado general (30 vatios por m² para tiendas)
- 14 m² a 30 vatios por m² x 1.25 = 525 vatios
- 525 vatios entre 120 = 4.37 amperios.

Se requiere un circuito ramal de 15 amperios de dos alambres (artículo 220-3)

Calibre mínimo requerido de los conductores de acometida (artículo 230-4) - Excepción No. 2)

	Vatios
Carga calculada.....	525
Cargas de reflectores.....	1,000
Carga total.....	1,525
1,525 vatios entre 120 = 12.7 amperios	

Usense conductores de acometida No. 8 (artículo 230-4) - excepción No. 2)

Usese para la acometida un interruptor o interruptor automático de circuito de 30 amperios (artículo 230-71) (a) Excepción No. 2)

EJEMPLO No. 3. INMUEBLE PARA TIENDA

Una tienda de 14 metros por 20 metros o sean 280 m² tiene 10 metros de vidrieras para exhibición.

Carga calculada (sección 220-4)

	Vatios
* Carga de alumbrado general 280 m ² a 30 vatios por m ² x 1.25.....	10,500
** Carga de vidrieras: 10 metros a 600 vatios por metro.....	6,000

Número mínimo de circuitos ramales requeridos (sección 220-3)

EJEMPLOS

*** Carga de alumbrado general:

10,500 entre 240 = 43.75 amperios para tres alambres,

120, 240 voltios o 87.4 amperios para dos alambres,

120 voltios.

Tres circuitos de 30 amperios, 2 alambres, y uno de 15 amperios, 2 alambres, o cinco circuitos de 30 amperios, 2 alambres; o tres circuitos de 20 amperios, 2 alambres; y tres de 15 amperios, 2 alambres; o siete circuitos de 15 amperios; o tres circuitos de 15 amperios, 3 alambres y uno de 15 amperios, 2 alambres.

Carga de alumbrado especial (vidrieras): (artículo 220-2, excepción No. 1 y 220-4, (c) 6,000 entre 240 = 25 amperios para tres alambres, 120/240 voltios, o 50 amperios para 2 alambres, 120 voltios.

Cuatro circuitos de 15 amperios, 2 alambres o

Tres circuitos de 20 amperios, 2 alambres o

Dos circuitos de 15 amperios, 3 alambres.

Calibre mínimo de alimentadores (o conductores de acometida) requeridos: (artículo 215-2)

Para sistemas de 3 alambres, 120/240 voltios:

Carga en amperios: $43.7 + 25 = 68.7$ amperios

(artículo 220-2)

Para sistemas de 120 voltios:

Carga en amperios $87.4 + 50 = 137.4$ amperios

(artículo 220-2)

Notas:

* Los ejemplos dados suponen que la carga total de alumbrado general es continua y en consecuencia la carga se aumenta en 25% de acuerdo con el artículo 220-2. El aumento de 25% no es aplicable a ninguna parte de la carga que no se use por largos períodos.

** Si se calcula la carga de la vidriera de exhibición de acuerdo con el artículo 220-2, la carga unitaria por salida se aumentará en 25%.

*** La carga de cada circuito ramal de alumbrado general no deberá exceder el 80% de la capacidad nominal de dicho circuito ramal (artículo 210-23, (b)).

EJEMPLO No. 4. VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Vivienda multifamiliar con un área total de 3,000 m², con 40 apartamentos, medidores en dos bancos de 20 cada uno, con alimentadores individuales para cada apartamento.

La mitad de los apartamentos están equipados con cocinas eléctricas que no excedan 12 KW cada una.

El área de cada apartamento es de 75 m².

Un lavadero común a la disposición de todos los inquilinos. No se requiere un circuito de lavadero para cada apartamento individual. Aumente la carga del edificio en 1,500 vatios por cada circuito de lavadero, e inclúyase en el ejemplo en la carga del edificio.

Carga computada de cada apartamento (sección 220)

Vatios

Carga general de alumbrado:

75 m² a 30 vatios por m²

2,250

EJEMPLO No. 1 (a) VIVIENDA UNIFAMILIAR

Las mismas condiciones que en el ejemplo No. 1, más un aparato de aire acondicionado de 6 amperios 240 voltios, y tres de 12 amperios 120 voltios. Véase la sección 442, Parte F.

En el ejemplo No. 1, la corriente del alimentador es 54 amperios (3 alambres, 240 voltios).

Línea A	Neutro	Línea B	
54		54	amperios del ejemplo No. 1
6		6	un motor de 240 voltios de aparato de aire acondicionado.
12		12	dos motores de 120 voltios de aparato de aire acondicionado
-		12	un motor de 120 voltios de aparato de aire acondicionado
3		3	25% del mayor motor (artículo 430-24)
---		---	
75		87	amperios por hilo activo

EJEMPLO No. 1 (b) VIVIENDA UNIFAMILIAR

Cálculo opcional (artículo 220-7)

La vivienda tiene un área de 140 m², excluyendo el sótano no ocupado, el desván no acabado y los porches abiertos. Tiene una cocina eléctrica de 12 KW, un calentador de agua de 2.5 KW, una lavadora de platos de 1.2 KW, 9 KW de calefacción eléctrica en equipos instalados en cinco habitaciones, una secadora de ropa de 5 KW y un aparato de aire acondicionado de 6 amperios 230 voltios.

Potencia del aparato de aire acondicionado de
 $6 \times 230 \text{ entre } 1.000 = 1.38 \text{ KW}$

Siendo 1.38 Kilovatios menor que la carga de 9 kilovatios de calefacción, no es necesario incluirla en el cálculo de la acometida (véase el artículo 220-4 (1)).

	KW
140 M2 A 30 vatios	4.2
Dos circuitos de artefactos de 20 A a 1.500 W, cada uno	3.0
Circuitos de lavadero	1.5
Cocina (a su capacidad nominal)	12.0
Calentador de agua	2.5
Lavadora de platos	1.2
Calefacción eléctrica	9.0
Secadora de ropa	4.5
Carga total	37.9

EJEMPLOS

	KW
Los primeros 10 kilovatios a 100%	= 10.00
Los restantes a 40% (27.9 kilovatios x 0.4).....	= 11.16

Carga calculada para el calibre de la acometida:

21.16 kilovatios = 21.160 entre 240 = 89 A

Por lo tanto esta vivienda puede estar servida por una acometida de 100 amperios.

EJEMPLO No. 1 (c). VIVIENDA UNIFAMILIAR
Cálculo opcional (artículo 220-7)

La vivienda tiene un área de 140 m2, excluyendo el sótano no ocupado, el desván no acabado y los porches abiertos. Tiene dos circuitos de 20 amperios para pequeños artefactos, un circuito de 40 amperios para el lavadero, dos hornos de pared de 4 KW, una unidad de cocción de 5.1 KW, un calentador de agua de 4.5 KW, una lavadora de platos de 1.2 KW y una lavadora y una secadora de ropa combinados de 5 KW, 6 aparatos de aire acondicionados de 7 amperios, 240 voltios cada uno y un calentador de ambiente de cuarto de baño, permanentemente instalado de 1.5 KW.

Cálculo de la corriente para los aparatos de aire acondicionado

Corriente total	6 x 7 = 42.00	Amperios
25% del motor más potente	0.28 x 7 = 1.96	
	43.96	

43.96 x 240 entre 1,000 = 10.5 KW de carga de aire acondicionado

Carga cuya demanda es 100%.

Aparatos de aire acondicionado	10.5	KW
Calentador de ambiente omitido, artículo 220-4 (c)		

Otras cargas

	KW
140 m2 a 30 vatios.....	4.2
Dos circuitos de 20 amperios para pequeños artefactos a 1500 vatios cada uno.....	3.0
Circuitos de lavadero.....	1.5
Dos hornos.....	8.0
Una unidad de cocción	5.1
Calentador de agua.....	4.5
Lavadora de platos.....	1.2
Lavadora-secadora.....	5.0
Carga total	32.5

EJEMPLOS

B. Ejemplos

Selección de conductores. En los ejemplos siguientes, los resultados se expresan generalmente en amperios. Para determinar el calibre de los conductores, hágase referencia a las tablas 310-12 a 310-15 y a las notas que acompañan dichas tablas.

Tensión. Para la aplicación uniforme de las disposiciones de las secciones 210, 215, 220, se deberá usar tensiones nominales de 120 voltios y 240 voltios para calcular la carga de los conductores en amperios.

Fraciones de un amperio. Excepto cuando los cálculos den como resultado fracciones de un amperio de valor mayor de 0.5 amperios, dichas fracciones podrán ser despreciadas.

Cocinas eléctricas. Las cargas de las cocinas eléctricas en estos ejemplos se han tomado de la columna A de la tabla 220-5. Para métodos opcionales, véanse las columnas B y C de dicha tabla.

EJEMPLO No. 1. VIVIENDA UNIFAMILIAR

La vivienda tiene un área de 140 m², sin contar el sótano no ocupado, el desván no acabado y los porches abiertos. Tiene una cocina eléctrica de 12 KW.

Carga computada (véase el artículo 220-4).

Carga de alumbrado general:

140 m². a 30 vatios por m². = 4.200 vatios

Número mínimo de circuitos ramales requeridos (véase el art. 220-3)

Carga de alumbrado general:

2.200 entre 120 = 35 amperios, o tres circuitos de dos alambres y 15 amperios, o dos circuitos de dos alambres y 20 amperios.

Carga de pequeños artefactos: dos circuitos de dos alambres y 20 amperios (artículo 220-3 (b)).

Carga de lavadero: un circuito de 2 alambres y 20 amperios (artículo 220-3 (b)).

Calibre mínimo de los alimentadores requeridos (véase el art. 220-4).

	<u>Vatios</u>
Carga computada:	
Alumbrado general	4.200
Pequeños artefactos	3.000
Lavadero	1.500
Total (sin cocina)	8.700
3.000 vatios a 100%	3.000
8.700 - 3.000 = 5.700 vatios a 35%	1.995
Carga calculada (sin cocina)	4.995
Carga de la cocina eléctrica	8.000
(véase la tabla 220-5)	
Carga calculada (con cocina)	12.995

Para alimentadores de 3 conductores 120/240 voltios, 13.000 entre 240 = 54 amperios. Como la carga calculada es mayor de 10 kilovatios, los conductores de acometida serán de 100 amperios (véase el artículo 230-41, Excepción No. 1).

b) Circuitos ramales para artefactos pequeños en viviendas. Para la carga de artefactos pequeños incluyendo los equipos de refrigeración en la cocina, despensa, sala de estar, comedor principal y comedor auxiliar, se instalarán, además de los circuitos ramales especificados en el artículo 220-3 (a), dos o más circuitos ramales de 20 amperios para artefactos pequeños y no se conectará a estos circuitos ningún otro tomacorriente. Los tomacorrientes instalados en la cocina deben estar alimentados al menos por dos circuitos ramales. Por lo menos un circuito ramal de 20 amperios deberá ser provisto para los tomacorrientes de lavadero exigidos por el artículo 210-22 (b).

Los tomacorrientes instalados únicamente para soportar y alimentar relojes eléctricos, pueden ser derivados de un circuito ramal de alumbrado.

Un circuito ramal de tres hilos, 120/208 ó 120/240 voltios, es equivalente a dos circuitos ramales de tomacorrientes de 120 voltios.

c) Otros circuitos. Para las cargas específicas no previstas en los párrafos (a o b) de este artículo, los circuitos ramales cumplirán con lo previsto en otros artículos del Reglamento.

220-4. Cálculo de la carga de los alimentadores. La carga calculada de un alimentador no será menor que la suma de las cargas de los circuitos ramales servidos por el alimentador, determinadas por el artículo 220-2 y sujeta a las disposiciones siguientes:

Excepción: Cuando la carga calculada de acuerdo con este artículo para viviendas multifamiliares sin cocinas eléctricas, sea mayor que la calculada según el artículo 220-9 para la misma carga, más las cocinas eléctricas basadas en 8 KW por unidad, se puede utilizar la menor de las dos cargas.

a) Cargas continuas y no continuas. Cuando un alimentador supla cargas continuas, o cualquier combinación de cargas continuas o no continuas, la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Excepción: Cuando el conjunto, incluyendo los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador o alimentadores, sea aprobado para funcionar al 100 por ciento de su capacidad nominal, la capacidad en amperios del alimentador puede ser igual a la suma de las cargas continuas y de las no continuas.

b) Alumbrado general. Los factores de demanda señalados en la tabla 220-4 (b) se pueden aplicar al total de la parte de la carga destinada al alumbrado general en los circuitos ramales. Estos factores de demanda no se aplicarán para determinar el número de circuitos ramales destinados al alumbrado general y servidos por el alimentador.

Véanse los párrafos (h e i) del artículo 220-4.

Los factores de demanda están basados en condiciones de carga mínima y para un factor de potencia igual a 1 y tal vez no sean suficientes para la instalación proyectada en ciertos casos específicos. En vista de la tendencia actual a adoptar mayores niveles de iluminación y del aumento de carga debido al mayor uso de artefactos fijos y portátiles, cada instalación deberá calcularse a base de una carga probable que incluya los aumentos futuros para obtener un funcionamiento seguro. Donde se instalen equipos de iluminación con lámparas de descarga, los balastos serán de alto factor de potencia o si no deberá aumentarse la capacidad de los conductores.

SECCION 210 --- CIRCUITOS RAMALES

TABLA 220-4 (b)
Cálculo de la carga de los alimentadores según los tipos de locales

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda (vatios)	Factor de demanda del alimentador
Viviendas (no hoteles)	Primeros 3.000 W o menos	100 %
	Los siguientes hasta 120.000 W	35 %
	Exceso sobre 120.000 W	25 %
*Hospitales	Primeros 50.000 W o menos	40 %
	Exceso sobre 50.000 W	20 %
* Hoteles y moteles incluyendo los de apartamentos sin previsión para que los inquilinos cocinen	Primeros 20.000 W o menos	50 %
	Los siguientes hasta 100.000 W	40 %
	Exceso sobre 100.000 W	30 %
Depósitos	Primeros 12.500 W o menos	100 %
	Exceso sobre 12.500 W	50 %
Totos los demás	Vatios totales,	100 %

Los factores de demanda de esta tabla no se aplicarán a la carga calculada de los subalimentadores de las áreas de hospitales, hoteles y moteles, donde toda la luz pueda estar encendida al mismo tiempo, como sucede en salas de operaciones, salas de baile y comedores.

c) Alumbrado de vidrieras. Para alumbrado de vidrieras, la carga no será menor de 600 vatios por metro lineal, medido horizontalmente a lo largo de la base de la misma.

d) Motores. Para motores, las cargas se calcularán de acuerdo con las disposiciones de los artículos 430-24 a 430-26.

e) Carga del conductor neutro. La carga en el conductor neutro del alimentador será el máximo desequilibrio de la carga determinada por el artículo 220-4. El máximo desequilibrio del neutro de un alimentador será la máxima carga conectada entre el neutro y uno de los activos. En el caso de sistemas de alimentadores con un neutro común, el desequilibrio máximo será la suma de los desequilibrios máximos de cada sistema. Se exceptúan los sistemas bifásicos de cinco hilos, en cuyo caso la primera carga así calculada debe multiplicarse por 1/4.

Para un alimentador que sirva cocinas domésticas y hornos, el máximo desequilibrio de carga será el 70% de la carga entre conductores activos, como se determina en la tabla 220-5.

Para los sistemas de corriente continua de tres hilos o de corriente alterna, monofásicos, trifásicos o de cuatro hilos y bifásicos de cinco hilos, se puede aplicar además un factor de demanda de 70% a la corriente de desequilibrio que sea mayor de 200 amperios.

No habrá reducción de la capacidad de corriente del neutro para la parte de carga que corresponde al alumbrado con lámparas de descarga eléctrica.

Véanse los ejemplos 1, 1a, 1b, 1c, 2, 3, 4 y 5 del Capítulo 9.

f) Equipos fijos de calefacción de ambientes. La carga calculada de un alimentador que sirve equipos fijos de calefacción de ambientes, será la carga total conectada a los circuitos ramales.

Excepción No. 1. La autoridad encargada de hacer cumplir este Reglamento, puede autorizar el empleo de alimentadores de menor calibre cuando haya equipos con un ciclo de trabajo intermitente o cuando los equipos no trabajen simultáneamente, siempre que tengan capacidad de corriente para la carga así calculada.

Excepción No. 2. El artículo 220-7 no es aplicable cuando la capacidad de un alimentador se calcule de a-

60 amperios siguientes correspondientes a todas las otras cargas.....	50
Carga restante.....	25

Nota 1: Para acometidas de viviendas en granjas, véanse los artículos 220-2 a 220-7.

Nota 2: Para acometidas al punto principal de suministro a la granja, véase el artículo 220-4.(n).

TABLA 220-5
Factores de demandas para cocinas eléctricas domésticas,
hornos y otros artefactos de cocina mayores de 1.75 KW de potencia

La columna A se utilizará en todos los casos, excepto como se indica en la Nota 4, más adelante.

Número de artefactos	demanda máxima KW (Véase Notas) COLUMNA A	Factores de demandas (%) (Véase Nota 4) COLUMNA B	COLUMNA C
	(no mayores de 12 KW)	(menores de 3,5 KW)	entre 3,5 y 8,75 KW
1	8	80	80
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	43
7	22	56	40
8	23	53	36
9	24	51	35
10	25	49	34
11	26	47	32
12	27	45	32
13	28	43	32
14	29	41	32
15	30	40	32
16	31	39	28
17	32	38	28
18	33	37	28
19	34	36	28
20	35	35	28
21	36	34	26
22	37	33	26
23	38	32	26
24	39	31	26
25	40	30	26
26-30	15 más 1 por cada cocina	30	24
31-40	25 más 0,75 por cada cocina	30	22
41-50		30	20
51-60		30	18
61 en adelante		30	16

Nota 1. Cocinas de 12 a 27 KW. Todas de igual potencia. Para este caso se aplica la demanda de la columna A aumentada en un 5% por cada KW de exceso de 12 KW.

Nota 2. Cocinas de 12 a 27 KW. De potencia distinta. Para cocinas de más de 12 KW y menos de 27 KW, el valor medio de la potencia se calculará sumando las potencias de todas las cocinas y dividiendo el resultado por el número de cocinas. Se aplicará la columna A y se aumentará el 5% por cada KW de exceso de 12 KW.

Nota 3. Esta tabla no se aplica a cocinas comerciales. Véase la tabla 220-5 (a) para factores de demanda en equipos comerciales de cocina.

de acuerdo con el método opcional del artículo 220-7, para una vivienda unifamiliar o un apartamento individual de una vivienda multifamiliar, según el artículo 220-9, para viviendas multifamiliares.

g) Cargas simultáneas. Al sumar las cargas de los circuitos ramales para determinar la carga del alimentador, la más pequeña de dos cargas distintas puede omitirse cuando es improbable que puedan trabajar simultáneamente.

h) Pequeños artefactos. La carga de los circuitos ramales para tomacorrientes calculada a razón de 1,5 amperios por tomacorriente, excepto en viviendas, puede ser incluida en la carga de alumbrado general y sujeta a los factores de demanda del párrafo (b) del artículo 220-4.

Viviendas

Las disposiciones de los párrafos siguientes (i-1) del artículo 220-4 se aplican a las viviendas y son complementarias de los párrafos precedentes (a-b) del artículo 220-4.

i) 1. Artefactos pequeños. En las viviendas unifamiliares, en los apartamentos de edificios multifamiliares con previsiones para cocinar y en cada uno de los apartamentos de hoteles que tengan despensa, cuarto auxiliar de cocina, la carga del alimentador no será menor de 1.500 vatios por cada circuito de dos hilos instalado, según lo exige el artículo 220-3 (b) para artefactos pequeños (artefactos portátiles servidos por tomacorriente de 15 ó 20 amperios) de la cocina, despensa, comedor auxiliar, comedor principal y sala de estar. Cuando la carga esté subdividida en dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno de ellos, no será menor de 1.500 vatios por cada circuito de dos hilos destinado a artefactos pequeños. Estas cargas se podrán incluir en la carga general de alumbrado y sujetarse a los factores de demanda del artículo 220-4 (b).

2. Circuito de lavadero. Se computará una carga en el alimentador de no menos de 1.500 vatios para cada circuito de dos hilos de lavadero instalado de acuerdo al artículo 220-3 (c). Esta carga puede ser incluida en la carga de alumbrado general y sometida a los factores de demanda indicados en el artículo 220-4 (b).

j) Cocinas eléctricas. La carga del alimentador para cocinas de tipo doméstico y otros artefactos para cocinas mayores de 1,75 KW, puede ser calculada de acuerdo con la tabla 220-5.

Con objeto de preveer la futura instalación de cocinas de mayor potencia se recomienda que cuando instalen cocinas de menos de 8,75 KW de potencia u hornos, la capacidad de corriente del alimentador no sea menor que el valor de la demanda máxima especificada en la columna A de la tabla 220-5.

Cuando varias cocinas monofásicas estén servidas, por un sistema de tres fases cuatro hilos, la corriente será calculada sobre la demanda de dos veces el número máximo de cocinas conectadas entre dos fases cualesquiera.

Véase el ejemplo 7, del Capítulo 9.

k) Artefactos eléctricos fijos. (Distintos de cocinas, secadoras de ropa y equipos de aire acondicionado y calefacción). Cuando cuatro o más artefactos fijos, distintos de cocinas, secadoras de ropa, equipos de aire acondicionado y calefacción, se conectan a un mismo alimentador en viviendas unifamiliares y multifamiliares, se puede aplicar un factor de demanda de 0,75 a la carga de los artefactos fijos.

l) Calefacción de ambientes y enriadores de aire. Al sumar las cargas de los circuitos ramales para calefacción y enfriamiento de aire en ambientes de viviendas, se puede no incluir la menor de las dos cargas en el total, cuando sea improbable que ambas funcionen simultáneamente.

m) Granjas. Los alimentadores que sirvan granjas (con exclusión de viviendas) o cargas alimentadas por dos o más circuitos ramales, tendrán una capacidad mínima calculada de acuerdo con la tabla siguiente:

TABLA 220-4 (m)
Cálculo de la demanda para cargas en granjas

Carga en amperios a 230 voltios	Porcentaje de la carga conectada
Cargas que se supone funcionen simultáneamente, pero con no menos del 125% de la corriente a plena carga del mayor motor y no menos de 60 amperios.....	100

Nota 4. Cocinas de 1,75 a 8,75. En lugar del método previsto en la columna A, en las cocinas de 1,75 a 8,75 KW se puede sumar las potencias indicadas en las placas y el resultado multiplicarlo por el factor de demanda correspondiente al número de cocinas.

Nota 5. Carga para circuitos ramales. La carga para el circuito ramal de una cocina puede calcularse de acuerdo a la tabla 220-5. La carga del circuito ramal de un horno o unidad para cocinar debe ser a base de la potencia indicada en la placa. La carga de un circuito ramal para una unidad de cocina y no más de dos hornos, alimentados por un solo circuito ramal y ubicados en el mismo local, será calculada sumando las capacidades de los artefactos individuales indicadas en las placas de características y considerando este total como equivalente a una sola cocina.

n) Acometidas a granjas. 1) El equipo y conductores de la acometida para granjas individuales (con exclusión de viviendas) tendrá una capacidad mínima calculada de acuerdo con el artículo 220-4 (m).

2) La capacidad mínima de los conductores y equipo de acometida, si lo hay, en el punto principal de suministro de las granjas (incluyendo viviendas) se determinará de acuerdo con la fórmula siguiente:

100% de la mayor demanda calculada de acuerdo con el artículo 220-4 (m);

75% de la segunda mayor demanda calculada de acuerdo con el artículo 220-4 (m);

65% de la tercera mayor demanda calculada de acuerdo con el artículo 220-4 (m);

50% de las demandas de las restantes cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220-4 (m).

TABLA 220-6 (a)

Factores de demanda en alimentadores para equipo comercial de cocinas eléctricas, incluyendo calentadores para elevar la temperatura del agua para lavaplatos, calentadores de agua y otros equipos de cocina

Número de unidades	Factor de (demanda %)
1.....	100
2.....	100
3.....	90
4.....	80
5.....	70
6 o más.....	65

TABLA 220-6 (b)

Factores de demanda para secadoras eléctricas de ropa de tipo doméstico

Número de unidades	Factor de (demanda %)
1.....	100
2.....	100
3.....	100
4.....	100
5.....	80
6.....	70
7.....	65
8.....	60
9.....	55
10.....	50
11-13.....	45
14-19.....	40
20-24.....	35
25-29.....	32,5
30-34.....	30
35-39.....	27
40 en adelante.....	25

Nota 1. Se debe considerar como una sola demanda calculada, el total de las demandas calculadas de todas las edificaciones o cargas que tengan la misma función.

Nota 2. La demanda de la vivienda de la granja, si está incluida en las demandas de esta fórmula, se calculará de acuerdo con la Nota 1 de la tabla 220-4 (1).

o) Secadoras eléctricas de ropa. Cuando la capacidad del alimentador y de los circuitos corresponde a una o más secadoras eléctricas de ropa, se tomará para cada secadora una carga de 5.000 vatios o cuando sea mayor, la que está indicada en la placa de características del equipo, sujetándose a los factores de demanda indicados en la tabla 220-6 (b):

220-7. Cálculo opcional para el caso de una vivienda unifamiliar o de un apartamento individual en una vivienda multifamiliar. Para una vivienda unifamiliar o un apartamento individual en una vivienda multifamiliar servidos por una acometida o por un alimentador 115/230 voltios, tres hilos y 100 amperios o de mayor capacidad, cuando la totalidad de la carga es alimentada por una sola acometida o alimentador, se podrá utilizar los porcentajes siguientes, en lugar del método de determinar la carga de alimentador (y acometidas) detallado en el artículo 220-4.

Las otras cargas comprenden: a) 1.500 vatios por cada circuito de 20 A para tomacorrientes que sirven artefactos (artículo 220-3 (b)).

b) Alumbrado y artefactos portátiles a 30 W/m².

c) Todos los artefactos fijos, incluyendo cuatro o más aparatos de calefacción controlados separadamente. (Véase el artículo 220-4 (1)).

d) Cocinas y hornos en base a la potencia indicada en la placa (KVA para motores y otras cargas de bajo factor de potencia).

Véanse los ejemplos 1 (b) y 1 (c) del capítulo 9.

220-8. Cálculo opcional en el caso de cargas adicionales en residencias unifamiliares existentes. En este caso, cuando la residencia esté servida por una acometida de 120/208 voltios, de tres hilos, 60 amperios, se puede calcular la carga como sigue:

Carga en KW o KVA		% de carga
Los primero 8 KW	al	100
El resto de la carga	al	40

El cálculo de la carga deberá incluir: el alumbrado, más los aparatos portátiles, a razón de 30 vatios por metro cuadrado; 1.500 vatios por cada circuito de 20 amperios para artefactos, cocinas u horno empotrado, unidades de cocción de mesa y otros artefactos fijos o estacionarios, de acuerdo con las cargas nominales indicadas en las placas de características respectivas.

Si se prevé la instalación de equipos de aire acondicionado o de calefacción de ambientes, se deberá utilizar los porcentajes siguientes para determinar si la acometida es de un calibre suficiente:

Equipos de aire acondicionado *	100%
Calefacción eléctrica centralizada *	100%
Menos de cuatro unidades de calefacción eléctrica de ambientes controlados separadamente *	100%
Ambientes controlados separadamente *	100%
Los primeros 8 KW de todas las demás cargas	100%
El resto de todas las otras cargas	40%

- Las otras cargas deberán incluir: a) 1.500 vatios por cada circuito de artefactos de 20 amperios.
 b) Alumbrado y artefactos portátiles a razón de 30 vatios por metro cuadrado.
 c) Una cocina u horno empotrado y unidad de cocción de mesa, todos de tipo doméstico.
 d) Todos los demás artefactos fijos, incluyendo cuatro o más unidades de calefacción ambiental controladas separadamente, según cargas nominales en placas de características.
- * Úsese la mayor carga conectada de aire acondicionado o de calefacción ambiental, pero no la de ambos.

TABLA 220-7
Cálculo opcional para una vivienda unifamiliar
o un apartamento individual en un inmueble multifamiliar

Carga en KW o KVA	% de carga
1) Aire acondicionado, enfriadores de aire, incluyendo los compresores *	100
2) Calefacción eléctrica centralizada o menos de 4 unidades eléctricas de calefacción de ambientes controladas separadamente	65
3) Los primeros 10 KW de todas las otras cargas	100
4) El resto de las otras cargas	40

* Úsese la carga del aire acondicionado o el valor diversificado demanda de la carga de calefacción, lo que sea más grande, al aplicar el artículo 220-4 (b).

La demanda estimada para cada alimentador y para los conductores de entrada de la acometida, no debe ser menor que la carga de la calefacción de ambientes o del aire acondicionado, la que sea más grande.

200-9. Cálculo opcional en el caso de residencias multifamiliares. a) En residencias multifamiliares equipadas con equipos eléctricos de cocina, y calefacción eléctrica ambiental, aire acondicionado o ambos, la carga de demanda requerida por cada alimentador y por la acometida puede ser determinada por el método siguiente en lugar del método de determinación de cargas alimentadoras (y acometida) detallada en el artículo 220-4, siempre que ninguna unidad residencial individual esté servida por más de un alimentador. Cualesquiera cargas en tales alimentadores deberán ser calculadas de acuerdo al artículo aplicable de la sección 220 y deberán ser sumadas a las cargas como lo determina dicho artículo.

b) La carga conectada a la cual se aplica el factor de demanda deberá incluir: 1) 1.500 vatios por cada circuito de dos hilos 20 amperios para tomacorrientes de artefactos exigidos por el artículo 230-3 (b), y 1.500 vatios por cada circuito de dos hilos 20 amperios para lavadero instalado de acuerdo con el artículo 220-3 (b).

2) Alumbrado y artefactos portátiles a razón de 30 vatios por metro cuadrado.

3) Todos los artefactos fijos o estacionarios incluyendo 4 o más cocinas, hornos empotrados y unidades de cocción de mesa. Las secadoras de ropa, etc., según la carga indicada en la placa de características (KVA para motores y otras cargas de bajo factor de potencia).

4) Los calentadores de agua según la carga indicada en la placa de característica, utilizando solamente la carga instantánea máxima posible en el caso de un calentador de agua con elementos combinados.

5) La carga mayor de todas las unidades de calefacción ambiental o de todas las unidades de aire acondicionado, según el artículo 220-4 (1).

c) La carga de demanda de cada alimentador y de los conductores de la acometida no debe ser menor que la carga representada por los calentadores de ambiente a los aparatos de aire acondicionado, cualquiera que sea la mayor.

SECCIÓN 230 --- ACOMETIDAS

TABLA 220-9
Factores de demanda par conductores de alimentadores y acometidas,
en residencias multifamiliares

Número de Unidades residenciales	Factor de demanda %
3 - 5	45
6 - 7	44
8 - 10	43
11	42
12 - 13	41
14 - 15	40
16 - 17	39
18 - 20	38
21	37
22 - 23	36
24 - 25	35
26 - 27	34
28 - 30	33
31	32
32 - 33	31
34 - 36	30
37 - 38	29
39 - 42	28
43 - 45	27
46 - 50	26
51 - 55	25
56 - 61	24
62 y más	23

SECCION 230 --- ACOMETIDAS

A. Requisitos Generales

230-1. Alcance. Las disposiciones de esta sección se aplicarán a los conductores y a los equipos para control y protección de la acometida, es decir, de los circuitos que transportan la energía eléctrica desde el sistema de suministro o planta al inmueble.

230-2. Número de Acometidas para un Inmueble u otras Propiedades Servidas. En general, un inmueble u otra propiedad, serán servidos solamente por una acometida, excepto en los casos siguientes:

Excepción No. 1. Bombas de incendio. Cuando se requiera una acometida separada para servicios de bombas de incendio.

Excepción No. 2. Servicio de emergencia. Cuando se requiera una acometida separada para servicios de emergencia, de alumbrado y fuerza.

Excepción No. 3. Inmuebles de tenencia múltiples.

a) Con permiso especial, en inmuebles de tenencia múltiples, cuando no hay espacio disponible para equipos de acometida accesible a todos los ocupantes.

b) Los inmuebles de tenencia múltiple pueden tener dos o más acometidas interiores derivadas de una sola acometida exterior aérea o subterránea, o dos o más subacometidas interiores derivadas de una sola acometida principal.

ANEXO B

COMPANIA DE ALUMBRADO ELECTRICO DE SAN SALVADOR
ADMINISTRACION CEL

MEMORANDUM INTERNO

Al Sr. : PERSONAL PRESUPUESTO Del Sr. : Ing. Douglas Vides
División: Técnica División: Técnica
Depto. : Ingeniería Depto. : Ingeniería
Fecha : 31 de enero de 1994 No. : 039DOV
Asunto : MODIFICACION AL CALCULO DE DEMANDA MAXIMA EN CIRCUITOS
PARA COCINA.

Favor sustituir la hoja correspondiente al cálculo de demanda máxima en circuitos para cocina trifilar del Memorandum del 25 de junio de 1992, por el presente.

El procedimiento para calcular el factor de demanda para circuitos de cocina es el siguiente :

- Si la cocina es hasta de 12kw, entonces utilice la columna "A" de la tabla No. 2.
- Si la cocina es de 3 1/2 a 8 3/4 kw, entonces la demanda máxima por vivienda será el resultado de multiplicar 8kw (carga de placa promedio), por el porcentaje indicado en la columna "C".

Para el ejemplo, se asumirá que son cocinas entre 3 1/2 hasta 8 3/4kw para 25 viviendas.

Entonces :

1. Factor en porcentaje de la columna "C" para 25 viviendas : 0.26
2. Demanda máxima por vivienda : $8\text{kw} \times 0.26 = 2.08\text{kw}$

Si las cocinas hubieran sido de hasta 12kw, entonces :

1. Demanda máxima para 25 viviendas, según columna A : 40kw
2. Demanda máxima por vivienda : $40\text{kw} \div 25 = 1.6\text{kw}$

TABLA No.2

FACTORES DE DEMANDA PARA COMPLEJOS HABITACIONALES PROVISTOS DE COCINA ELECTRICA

NUMERO DE VIVIENDAS	MAXIMA DEMANDA	FACTORES DE DEMANDA EN PORCENTAJE (%)	
	COLUMNA A Hasta 12kw	COLUMNA B menos de 3 1/2 kw	COLUMNA C de 3 1/2 a 8 3/4 kw
1	8kw	80%	80%
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	40
7	22	56	36
8	23	53	35
9	24	51	34
10	25	49	32
11	26	47	30
12	27	45	29
13	28	43	28
14	29	41	27
15	30	40	26
16	31	39	25
17	32	38	25
18	33	37	24
19	34	36	23
20	35	35	22
21	36	34	21
22	37	33	20
23	38	32	20
24	39	31	19
25	40	30	18
26-30	15kw+1kw	30	17
31-40	por c/cocina	30	16
41-50	25kw+3/4	30	15
51-60	kw por cada	30	14
61-mas	cocina	30	13

CALCULO DE DEMANDA MAXIMA PARA CIRCUITOS DE AIRE ACONDICIONADO TRIFILAR PARA VIVIENDAS

NOTAS:

- La Demanda Máxima será la carga total conectada a dicho circuito.
- Tómese 1.5KVA por cada toma trifilar para un equipo de aire tipo ventana (válido para viviendas y locales comerciales pequeños).
- Para locales comerciales grandes y medianos, se debe preguntar la capacidad del equipo que será instalado y referirse a la Tabla No.3 para encontrar la carga que representa dicho equipo.

Entonces: Demanda Mínima por vivienda = 1,500 vatios

TABLA No.3

VALOR NOMINAL DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL MOTOR	CARGA EN KVA
5,000 BTU/h	1hp	0.8
8,000 "	1hp	0.8
10,000 "	1hp	0.8
12,000 "	1hp	0.8
15,000 "	1½hp	1.2
18,000 "	1½hp	1.2
22,000 "	1½hp	1.2
24,000 "	2hp	1.5
27,000 "	2hp	1.5
30,000 "	3hp	2.0
36,000 "	3hp	2.5
48,000 "	5hp	4.0
60,000 "	5hp	4.0
90,000 "	7½hp	6.0
120,000 "	10hp	8.0

OBSERVACIONES:

- En equipos de aire acondicionado, 1 tonelada equivale a 12,000 BTU/h.
- Como regla empírica, se aplica que 12,000 BTU/h pueden manejarse con 1HP (Esto es válido hasta equipos de 10 toneladas.)

CALCULO DE DEMANDA MAXIMA DE CIRCUITOS PARA CALENTADORES DE AGUA TRIFILARES

NOTAS:

- La carga típica para un calentador de agua, es de 3,000 vatios.
- Se utilizara la Tabla No.4 para aplicar el factor de demanda.

Entonces:

- 1- Carga total por las 25 viviendas:
 $3,000 \text{ vatios} \times 25 \text{ viviendas} = 75,000 \text{ vatios.}$
- 2- Se utiliza la Tabla No.4:
factor de demanda = 0.65 que corresponde a mas de 5 unidades.
- 3- Demanda Maxima del grupo:
 $75,000 \text{ vatios} \times 0.65 = 48,750 \text{ vatios.}$
- 4- Demanda Máxima por vivienda:
 $\text{Demanda Maxima del grupo} \div \text{número de viviendas.}$
 $48,750 \text{ vatios} \div 25 \text{ viviendas} = 1,950 \text{ vatios.}$

Entonces: Demanda Maxima por vivienda 1,950 vatios.

TABLA No.4

FACTORES DE DEMANDA EN ALIMENTADORES PARA EQUIPO COMERCIAL DE COCINAS ELECTRICAS, INCLUYENDO CALENTADORES PARA ELEVAR TEMPERATURA DEL AGUA PARA LAVAPLATOS, CALENTADORES DE AGUA Y OTROS EQUIPOS DE COCINA	
NÚMERO DE UNIDADES	FACTOR DE DEMANDA (%)
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 o más	65

**CALCULO DE LA DEMANDA MAXIMA DE CIRCUITOS PARA SECADOR ELECTRICO
DE ROPA TIPO DOMESTICO**

NOTAS:

- La carga típica de un secador de ropa, es de 5,000 vatios.
- Se utilizará la Tabla No.5 para aplicar el factor de demanda.

Entonces:

- 1- Carga total por las 25 viviendas:
5,000 vatios x 25 viviendas = 125,000 vatios.
- 2- Se utiliza la Tabla No.5 y se escoge un factor de 0.325 que corresponde a 25 unidades.
- 3- Demanda Máxima del grupo:
125,000 vatios por 0.325 = 40,625 vatios.
4. Demanda Maxima por vivienda:
Demanda Maxima del grupo ÷ numero de viviendas
40,625 vatios ÷ 25 viviendas = 1,625 vatios.

Entonces: Demanda Maxima por vivienda = 1,625 vatios.

TABLA No.5

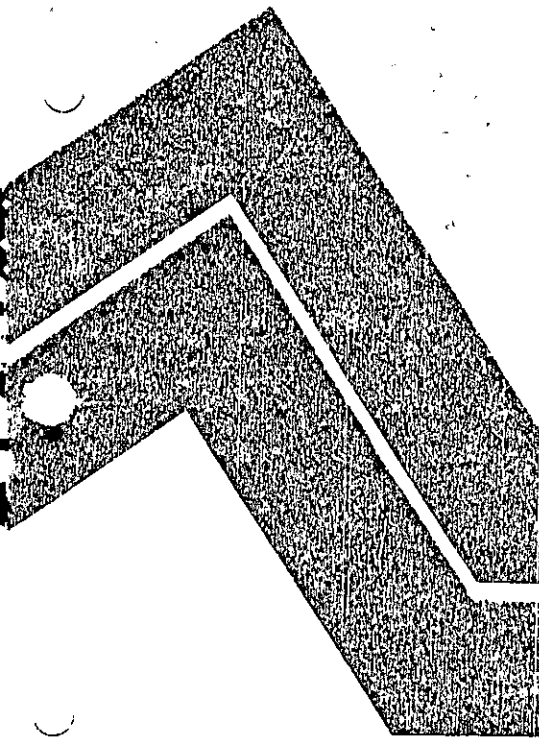
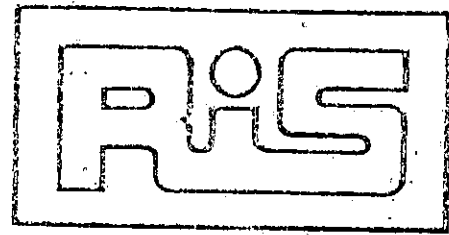
FACTORES DE DEMANDA PARA SECADORAS ELECTRICAS DE ROPA TIPO DOMESTICO	
NUMERO DE UNIDADES	FACTOR DE DEMANDA (%)
1	100
2	100
3	100
4	100
5	90
6	70
7	65
8	60
9	55
10	50
11-13	45
14-19	40
20-24	35
25-29	32.5
30-34	30
35-39	27
40 en adelante	25

CALCULO DE LA DEMANDA MAXIMA COINCIDENTAL

1. Se efectúa la suma de todas las demandas
- | | |
|--|----------------------|
| Alumbrado y tomas | 4,225 vatios |
| Cocina | 2,080 vatios |
| Aire acondicionado | 1,500 vatios |
| Calentador de agua | 1,950 vatios |
| Secador de ropa | 1,625 vatios |
| Demanda Máxima total por vivienda = | 11,380 vatios |
-
2. Demanda Máxima Coincidental = Demanda máxima por factor de coincidencia
- = 11,380 vatios x 0.46
- Demanda Máxima Coincidental = 5.23kVA

NUMERO DE VIVIENDAS	FACTOR DE COINCIDENCIA
1-4	1.00
5-9	0.78
10-14	0.63
15-19	0.53
20-24	0.49
25-29	0.46
30-34	0.44
35-39	0.42
40-49	0.41
50-más	0.40

ANEXO C

A large, stylized arrow graphic pointing upwards and to the right. The arrow is filled with a dense, dark stippled pattern. A white outline follows the shape of the arrow, creating a double-line effect. The arrow's tail is on the left, and its head points towards the top right. The text 'INSTRUCTION MANUAL' is printed in white, bold, sans-serif capital letters across the horizontal bar of the arrow's shaft.

**INSTRUCTION
MANUAL**

ROCHESTER
INSTRUMENT
SYSTEMS

1 Digital Recording Ammeters

1.1 Introduction

Digital Recording Ammeters (DRAs) used in:

- Power distribution applications
- High voltage 3 phase distribution loads
- Low voltage single or 3 phase industrial loads

Monitors current loading in the application.

- Records averaged current flow for long periods of time
- User review for distribution balance/problem solving

User determines when and how current loading changes.

- Recording identifies when improper conditions occur
- User makes changes to improve/correct condition

Typical user is:

- Engineering/Customer Service Department of utilities
- Maintenance Department of industry

*6.8% de energía min - de max
3.6 watt x2. 10 - 1000 amp hasta 69 km*

Sistemas tipo a 9 kV hidroléctrica 1/4 mva 10 - 1000 amp hasta 69 km

hidro util 2-3 años

tablas baterías 4 1/2, 22, 66 días intervalos días

- problemas de enlace comunicación 1 - 5 - 15 minutos seteo

entre operario - computador necesario

varios intentos cambios but 9m para reemplazo

una vez un mes tiempo de ajuste baterías

revisa 1/años restaje a baterías

1.1.1 What is a Digital Recording Ammeter?

Programmable, long term, current recorder.

- Samples, averages and records current magnitude
- Programmable averaging interval
- Long term storage - days, weeks or months
- RiS products work on single conductors of circuits
- Used on distribution voltages up to 69 Kilo-Volts line to line
- Profiles current demand over time

Intent of Digital Recording Ammeter:

- User locates heavily loaded or unbalanced phases
 - Identifies unbalanced load on transformer
 - Customer redistributes loads for safety and economy
 - Avoids expensive & unnecessary transformer replacement
- Power usage of industrial equipment/process
 - Identifies power hungry devices
 - Charts peak power demand times
 - Customer modifies demand patterns to save expenses
- Shows when transformer is nearing capacity
 - Customer verifies need to invest in new equipment
- Trouble-shoot equipment/process missoperation
 - Identifies severe loading conditions that affect equipment
 - Customer redistributes loads to insure proper operation

1.1.2 Typical Output

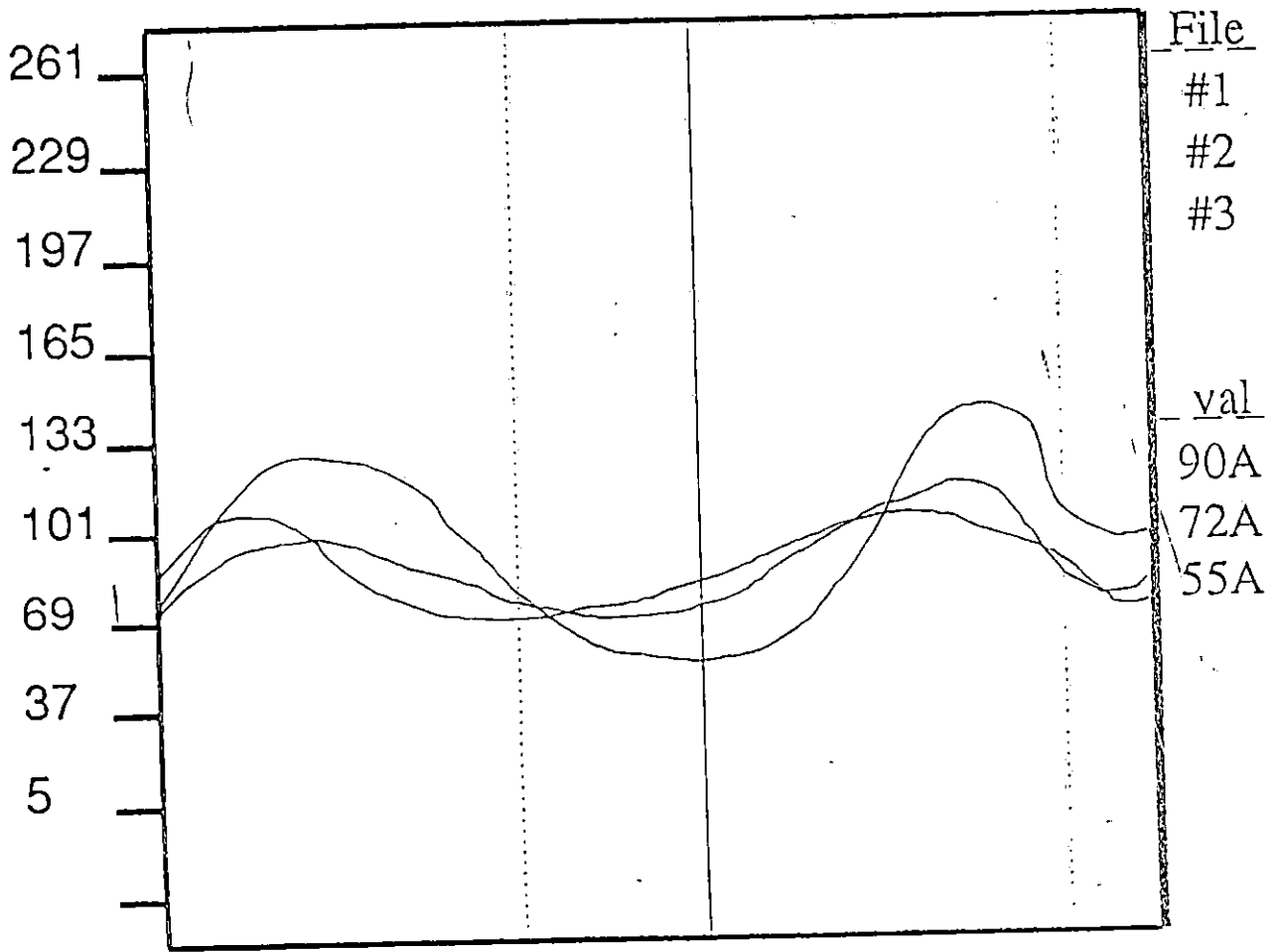
- LoadSmart display of recorded current
- Shows demand versus time
- Shows values of current

Indicates one phase loaded more heavily

Figure 1.1 - Typical LoadSmart Display

<H> - Help screen

<Esc> - Return to plot menu



Time: 15:30 10-23-88

1.1.3 Common Names

RiS name:

- Digital Recording Ammeters
- LoadLogger

Used on bare or insulated overhead lines up to 69KV

- LoadProfiler

Insulated wire or jacketed conductors with 600 Volt rating

Customer names:

- Maximeter
- Load Meter
- Profiling Probe
- Maximum Demand Meter

2 Product Description

2.1 Digital Recording Ammeters Offered

RiS produces two products:

- LoadLogger
- LoadProfiler

2.1.1 LoadLogger (LL-230)

- Works on distribution lines up to 69 Kv, line to line
- Uses LoadSmart software for setup and data retrieval
- Range of 0 to 1000 amps with 1 A resolution
- Accuracy to less than 5% of reading
- Split-core CT design for conductors up to 1" (795 MCM)

2.1.2 LoadProfiler (LP-260)

- Hand held plastic case
- Built in LCD display provides immediate visual feedback
- Range of 0 to 1000 amps with 1 A resolution
- Accuracy to less than 3% of reading
- Uses a clamp-on CT which accepts up to 2" conductors
- Bare conductors up to 600 volts
- Insulated conductors without concentric neutral from 600 Volts to 69 Kilo-volts or more.

2.1.3 LoadSmart (Ver 2.51)

- Very easy to operate
- IBM PC family or compatible
- Fully functional with both LoadLogger and LoadProfiler
- LoadSmart demonstrator disk

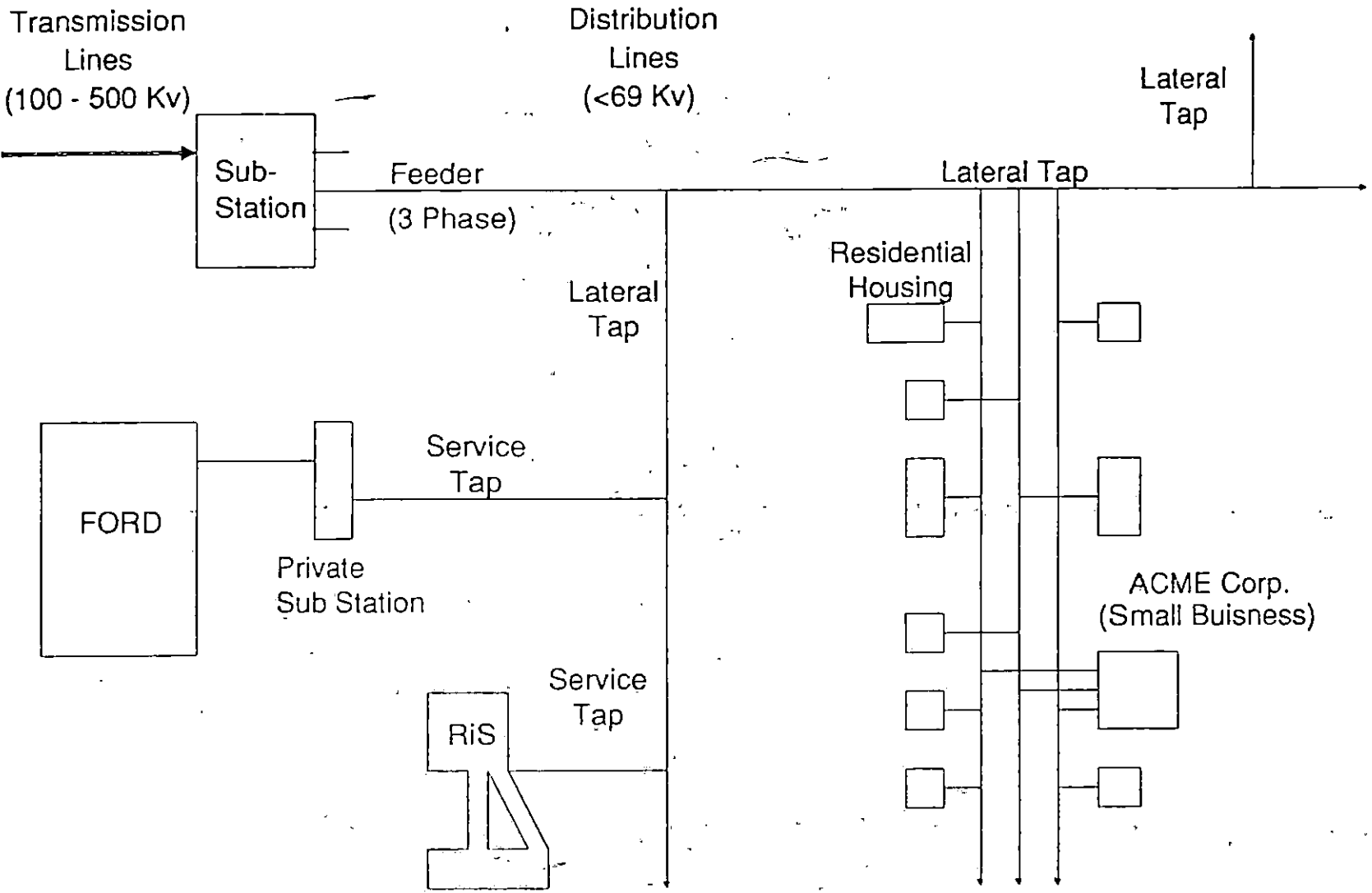


Figure 2.2 - Distribution System Model

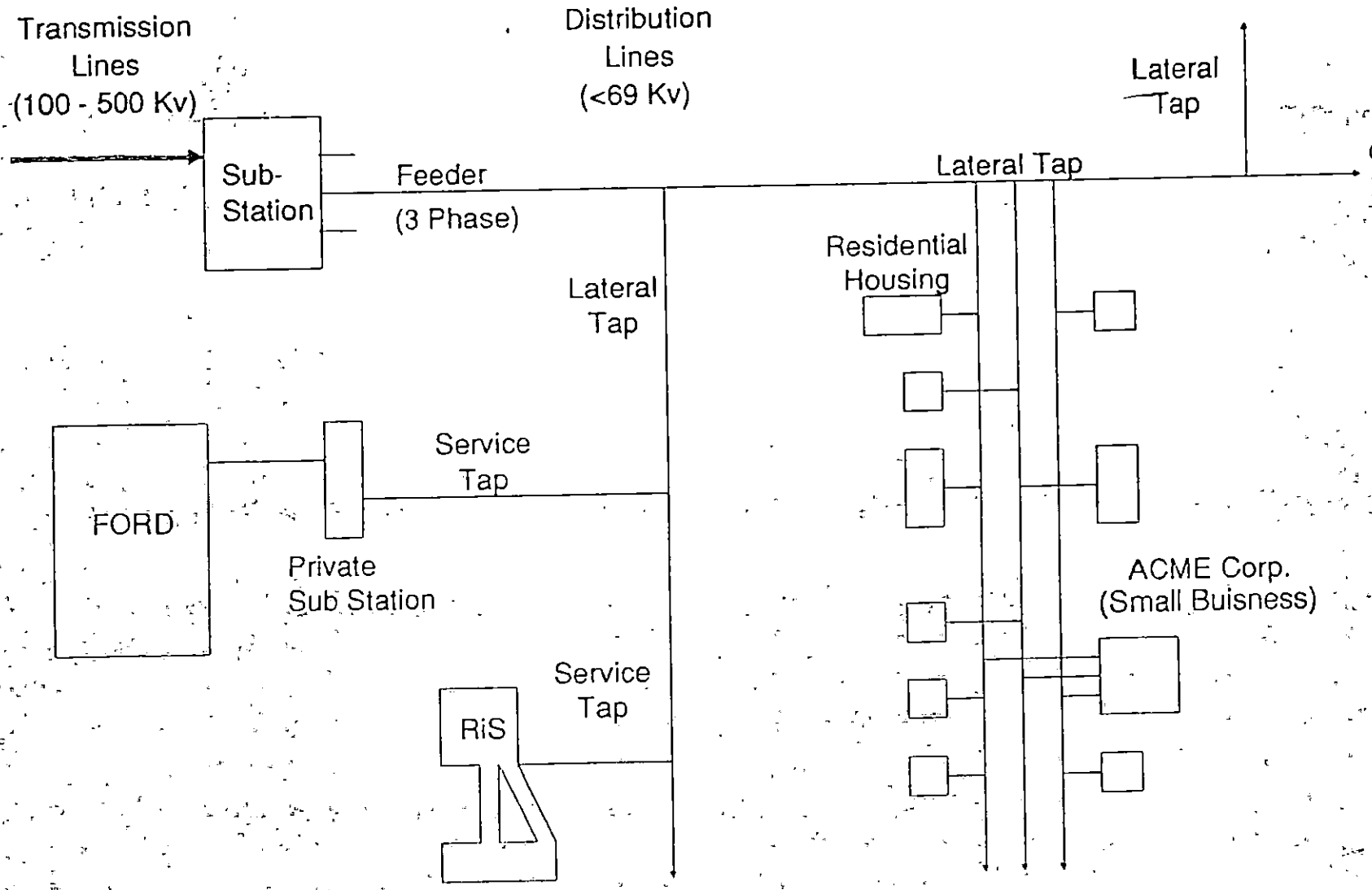


Figure 2.2 - Distribution System Model

LoadLogger Features (continued)

- LCD accessory for immediate reading on a temporary basis
- Neoprene adapter included for lines 0.2 - 0.4 in. diameter
- Data retrieved and displayed using LoadSmart software
Each recorder has a unique ID code which is transferred with the data to the computer, and is stored in the file
- LoadLogger promotion - Maximeter rebates!!

2.2.3 LoadLogger Considerations

- Hangs on distribution lines
Can't be used on Transmission voltages greater than 69 KV
Conductors up to 69 Kv line to line only
- Not as accurate as utility meters
Not intended to compete with utility meters
- Records only absolute magnitudes
No indication for direction of power flow is provided
- Watertight integrity may be lost
If customer damages gasket when replacing batteries
Interface connector cap not attached or gasket lost
- If batteries are allowed to fail, all recorded data will be lost
Older versions: LL-210, LL-220
2 different battery packs, customer must specify model #

2.3 LCD Accessory (LL-234)

2.3.1 LCD Functions

- Provides immediate current reading
Useful as a spot check on a line
- Attaches to LoadLogger interface
- Updated every three seconds from the sample memory

2.3.2 LCD Features

- One included with a "starter kit"
- Large display with 1" high digits
Readable from the ground

2.3.3 LCD Considerations

- Display is on constantly
LCD accessory drains LoadLogger battery if left attached
LCD is intended for temporary use

2.4 LoadProfiler Description

LoadProfiler is designed much like the LoadLogger. The functions are the same and it is compatible with Load-Smart software.

2.4.1 LoadProfiler Function

- Records a current profile of a line over time
 - Bare conductors up to 600 volts
 - Insulated conductors without concentric neutral from 600 Volts to 69 Kilo-volts or more.
- Begins recording immediately upon initialization. Zeros will be stored until the line current is sensed when installed.
- Data can be collected for 4.5, 22 or 66 days
 - Circuitry "wakes-up" every 16 sec. and samples current
 - Averaged and saved on interval of 1, 5 or 15 minutes
- When memory is filled in ROLLING mode, oldest data is overwritten.
- When memory is filled in HOLD mode, it stops recording
- Serial Number on case identifies recorder for traceability
 - Serial Number programmed in ROM to ID data

2.4.2 LoadProfiler Features

- Built in LCD for immediate visual readings
- Uses a clamp-on CT
- Data can be retrieved and displayed using LoadSmart
- Initialized via built-in keypad or LoadSmart
- Housed in a lightweight, weather resistant plastic case
- User replaceable 9 Volt alkaline battery
Typical battery life of 6 to 8 months
- Range from 0 to 1000 amps with 1 amp resolution
- Accuracy to less than 3% of reading
- Each recorder has a unique internal identification code which is transferred with the data to the computer and is stored in the file

2.5 Computer Interface Adapter (LL-233)

2.5.1 CIA Functions

- Provides connection between recorders and computer
Communicates to PC through a serial port

2.5.2 CIA Features

- Included in a "starter kit" of 3 recorders
- Powered from a standard 110VAC adapter or 9 volt alkaline battery
- CIA battery check provided by an LED on the case
- CIA monitors LoadLogger & LoadProfiler batteries
LoadSmart alerts operator if the recorders battery is low
- New CIA provides handshaking between the recorder and computer

2.5.3 CIA Considerations

- Three generations have been manufactured:
 - AC adapter powered only
 - 9 volt battery powered only
 - AC or battery powered (LL-233)
- We recommend that customers using LoadSmart software, purchase starter kit(s) with the new LL-233 unit.
 - Enhanced CIA controls data flow and is AC/DC powered
 - Older CIAs do not control data flow and are single power
- New CIA will not work with the older LoadLog software

2.6 LoadSmart Description (Ver 2.51)

LoadSmart is our new multi-function analysis and data display program. LoadSmart works with both the Load-Logger and LoadProfiler. This fact has helped us win sales in competitive situations.

3 Applications

This section focuses on where our products are used, what they monitor, why they use them and who buys them. Appendix A includes application bulletins, pamphlets and a reprinted article from the magazine *Transmission & Distribution*, documenting three specific cases where RiS digital recording ammeter products helped in identifying problems.

3.1 LoadLogger Utility Applications

The LoadLogger is a Digital Recording Ammeter used on primary voltage power distribution systems.

Definition of Terms:

In the Utility Distribution world, voltages are referred to as primary and secondary, regardless of the side of a transformer they appear on.

- Primary voltages range from 600 volts to 69 Kilo-volts
- Secondary voltages are those below 600 volts.

The secondary side of a transformer can be either a primary or secondary voltage, and should not be assumed to be a secondary voltage.

The LoadLogger records data that represents power demand over time. A computer is used to retrieve the data and store it on disk for later analysis. Software provides an on-screen display of the recorded data from up to three recorders.

Where used:

- Any point of the distribution system at primary voltage
- Transmission Substations (100 - 500 KV)
Used only on the distribution side of the substation
- Industrial distribution substations
- Residential distribution

Monitored devices:

- Overhead lines up to 69 Kilo-Volts line to line
- Input & output sides of transformers at primary voltages
- Single or three phase circuits

The operator analyzes data for:

- Investigating distribution operational problems
- Planning distribution system capacity and efficiency
- Solving customer problems
- Revealing load management opportunities
- Verifying power usage and theft

3.1.1 Distribution System Definition

LoadLogger data provides information used to evaluate the status of the distribution network.

LoadLogger Locations:

- Transmission Substation
Connects to primary voltage feeder
- Primary voltage feeder
Connects to feeder before and/or after laterals
Connects to step-down transformers on laterals
- Individual tap circuits
Connects to lateral before and/or after tap
Connects to tap transformers that provide power to the users

3.1.2 Investigating Distribution Operational Problems

LoadLogger current data can be used to solve various operational problems faced daily by electric utilities.

Intended Uses:

- Total feeder current provided

Determines peak demand values and times: Seasonal, Monthly, and Daily. Identifies need to upgrade transformers in advance.

- Feeder load balance, verified:

Identifies need to redistribute loads. Avoid premature transformer replacement.

- Peak load values and times

Identifies peak and ebb demand times over days, weeks or months. Comparing files allows for monitoring growth of circuits (or geographic areas) over years.

Sizing for capacity of transformers and/or wire sizes is easily accomplished. Properly sized fuses for taps from feeders is made easy.

By recording different circuits, demand cycles can be located and anticipated. Utilities efficiently manage generation resources required to supply power during daily, weekly or monthly periods.

Contacts:

- Distribution Engineers
- Supervisor of Operation (Regional Offices)
- Line Superintendents

3.1.3 Distribution Capacity & Efficiency Planning

LoadLoggers provide accurate and complete data for input used in planning, forecasting and development.

Used in:

- Load growth studies
- Load management programs
- Energy conservation programs
- Generation capacity forecasting

Intended use:

- Distribution system modeling programs
LoadLogger data can be output in spread sheet format
Operator processes data in a spread sheet
Output data from spread sheet used in modeling program
- Long term trends revealed
LoadLogger data gives accurate view for planning

Contacts:

- Planners
- System Planning
- Assistant Planners

3.1.4 Solving Utility's Customer Problems

Many industrial customers (small and large) rely on electric utilities to solve their power problems. Utilities have Customer Service and/or Marketing Departments located in regional offices throughout their service territory to help in these situations.

Many of the problems solved by the LoadLogger in utility uses are the same for industrial and commercial customers.

Intended Uses:

- Customer complains of unexplained fuse blowing
- Transformer temperature indicator nearing critical level

Utility places LoadLogger to determine Load Balance

Unbalanced loads lead to blown primary line fuses and inefficient primary line transformer operation. High transformer temperature leads to premature failure due to over temperature. High transformer temperature indication may lead to unnecessary replacement.

Utilities use LoadLoggers to ensure that each phase is equally loaded for the most efficient operation and verify when transformer replacement is necessary.

- Customer plans to add a new process or larger equipment
- Utility needs to know present load character to determine if existing circuits will handle the increase

Utility monitors load growth for capacity planning

Monitoring the character of the plant load on the primary lines allows for proper capacity planning of substation equipment. New transformer purchase, additional power line planning and protection equipment upgrades need justification. The same process would be used in the case of a developer of a shopping mall or housing tract.

- Customer complains of unusually high bills
- May include large demand charges

Utility monitors peak load values and times

Electric bills to larger customers contain a component called "demand charge." This is usually the largest demand that is constant over a 15 minute interval throughout the month. Knowing peak demand times and durations can help the utility recommend more efficient uses of power to the customer.

Knowing when and why the demand occurs allows for alternate operations and lower bills. For example, turning on 3 large main compressors at the same time results in a large demand. Turning them on at different times, if possible, will lower the peak demand and thus the bill.

3.1.6 Load Management Opportunities Investigation

"Load Management" is a utility and industrial buzz-word which encompasses many utility responses to the situation of limited capacity. In some cases, the excess capacity of the combined power generation sources is so limited that the utility will choose to turn off power to customers. Reducing load can be accomplished in several ways.

Load management techniques:

- Automated load reduction

In some cases, all residential customers have a device on their air conditioners and/or hot water heaters. The device deactivates the appliance based on a signal from the utility (usually via radio).

- Rotational Disconnection

Other utilities choose to turn power off to all customers served on selected circuits. They will "rotate" the power outages to limit any one customer's downtime to a few hours.

- Industrial "Load Shedding" contracts

Most utilities have contracts with larger power users in return for a lower yearly billing rate. The customer agrees to turn off a predetermined amount of usage on demand. IE, a non-crucial manufacturing line or process, air conditioning and lighting loads. These customers will be notified by the utility when it requires them to drop or shed load (thus the term "Load Shedding").

Intended LoadLogger Uses:

LoadLoggers aid in determining which circuits or customers are good candidates for these programs. They help to determine exactly how much load can be expected to be dropped. In any of these cases, it's imperative for the utility know very closely how much load they are able to drop.

- Identify target neighborhoods for automation
 - Determine character of load
 - Chart peak demand time and savings
- Identify load of circuits to be rotated
 - Determine extent of circuit(s) to be disconnected
- Chart industrial demand
 - Analyze collected data from multiple customers
 - Result reveals number of customer reductions needed

Contacts:

- Distribution Engineers
- Load Management Departments
- Customer Service Representatives
- Marketing Representatives/Engineers

3.1.7 Verifying Power Usage and Theft

The LoadLogger will monitor a customer's usage from the primary side of a transformer. The resulting data file is downloaded into a spreadsheet. Using the current values and the times, multiplied by the appropriate voltage of the line it was recording, will result in the approximate value the meter should be reading. Comparison indicates if further investigation is warranted.

Theft of Service is an untapped market in the US at this time. Internationally, Theft of Services is a common subject. Our largest orders are from other countries. Here in the US it is a very touchy subject. It is referred to as "Diversion".

3.2 LoadProfiler Applications.

The LoadProfiler is a Digital Recording Ammeter which is typically used on secondary voltage power distribution systems. Secondary voltages (600 Volts or less) may be found in insulated or bare wire conductors. The LoadProfiler can also be used with insulated high voltage cables under 2" in diameter. The important fact is that the outside of the wire must be at a potential of 600 volts or less.

The LoadProfiler records data that represents power demand over time. It is a hand-held device that can be set-up through its keypad and LCD read-out. Software provides a computer based on-screen display of the recorded data from up to three recorders.

The information is immediately available on the LCD on the front of the unit. It can be used as a clamp-on ammeter, but is intended as a recorder. A computer is used to retrieve the data and store it on disk for later analysis.

Where used:

- Customer's generation facility for trouble shooting
- Any point in secondary voltage distribution systems
- Utility Customer's facility for trouble shooting

3.2 LoadProfiler Applications.

The LoadProfiler is a Digital Recording Ammeter which is typically used on secondary voltage power distribution systems. Secondary voltages (600 Volts or less) may be found in insulated or bare wire conductors. The LoadProfiler can also be used with insulated high voltage cables under 2" in diameter. The important fact is that the outside of the wire must be at a potential of 600 volts or less.

The LoadProfiler records data that represents power demand over time. It is a hand-held device that can be set-up through its keypad and LCD read-out. Software provides a computer based on-screen display of the recorded data from up to three recorders.

The information is immediately available on the LCD on the front of the unit. It can be used as a clamp-on ammeter, but is intended as a recorder. A computer is used to retrieve the data and store it on disk for later analysis.

Where used:

- Customer's generation facility for trouble shooting
- Any point in secondary voltage distribution systems
- Utility Customer's facility for trouble shooting

Monitored devices:

- Bare conductors up to 600 volts
Bus ducts or bars
Equipment power feeds
- Insulated underground high voltage cabling
- Underground secondary voltage cabling
- Service panels
- Three phase circuits
- Single phase circuits

Intended Uses:

- Solving customer problems
- Identifying individual equipment load characteristics
- Determining energy usage cycles
- Zeroing in on specific problems

3.2.1 Solving Utility's Customer Problems

Many industrial customers (small and large) rely on electric utilities to solve their internal power problems. Utilities have Customer Service and/or Marketing Departments located in regional offices throughout their service territory to help in these situations.

Many of the problems solved by the LoadProfiler in utility uses are the same for industrial and commercial customers.

Intended Uses:

- Customer has unexplained circuit breaker operation
- Transformer temperature nearing critical level

Utility places LoadProfiler to determine Load Balance

Unbalanced loads lead to unexplained circuit breaker operation and inefficient transformer operation. High transformer temperature may lead to premature failure. High transformer temperature indication may lead to unnecessary replacement. Utilities use LoadProfilers to ensure that each phase is equally loaded for the most efficient operation and verify when transformer replacement is necessary.

- Customer plans to add a new process or larger equipment
- Utility needs to know present load character to determine if existing circuits will handle the increase

Monitoring the character of the load on the internal plant distribution circuits allows for proper capacity planning. Recommending new transformer purchase, additional power lines or other equipment upgrades need justification.

- Customer complains of unusually high bills
- May include large demand charges

Utility monitors internal distribution

Electric bills to larger customers contain a component called "demand charge." This is usually the largest demand that is constant over a 15 minute interval throughout the month. The utility may use Load-Profilers to identify peak demand times and durations on individual internal circuits. This information can help the utility and customer evaluate present uses and plan more efficient uses of power.

Knowing where, when and why the demand occurs, allows for alternate operations and lower bills. For example, starting two large machines at the beginning of a shift results in a large peak demand. Turning them on 5 minutes apart will lower the peak demand and the energy bill. Using LoadProfilers makes the process of identifying the source of the peak demand efficient, sure and effective.

Contacts:

- Industrial Marketing Engineers
- Customer Service Representatives

3.2.2 Independent Consultants

These companies specialize in Demand Side Analysis. Independent engineering firms are contracted to do load management, energy utilization, and power quality studies. These companies should not be confused with companies which do the architectural and physical construction for utilities. In some cases a utility will refer a customer to one of these companies. The utility may be a contact for locating an engineering firm.

Two examples of these types of companies are Power Technologies Inc. (PTI) and Resource Management International (RMI). These companies have typically been very receptive to DRA's. In fact they see the benefit of these devices quite clearly and place orders for multiple units. We have made several sales to this type of customer.

3.2.3 Anywhere uninsulated secondary voltages exist

LoadProfilers are very compact, rugged and portable devices. This means they can be moved and placed virtually anywhere. Data may be gathered on specific machinery, or utility underground cables to determine loading of phases, and identifying usage cycles. LoadProfilers provide power profiles that are useful in numerous applications. Most Industries do not understand their energy use and patterns. Some utilities offer incentives / rebates to conserve.

Intended uses:

- Inside generation facilities
 - Individual equipment power usage
 - Underground cabling loads
 - Power panel distribution loads
- Facilities maintenance departments
 - Characterizing equipment draw
 - Identifying unusual motor loading
 - Identify currents on neutral lines
 - Avoiding catastrophic bearing failure
- Inside underground circuits and junction boxes
 - Attached to cables at or near lateral connections
 - Monitoring specific lateral tap power usage
- Investigation of peak loading, usage cycles or load growth
- Unobtrusive check for diversion of power from underground service
 - Apartment complexes
 - Trailer or Industrial Park service panels

Indications that Power may be a problem include:

- Irregular Machine Behavior

Machine operators are used to a machine's characteristic noises. When the noise changes suddenly and a mechanical malfunction is not found, the cause may have been the power source. Severe phase imbalance on a three phase motor can dramatically affect efficiency. This type of imbalance changes the character of the noises made by the machine and can affect product quality.

- Drop in Quality/yields

The Process may be operating spasmodically: Motor torque is irregular and affects product flow. Product quality is lowered or the scrap rate is up.

- Unexplained Circuit Breaker Tripping

If one phase is loaded heavily and a 3 phase device starts up it may push the service over its rating. This is more of a problem if the service is running near its capacity. Repeated circuit breaker tripping leads to breaker destruction and replacement. Some circuit breakers are very expensive, typically \$7000.00/phase for large industrial types.

- Identifying circuit loading

How much load is on which phase and when? Can we safely add more load and to which phase?

- Motor Winding Breakdown

As motor windings heat up (perhaps due to unbalanced lines) they begin to break down. This causes higher neutral currents, which may not be seen by normal spot checks.

The above indications may be found in:

- Industrial Process Plants
Arc furnaces, Presses, Switch Rooms
- Refineries
Pumps, Drills
- Pulp & Paper plants
Motors, Dryers, Conveyors
- Mining
Conveyors, Crushers, Winches
- Machine Shops
Presses, Lathes
- Manufacturing
Automated Machinery (Robotics), Conveyors, Heating,
Ventilation & Air Conditioning systems, Large Lighting
arrays

Chapter Break

9 Specifications

9.1 Product Specifications

9.1.1 LL-230 LoadLogger

Conductor Size

0.2 to 1.093 inches (5.1 to 27.8 mm) diameter (795 MCM max.)

Neoprene adapter used for conductor dia. of 0.2 to 0.4" (5.1 to 10.2 mm)

Max Conductor Voltage

Tested to 69 Kv line-to-line

Frequency

45-65 Hz

Current Range

0-1000 A

> 0 recommended max is 10a

Overload

Maximum current for no damage: 50,000 A for one second, 2,000 A indefinitely

Data Output

Serial data stream, RS-232 based at 9600 baud via special computer interface

Data Transfer Time

Up to 45 seconds

Battery Type

Internal 7.2 volt lithium battery card (One year minimum lifetime). Can be supplemented with a 9 volt alkaline battery

low life indicated by message on load logger

Battery Low Level

Factory set at 6.95 volts

Resolution

1 A

Accuracy

Error is less than 5% of indication, ± 1 A

Note: Accuracy specification applies to a properly installed and oriented unit with adjacent conductors more than 1.5 feet (0.46m) away and carrying less than ten times the current in the conductor being measured.

Timing

Internal Real-Time-Clock. Maximum time error is one minute per two weeks over the specified temperature range.

Operating Temperature Range

-40 to 131 ° Fahrenheit

(-40 to +55 ° Centigrade)

Weight

3.61 lbs. (1.63 kg)

Dimensions

7.5L x 4.5W x 8H inches (190.5 x 114.3 x 203.2 mm)

9.1.2 LL-233 Computer Interface Adapter

Power

Internal 9 volt alkaline battery or external 9 VDC at 200 mA AC adapter

Battery Check Level

Factory set at 7.3 V

Weight

11.4 oz. (0.323 kg)

Dimensions

4.8L x 2.4W x 1.25H inches (121.9 x 61.0 x 31.8 mm)

9.1.3 LL-234 Display Module

Display Type

Liquid Crystal Display, one inch (25.4 mm) high digits

Update Frequency

Display is updated every three seconds. Decimal points flash to indicate an update has occurred.

Mounting

Attaches to the LoadLogger via the serial data interface connector.

Power

7.2 volts at 300 μ A; powered directly from the LoadLoggers' internal battery.

Operating Temperature

-22 to 104 ° Fahrenheit
(-30 to +40 ° Centigrade)

Weight

13 oz. (0.369 kg)

Dimensions

4.75H x 2.6W x 1.4H inches (120.7 x 66 x 35.6 mm)

9.1.4 LP-260 LoadProfiler

Conductor Size:

Up to 2 inches (50.8 mm) diameter

Frequency:

45-65 Hz

Current Range:

0-1000 A

Resolution:

1 A

Maximum Current:

1000 A at 95 ° F (35 ° C)

800 A at 131 ° F (55 ° C)

Maximum Voltage:

700 VAC on non-insulated cable, virtually unlimited on properly insulated cable

Dielectric Strength:

Leakage current less than 150 uA when 2500 VAC is applied for one minute between core and winding and between case and core. Tested to withstand 4000 VAC

Data Output:

Serial data stream, RS-232 based at 9600 baud via special computer interface

Data Transfer Time

Up to 45 seconds


Visual Display:

The Profiler displays the recording parameters as well as the current presently being measured.

Battery Type:

Internal 9 volt alkaline

Battery Life Over Specified Temperature Range:

Typical 9 volt alkaline: 6 to 8 months. With display on, life is reduced by a factor of approximately 8. CIA provides a battery check.

Battery Check Level:

Factory set at 6.95 V

Memory Size:

8 Kbyte

Accuracy:

Error is less than 3% of indication, $\pm 1A$

Timing

Internal Real-Time-Clock. Maximum time error is one minute per two weeks over the specified temperature range.

Operating Temperature Range

-40 to 131 ° Fahrenheit
(-40 to +55 ° Centigrade)

Weight:

1.7 lbs. (0.77 kg)

Dimensions of Box Housing Electronics:

7.4L x 3.2W x 2.2H inches (188 x 81.3 x 55.9 mm)

Chapter Break

Load Shedding - The process of deliberately removing pre-selected loads from a power system. Usually a response to an abnormal condition in order to maintain the integrity of the system.

Lateral - Another name for a Tap.

Primary Voltage - Potentials ranging from 600 volts to 69 Kilo-volts. This definition is true regardless of which side of a transformer the voltage is on.

Rogowski Coil - A form of CT

Secondary Voltage - Potentials below 600 volts. This definition is true regardless of which side of a transformer the voltage is on.

10 Glossary of Terms

10.1 Common Definitions

CT - Abbreviation for Current Transformer.

Circuit - A conductor or system of conductors through which an electric current is intended to flow. A conductor carries a single phase of power. The term circuit and line is sometimes used interchangeably.

DRA - Digital Recording Ammeter.

Feeder - Three phase line originating at a distribution sub-station.

Tap - Three phase line originating at a feeder.

Theft of Services - Getting power without paying for it.

Line - A component part of a system extending between adjacent stations or from a station to an adjacent interconnection point. A line may consist of one or more conductors. A power line is commonly comprised of three individual conductors (phases) and a neutral (return or ground). The term Power Line refers to a system of conductors, not a single conductor.

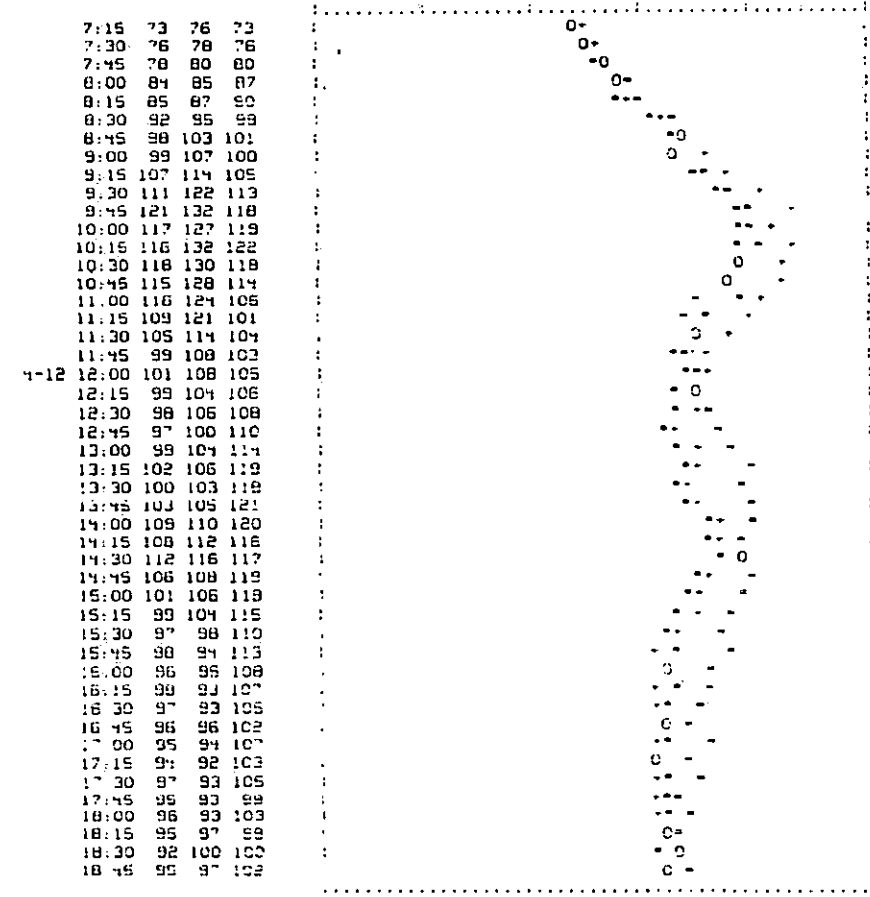
 Rochester Instrument Systems Inc.
 Load Logger Printplot

```

Location            TEST SITE
Recording Period    07:15 04-12-88 to 19:00 04-12-88
Data File 'A': AFTERA.DAT      Serial No.: 954
Maximum Current : 121 A at 09:45 04-12-88
Minimum Current : 73 A at 07:15 04-12-88
Data File 'B': AFTERB.DAT      Serial No.: 955
Maximum Current : 132 A at 09:45 04-12-88
Minimum Current : 76 A at 07:15 04-12-88
Data File 'C': AFTERC.DAT      Serial No.: 956
Maximum Current : 122 A at 10:15 04-12-88
Minimum Current : 73 A at 07:15 04-12-88
  
```

```

Symbols      * - 'A'      * - 'B'      * - 'C'      * - 'D'      O - Multiple Point
Date/Time
mm-dd hh:    * - * - * - 0       30       60       90       120       150
  
```



*Plot B. (After).
 A load profile after corrective load switching.*

Additional Literature

For additional application information on the LOADLOGGER, refer to the application bulletins listed below.

- Peak Load Monitoring,
Publication 09-001
- Distribution Systems Planning,
Publication 09-003

For detailed specifications refer to the LOADLOGGER Data Bulletin, Publication 1313.

Contact your local RiS representative for more information on how the LOADLOGGER can help balance your distribution loads.

Specifications subject to change without notice

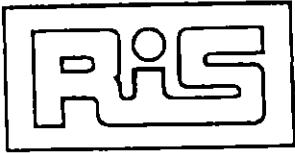


**ROCHESTER
 INSTRUMENT
 SYSTEMS**

255 North Union Street
 Rochester, New York 14605
 Telephone: (716) 263-7700
 Telex: 978457
 Fax: (716) 262-4777

Maxim Road, Crayford
 Dartford, Kent, DA14BG U.K.
 Telephone: 44 322 526211
 Telex: 27831
 Fax: 44 322 51208

915 Kipling Avenue
 Toronto M8Z 5H4, Canada
 Telephone: (416) 233-6218
 Telex: 06-967801
 Fax: (416) 233-9166



LOADLOGGER

Distribution Load Balancing

Distribution lines operate most efficiently when the load on a three-phase feeder is "balanced" with the current evenly distributed across each of the phases. Due to a lack of load profile information, most distribution lines have been designed to be balanced only at typical peak loads. Major imbalances can thus occur due to load shifts during different times of each day or times of the year. Loads can also become unbalanced due to changing customer demographics, such as new factories, shopping malls and homes.

Advantages of Load Balancing

1. Postpones costly upgrades of distribution feeders that are near their peak capacity.
2. Reduces the chance of unscheduled outages due to excessive neutral currents.
3. Increases the accuracy of system modeling and planning. Many models assume balanced distribution loads.
4. Increases the life of transformers by reducing heating effects due to excessive current on the peak phase.
5. Reduces I^2R losses due to load imbalance. Utilities have significantly reduced total losses after switching loads based on accurate load profile.
6. Some SCADA systems only monitor the current on a single phase. In this case balancing the load would provide more accurate load information for the SCADA system and avoid unnecessary overload trips.

7. Reduces voltage fluctuations and the need to purchase costly voltage regulators on rural, long-distance distribution feeders.

Time-Synchronization of LOADLOGGER Data

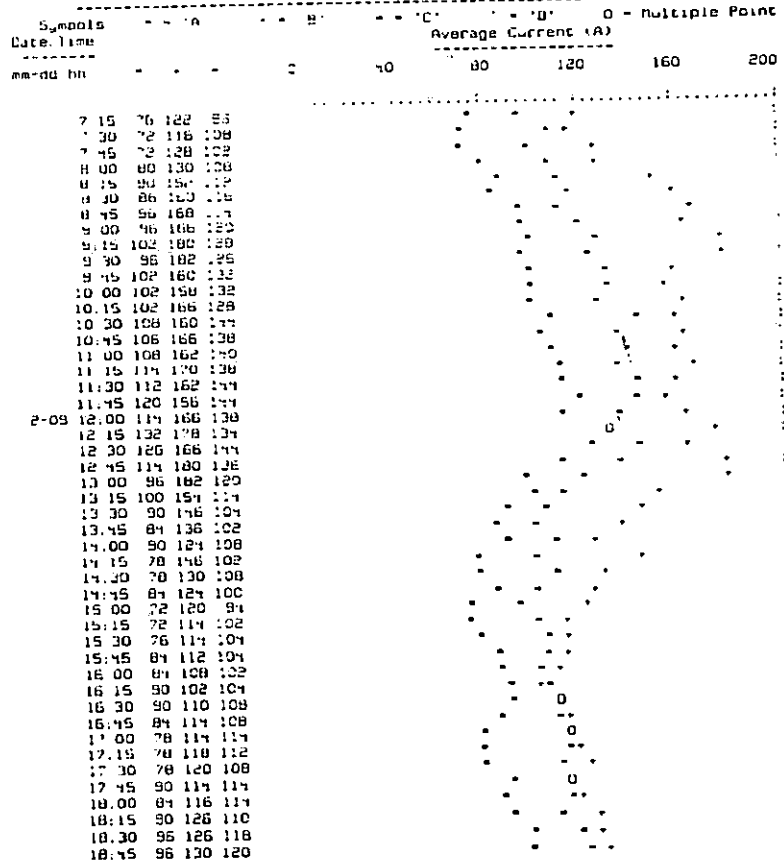
The RiS LOADLOGGER is the ideal tool for providing the accurate time-synced load profile needed to balance distribution feeders. The

LOADLOGGER samples the line current every 16 seconds. The data is then averaged and stored in a rolling 60-day memory at 15-minute intervals. The easy-to-use LOADLOGGER software can synchronize the data received from up to four LOADLOGGERS and display it graphically and numerically for quick balance analysis.

```

-----
Pacemaker Instrument Systems Inc.
Load Logger Printout
-----
Location          TEST SITE
-----
Recording Period  07:15 02-09-88 to 19:00 02-09-88
Data File A PHASEA .DAT      Serial No. 954
Maximum Current  72 A at 12:15 02-09-88
Minimum Current  22 A at 07:30 02-09-88
Data File B PHASEB .DAT      Serial No. 955
Maximum Current  62 A at 09:30 02-09-88
Minimum Current  22 A at 16:15 02-09-88
Data File C PHASEC .DAT      Serial No. 956
Maximum Current  74 A at 10:30 02-09-88
Minimum Current  24 A at 15:00 02-09-88
-----

```



Plot A. (Before)
A load profile indentifying an imbalance.

ANEXO D

CUADRO GENERAL DE DATOS

No de Archivo	Area m ²	Max. Carga Demandada KW	Carga Instalada KW	Long. de Frente en mts	Factor de Demanda de planos	Factor de Demanda Calculado
2430	103.56	3.67	30.57	10.10	0.7	0.1201
2422	153.55	4.18	34.86	7.00	0.7	0.1199
2421	172.00	3.43	28.57	9.50	0.7	0.1201
2293	183.00	4.05	33.71	16.00	0.7	0.1201
2182	188.80	4.49	37.43	9.95	0.8	0.1200
2184	188.80	4.49	37.43	9.60	0.8	0.1200
1979	188.00	2.64	22.00	12.00	0.7	0.1200
1941	209.91	3.44	28.67	8.70	0.7	0.1200
2288	212.28	6.53	54.39	12.40	0.7	0.1201
2271	217.30	7.15	59.57	10.80	0.8	0.1200
1936	225.90	4.30	35.86	12.00	0.7	0.1199
2300	239.68	4.87	40.57	12.00	0.7	0.1200
2282	253.11	4.64	38.70	10.00	0.8	0.1199
2432	253.29	7.58	63.14	12.00	0.7	0.1201
2431	254.50	3.62	30.14	11.50	0.7	0.1201
2294	256.50	4.23	35.29	9.80	0.7	0.1199
1093	259.00	3.34	27.86	9.20	-	0.1199
2190	263.20	5.67	47.21	9.70	0.7	0.1201
1908	271.30	4.44	37.00	14.00	0.8	0.1200
2286	275.80	4.22	35.14	11.90	-	0.1201
2284	278.85	5.62	46.86	8.40	0.7	0.1199
2434	278.94	3.89	32.43	12.50	0.7	0.1200
1927	280.60	4.51	37.57	13.20	0.8	0.1200
2450	282.60	9.48	78.97	29.00	0.7	0.1200
2141	285.30	4.99	41.57	13.50	0.8	0.1200
2392	285.65	11.00	91.68	9.70	0.7	0.1200
2197	296.70	4.52	37.63	8.00	0.8	0.1201
2493	310.60	7.83	65.23	20.00	0.7	0.1200
2142	312.24	4.79	39.89	10.00	0.7	0.1201
1916	333.63	5.63	46.93	13.90	0.7	0.1200
2289	335.71	5.52	46.02	13.70	0.7	0.1199
2194	339.01	6.33	52.00	26.95	0.7	0.1217
2344	344.85	7.54	62.87	15.00	0.7	0.1199
2138	345.00	4.59	38.29	10.00	0.7	0.1199
1964	345.00	3.47	28.94	12.50	0.8	0.1199
2423	357.00	6.98	58.19	16.00	0.7	0.1200
1933	362.56	5.94	49.49	10.00	0.66	0.1200
2429	366.18	2.93	24.43	19.70	0.7	0.1199
2275	371.04	7.22	60.17	11.20	0.7	0.1200
2416	373.93	8.66	72.14	20.00	0.8	0.1200
2110	378.00	5.92	49.36	10.00	0.7	0.1199
2103	378.33	7.35	61.23	10.00	0.8	0.1200
1923	400.00	1.95	16.24	12.00	0.7	0.1201
2279	400.77	5.39	44.94	10.80	0.7	0.1199

ANEXO E

AREA CONSTRUIDA	LONGITUD DE FRENTE	CARGA INSTALADA	CARGA DEMANDADA	KILOWATT CONSUMIDOS
EN m2	EN m	EN KW	EN KW	EN KW
310	20	65	7.8	841
312	10	39	4.7	701
328	10	25	4.2	471
333	13	46	5.6	753
335	13	48	5.6	800
339	28	52	6.3	753
340	11	18	2.8	485
344	15	62	7.5	951
345	10	38	4.5	700
345	12	28	3.4	405
350	10	40	4.9	575
357	16	58	6.9	773
360	10	26	3.9	507
382	10	49	5.9	890
388	19	24	2.9	373
371	11	60	7.2	781
373	20	72	8.6	100
375	12	30	4	531
378	10	49	5.9	888
379	10	61	7.3	801
390	10	40	6.2	633
400	12	18	1.9	183
400	10	44	5.3	893
400	28	58	3.8	505
421	17	87	8	110
425	13	35	4.5	833
425	20	27	3	543
430	10	40	2.4	482
430	17	20	5.1	109
435	28	51	8.1	703
440	21	43	5	707
450	16	50	4	505
450	13	17	4.1	630
488	18	6.7	8	978
471	24	15	1.8	113
478	14	45	5.4	700
489	20	57	6.8	833
490	23	38	3.7	478
485	21	79	9.5	120
488	17	59	7.8	778
500	10	65	7.8	691
500	14	49	5.8	733
510	22	88	8.3	118
517	16	48	5.8	700
520	19	53	6.4	687
523	34	67	8	873
550	19	38	4.3	835
550	20	45	3.8	413
550	27	63	7	120
582	16	49	5.9	777
570	13	80	2.8	313
590	14	72	8.7	118
590	17	39	4.7	600
590	24	37	5.1	111
800	28	48	5.5	703
800	38	79	9.5	130
600	10	30	3.7	408
810	19	20	2.9	405
818	24	61	7.3	831
630	13	35	6	700
630	16	30	3.4	583
640	16	34	3.3	509
645	18	32	3.7	541
650	12	21	1.8	250
664	47	70	8.4	122
875	15	59	5.5	772
680	18	40	7	142
730	18	71	8.8	129
750	12	51	3.3	535
800	17	81	4.3	883
868	33	78	9.1	155

ANEXO F

Circuitos de Protección

No. de Archivo	No. Cktos. 110 V	No. Cktos 220 V
2423	17	5
2424	33	3
2425	15	3
2428	19	7
2429	30	9
2432	11	5
2472	16	9
2439	32	5
1836	20	9
1841	20	11
1843	24	5
1847	13	2
1848	24	7
1852	18	6
1854	12	8
1857	19	7
1863	10	6
1864	11	5
2433	24	5
2445	24	5
2450	26	10
1879	25	8
1890	12	3
1893	10	3
1898	18	8
1904	16	5
1908	10	4
1913	22	4
1916	15	4
1923	20	4
1927	11	3
1929	24	7
1933	17	4
1936	13	3
1942	21	4
1951	28	8
1952	22	3
1964	13	3
1966	21	7
1975	19	6
1979	11	9
1983	33	5
1989	24	5
1990	37	13

No. de Archivo	No. Cktos. 110 V	No. Cktos 220 V
2048	10	5
2049	24	9
2050	21	4
2051	11	4
2055	20	4
2057	11	5
2058	13	11
2068	20	8
2074	15	4
2090	17	4
2103	20	5
2106	26	6
2123	19	6
2125	18	11
2131	17	4
2138	11	4
2141	12	4
2142	14	4
2158	16	3
2172	23	4
2174	25	4
2176	25	4
2186	22	8
2197	13	5
2200	23	5
2204	16	4
2213	19	3
2214	27	6
2215	20	1
2222	27	12
2226	14	5
2259	17	3
2265	17	4
2262	12	4
2264	15	4
2271	10	7
2275	16	7
2288	10	7
2292	15	4
2293	10	4
2314	39	11
2327	11	7
2337	19	9
2338	22	7

ANEXO G

CUADRO 1 Principales características e indicadores de los Hogares.

CARACTERIS: CAS E INDICADORES	TOTALES
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 BRUJA	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 HOGAR14
24 - TOTAL DE ANALFAB 10 AÑOS Y MAS	68,444
25 - ESCOLARIDAD PROMEDIO	7.23
26 - TOTAL INGRESO FAMILIAR MENSUAL. (€)	733,705,551
27 - INGRESO POR HOGAR MENSUAL. (€)	2,768.25
28 - INGRESO PERCAPITA MENSUAL. (€)	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 - JEJES DE HOGAR HOMBRES	188,221
35 - JEJES DE HOGAR MUJERES	76,822
36 - TOTAL HOGARES CON REMESA	35,429
37 - TOTAL PERSONAS CON REMESA	154,283
38 - TOTAL REMESA FAMILIAR MENSUAL. (€)	26,298,968
39 - REMESA POR HOGAR MENSUAL. (€)	742.30
40 - REMESA POR PERSONA MENSUAL. (€)	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

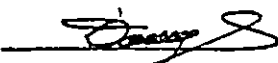
CUADRO 2. Hogares por tipo de vivienda, segun disponibilidad de servicios basicos.

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	RANCHO	OTRO
	265,043	220,668	12,567	2,130	8,520	19,028	2,130		
	260,073	216,834	12,567	2,130	8,449	18,815	1,278		
	2,130	1,633				71	426		
	142	71					71		
	2,272	1,846				142	284		
	426	284			71		71		
	204,764	183,819	12,567	2,059	5,964	355			
	16,756					16,756			
	21,300	18,744		71	294	639	852		
	1,136	1,136							
	426	142							
	20,661	16,827			142	142			
					1,420	1,136	1,278		
	206,468	188,659	12,567	2,130	5,041	71			
	20,590				1,846	18,602	142		
	37,985	34,009			1,633	355	1,988		
	190,351	171,323	12,567	1,717	4,564				
	15,194			142	497	14,555			
	5,609	5,254			355				
	1,349					1,349			
	43,097	39,334		71	2,911		781		
	3,124								
	0,248	4,757				3,124			
	71				213		1,278		
							71		

ANEXO H

COMPANIA DE ALUMBRADO ELECTRICO DE SAN SALVADOR
ADMINISTRACION CEL

MEMORANDUM INTERNO



A	: <u>PERSONAL PRESUPUESTOS</u>	Del Sr. :	<u>ING. DOUGLAS VIDES</u>
División:	<u>TECNICA</u>	División:	<u>TECNICA</u>
Depto.	<u>INGENIERIA</u>	Depto.	<u>INGENIERIA</u>
Fecha	<u>: 25 de junio de 1992 ✓</u>	No.	<u>: 464 DV</u>
Asunto	<u>: CALCULO DEMANDA MAXIMA COINCIDENTAL</u>		

CALCULO DE LA DEMANDA MAXIMA COINCIDENTAL EN VIVIENDAS
CON SERVICIOS TRIFILARES EXCLUSIVAMENTE

Se presenta un ejemplo explicativo para obtener la Demanda Máxima Coincidental en un grupo de viviendas residenciales.

EJEMPLO:

La urbanización XX tiene 25 viviendas, cada una de ellas está provista de:

- 25 receptáculos
- 20 tomas
- 1 toma trifilar para cocina
- 1 toma trifilar para aire acondicionado
- 1 toma trifilar para calentador de agua
- 1 toma trifilar para secador de ropa, tipo doméstico

Calcular la demanda máxima coincidental.

SOLUCION:

- El primer paso es calcular la Demanda Máxima por vivienda que aporta cada una de las siguientes cargas:
Alumbrado y Tomas
Cocina
Aire Acondicionado
Calentador de agua
Secador de ropa
- Una vez obtenidos los resultados anteriores, se suman.
- Se escoge el factor de coincidencia, de acuerdo al número de viviendas.
- Se multiplica el factor de coincidencia por la suma de las Demandas Máximas por vivienda y el resultado es la Demanda Máxima Coincidental.

CALCULO DE DEMANDA MAXIMA POR ALUMBRADO Y TOMAS

NOTAS:

- Si la carga de alumbrado y tomas es hasta 5.5 kVA, se aplicará un factor de demanda de 0.7 al total de dicha carga.
- Si la carga es mayor de 5.5kVA, se procederá según tabla No.1 (Tipo de local: viviendas) (Tómese los watts como vatios)

25 receptáculos x 100 vatios	=	2500 vatios
20 tomas x 200 vatios	=	4000 vatios
Carga total de alumbrado y tomas		= 6500 vatios

Como la carga es mayor de 5.5kVA, entonces se aplica la tabla No.1:

Los primeros 3000W al 100%		= 3000 vatios
Los siguientes al 35%	$6500 - 3000 = 3500$	
	3500×0.35	= 1225 vatios
Demanda máxima por vivienda		= 4225 vatios

TABLA No.1

CALCULO DE LA CARGA DE LOS ALIMENTADORES, SEGUN LOS TIPOS DE LOCALES		
Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda (vatios)	Factor de demanda del alimentador
Viviendas (No hoteles)	Primeros 3,000W o aenos	100%
	Los siguientes hasta 120,000W	35%
	Exceso sobre 120,000W	25%
Hospitales	Primeros 50,000W o aenos	40%
	Exceso sobre 50,000W	20%
Hoteles y Moteles incluyebi los de apartamentos sin previsión para que los inquilinos cocinen.	Primeros 20,000W o aenos	50%
	Los siguientes hasta 100,000W	40%
	Exceso sobre 100,000W	30%
Depositos	Primeros 12,500W o aenos	100%
	Exceso sobre 12,500W	50%
Todos los demas	Vatios totales	100%

2....
039DOV

NOTA : Si no se conocen las capacidades de las cocinas, podrían estimarse éstas según las posibilidades económicas de acuerdo al área de la vivienda.
Podríamos asumir que si la vivienda es mayor de 250 mt², entonces está el propietario en capacidad de comprar una cocina de hasta 12kw. Sin embargo, el Ingeniero de Distribución deberá decidir qué capacidad de cocina se utilizará para el cálculo.



Atentamente,

DOV/lmdeg

ANEXO I

METODO POR TABLAS**SELECCION DE DEMANDA COINCIDENTAL DE VIVIENDAS**

AREA CONSTRUIDA EN m ²	DEMANDA POR VIVIENDA EN W
De 0 a 25	500
De 25 a 80	750
De 80 a 115	1000
De 115 a 175	1500
De 175 a 220	2000
De 220 a 250	3000
De 250 a 300	5000
De 300 a 500	7500

TABLA 1

De 500 m² en adelante deberá verificarse la carga instalada

CANTIDAD MAXIMA DE VIVIENDAS A CONECTAR POR TRANSFORMADOR (1)

DEMANDA (W) COINCIDENTAL POR VIVIENDA	10 KVA	15 KVA	25 KVA	37.5 KVA	50 KVA	75 KVA
500	18	27	45*	67*	90*	135*
750	12	18	30	45*	60*	90*
1000	9	14	23	34	45*	68*
1500	6	9	15	23	30	45*
2000	5	7	11	17	23	34
3000	3	5	7	11	15	23
5000	2	3	5	7	9	14
7000	1	2	3	5	6	10

TABLA 3

TABLA 2

(1) La máxima capacidad del transformador a instalar en líneas de distribución aceptada por CAESS, será de 75 KVA.

* En estos casos se recomienda utilizar dos transformadores para evitar sobrepasar la tolerancia de caída de voltaje.

CONDUCTORES DE ALUMINIO DE FORRO PLASTICO A SER UTILIZADOS
EN LINEAS EN LINEAS SECUNDARIAS DE USO RESIDENCIAL.

DESCRIPCION	CANTIDAD NOMINAL EN AMPERIOS	CAPACIDAD * DEL TRANSFORMADOR
No. 2	110	De 10 a 25 KVA
No. 1/0	150	De 25 a 50 KVA
No. 4/0	230	De 50 a 75 KVA

* Es la capacidad del transformador a utilizar en una urbanización considerando el 80% de la capacidad del transformador como carga demandada, varios secundarios menores de 200 mts. y una caída de voltaje menor de 5 voltios.

METODO POR TABLAS MUY UTILIZADO ENTRE INGENIEROS
ELECTRICISTA DISEÑADORES

Pasos:

- 1- Se determina la demanda por residencia tomando como base el área construida (Tabla 1).
- 2- Cuando se ha obtenido la demanda (Tabla 1) por residencia y conociendo la cantidad de residencias, se utiliza la Tabla 2 para obtener la potencia en KVA del transformador. Esto es para el cálculo del transformador.
- 3- El alimentador secundario se obtiene de la tabla 3. Está parte de los amperios nominales demandados en conjunto y la potencia, este conductor es la fase. El neutro es el número próximo menor.

EL OTRO METODO BASADO EN LA FORMULA

$$KWA = \{[(L + T) * FD * NC + Kw_{cocina}] * FC * FS\}$$

donde:

L Luminarias en KW
T Tomacorrientes en KW
FD Factor de demanda
NC Número de casas
Kw_{cocina} Kilowatt consumidos por cargas por cargas trifilares

FC Factor coincidental
FS Factor de seguridad (1.2)

$$S = \frac{2 * \rho}{\nabla_v} * \sum I * \lambda$$

donde:

ρ_{cu} 0.018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

ρ_{al} 0.0218 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

S Sección del conductor en mm^2

I Corriente por tramo de línea

λ Longitud del tramo respecto al transformador

∇_v Caída de tensión máxima permisible

No. DE CASAS	FACTOR COINCIDENTAL
48	0.41
30	0.44
18	0.53
12	0.63
6	0.78
4	1

Tabla 4