



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN  
EL SECTOR RESIDENCIAL DE GUAYAQUIL”**

**INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN  
POTENCIA**

Presentada por:

**LUIS CARLOS GALARZA CHACÓN**

Guayaquil – Ecuador

Año: 2012

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su acompañamiento diario y ser el motor de mi vida, quien nunca se olvida de sus hijos.

A mis padres que dieron todo de sus fuerzas por el bienestar educacional y darme un modelo de perseverancia.

De igual manera agradezco al Dr. Cristóbal Mera e Ing. Gustavo Bermúdez por su disposición en la culminación del trabajo realizado.

A los ingenieros Lonnie Lascano, Carlos Rivera, Jhonny Guim, Johanna Guerrero, Néstor Sandoval, Miguel Torres, Ángel Valencia, y Guillermina Briones del Área de Control de Calidad de Energía Eléctrica de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil por brindarme su atención y confianza.

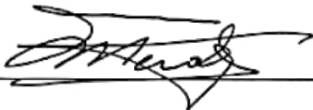
## DEDICATORIA

Dedico éste logro a toda mi familia, en especial a mi madre Ángela y mi padre Milton por ser los pilares en mi vida que me enseñaron con su ejemplo a conseguir las metas que uno se propone.

A mi hermana Angie y a mi hermana Ángela por su cariño y paciencia.

A mi enamorada Jenny por demostrarme la perseverancia en el amor y a mi amigo José por enseñarme el camino de servicio a los demás.

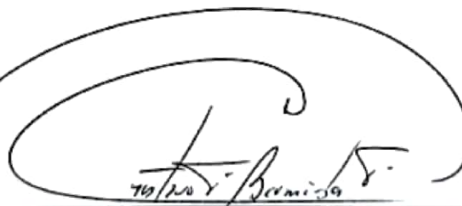
## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



---

Dr. Cristóbal Mera

PROFESOR DE LA MATERIA  
DE GRADUACIÓN



---


Ing. Gustavo Bermúdez

PROFESOR DELEGADO  
POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este informe, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)



---

Luis Carlos Galarza Chacón

## **RESUMEN**

El presente informe de la materia de graduación (Conservación y administración de la energía) trata sobre las medidas de ahorro y eficiencia de energía en el sector residencial de Guayaquil para una gestión de demanda por parte de los abonados.

El uso de la energía eléctrica es un recurso necesario en nuestra vida cotidiana, desgraciadamente esta energía no tiene la facultad de almacenarse en grandes proporciones, por ende su uso debe ser objeto en los diferentes sectores eléctricos de un país, para desarrollar un concepto de eficiencia energética.

En dicho trabajo el uso eficiente de la energía en el sector residencial se lo realizará proporcionando estrategias de gestión de energía por parte del usuario residencial de Guayaquil, buscando su efecto en la planilla eléctrica de usuario, reduciéndose así el desperdicio de energía en el sector. Los beneficios también serán para la empresa comercializadora ya que tal efecto dispondrá una mejora de infraestructura técnica y un nivel de confiabilidad mayor.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
INTRODUCCIÓN	XXIII
<b>CAPÍTULO I.- GENERALIDADES</b>	
1.1 CONCEPTO AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGÍA	
ELÉCTRICA	1
1.1.1 Punto de vista de inversión	1
1.1.2 Punto de vista ecológico	2
1.1.3 Importancia de estudio del ahorro	2
1.2 PANORAMA DEL MERCADO ENERGÉTICO	3
1.2.1 Entorno Mundial	3
1.2.2 Entorno Nacional	4

1.3 VARIABLE DE ESTACIONALIDAD	5
1.4 PANORAMA GUAYAQUIL	8
1.4.1 Variables exógenas macroeconómicas	8
1.4.2 Evolución y comportamiento de la carga	10
1.4.3 Consumo de energía eléctrica del Sector Residencial	11
1.5 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	16
1.5.1 Consideraciones preliminares	17
1.5.2 Metodología	18
1.5.3 Proyección del Crecimiento del Consumo Residencial	19
1.5.4 Proyección del Crecimiento Poblacional Residencial	20
<b>CAPÍTULO 2.- REGLAMENTACIONES Y NORMAS RELATIVAS AL SECTOR RESIDENCIAL DE GUAYAQUIL</b>	
2.1 NORMA ACM0002	23
2.2 REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO ECUATORIANO (CONELEC)	29
2.2.1 Cargos Tarifarios	32
2.3 NORMA DE MEDIO AMBIENTE ISO 50001	34



## **CAPÍTULO 3.- MARCO TEÓRICO ACERCA DEL AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE GUAYAQUIL**

3.1 ANÁLISIS ADMINISTRATIVOS PARA PROMOVER LA EFICIENCIA DE ENERGÍA EN GUAYAQUIL	36
3.2 AHORRO Y EFICICENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL	38
3.3 SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA	38
3.3.1 Puntos de Entrega y Sistemas de Subtransmisión	39
3.4 CARACTERISTICAS Y ANALISIS DE LA CARGA RESIDENCIAL EN GUAYAQUIL	45
3.5 CURVA DE DEMANDA DE UNA ALIMENTADORA RESIDENCAL	48
3.5.1 Situación Geográfica	48
3.5.2 Alimentadora Residencial COMEGUA	49
3.5.3 Transformador de Distribución COMEGUA	50
3.6 PERFILES DE CONSUMOS RESIDENCIALES	55
3.6.1 Grupos de Consumos	55
3.6.2 Gráficas de Perfiles de Carga Residenciales	56
3.6.3 Abonados de la ciudad de Guayaquil	57

3.6.4 Curvas Típicas	57
3.6.5 Normalización de Curvas	58
3.6.5.1 Estación Verano	61
3.6.5.2 Estación Invierno	71
3.7 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	83
3.7.1 Análisis de Resultados de la Encuesta	86
3.8 JUSTIFICACIÓN DE RESULTADOS	91
<b>CAPÍTULO 4.- ESTRATEGIAS DE GESTION DE DEMANDA</b>	
4.1 FUENTES DE POTENCIAL DE AHORRO DE ENERGÍA	103
4.2 PROPUESTA TÉCNICA PARA UN PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	104
4.3 SECTORES CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUAYAQUIL Y USOS FINALES DE LA ENERGÍA.	106
4.3.1 Principales Usos Finales de la Energía	106
4.3.2 Sector Residencial	107
4.3.3 Equipos que Contribuyen al Pico de Demanda Máxima del Sistema por Tipo de Sector	108

4.3.4 Equipos Eléctricos que Contribuyen al Periodo de Demanda	
Máxima del Sistema Eléctrico de Guayaquil	109
4.4 DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS	110
4.4.1 Aire Acondicionado y Refrigerador	110
4.4.2 Iluminación	111
4.4.3 Televisores LED	114
4.4.4 Lavadoras Inteligentes	116
4.5 CONSIDERACIONES APLICABLES AL AHORRO ENERGÉTICO	117
4.5.1 Refrigeración	117
4.5.2 Iluminación	118
4.5.3 Televisor	119
4.5.4 Acondicionador de Aire	119
4.5.5 Lavadora	120
4.6 ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA	121
4.6.1 Potencia en Espera	121
4.6.2 Promoción de tecnologías que integren un bajo consumo de energía por potencia en espera	124

4.6.3 Planes de Acción	125
4.6.4 Programas de alternativas	125
<b>CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO</b>	
5.1 TECNOLOGÍA INTELIGENTE	127
5.1.1 Refrigeradora	128
5.1.2 Iluminación	128
5.1.3 Televisores	129
5.1.4 Acondicionador de Aire	130
5.1.5 Lavadora	130
5.1.6 Análisis de resultados	131
5.2 PARÁMETROS ECONÓMICOS DE EVALUACIÓN	132
5.2.1 Valor Presente (VP)	132
5.2.2 Anualidad (A)	133
5.2.3 Valor Actual Neto (V.A.N)	133
5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS FUENTES POTENCIALES DE AHORRO	134
5.3.1 Iluminación	134

5.3.2 Televisión	138
5.3.3 Refrigeración y Lavadora	142
5.4 CERTIFICADOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES (CER'S)	143
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla [1.1] Consumo de Energía Residencial Enero – Junio ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011.	12
Tabla [1.2] Consumo de Energía Residencial Julio- Diciembre ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011.	14
Tabla [2.1] Carga Tarifaria Residencial ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2012	33
Tabla [3.1] Sistemas de Subtransmisión ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011	39
Tabla [3.2] Subestaciones y Alimentadoras ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011	41
Tabla [3.3] Cuadro de Porcentaje de Abonados Tipo	45
Tabla [3.4] Cuadro de Porcentaje de Consumo Tipo.	46
Tabla [3.5] Cuadro de Porcentaje Perfiles de Consumo Residencial.	55
Tabla [3.6] Esquema 1 de Normalización de Mediciones	60
Tabla [3.7] Esquema 2 de Normalización de Mediciones	60
Tabla [3.8] Total de Muestras	85

Tabla [3.9] Porcentaje de Equipos Consumo 0-130 [kWh]	88
Tabla [3.10] Porcentaje de Equipos Consumo 131-500 [kWh]	89
Tabla [3.11] Porcentaje de Equipos Consumo Mayor a 500 [kWh]	90
Tabla [3.12] Cuadro de Parámetros de Análisis de Varianza (ANOVA)	91
Tabla [3.13] Análisis de Varianza (ANOVA) Días Hábiles 0-130 [kWh]	96
Tabla [3.14] Análisis de Varianza (ANOVA) Días Semihábiles 0-130 [kWh]	96
Tabla [3.15] Análisis de Varianza (ANOVA) Días Hábiles 131-500 [kWh]	99
Tabla [3.16] Análisis de Varianza (ANOVA) Días Semihábiles 131-500 [kWh]	99
Tabla [3.17] Análisis de Varianza (ANOVA) Días Hábiles Mayor a 500 [kWh]	102
Tabla [3.18] Análisis de Varianza (ANOVA) Días Hábiles Mayor a 500 [kWh].	102
Tabla [4.1] Porcentaje de Energía Usada en el Sector Residencial	107
Tabla [4.2] Equipos que aportan a la Demanda Máxima del Sistema.	109

Tabla [4.3] Administración de la Demanda en Electrodomésticos [W]	124
Tabla [5.1] Cuadro de comparación de Refrigeradores	128
Tabla [5.2] Cuadro de comparación de Focos	129
Tabla [5.3] Cuadro de comparación de Televisores	129
Tabla [5.4] Cuadro de comparación de Acondicionadores de Aire	130
Tabla [5.5] Cuadro de comparación de Lavadoras	131
Tabla [5.6] Rentabilidad de la Nueva Tecnología (V.A.N)	143



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. [1.1] Producción Neta de Energía CENACE 2011	5
Fig. [1.2] Curvas de Energía y Temperatura CATEG 2007.	7
Fig. [1.3] Producto Interno Bruto, PIB, Ingreso Per Cápita Anual INEM 2011	9
Fig. [1.4] Producto Interno Bruto en Países Latinoamericanos INEM 2011	9
Fig. [1.5] Energía y Consumo Promedio respecto al Tiempo ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011	15
Fig. [1.6] Proyección del Consumo Residencial ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011	20
Fig. [1.7] Proyección del Crecimiento Poblacional Residencial ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011	21
Fig. [2.1] Metodología de Línea de Base	24
Fig. [3.1] Área de la Ciudad de Guayaquil ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL	39
Fig. [3.2] Porcentaje de Abonados Tipo.	46

Fig. [3.3] Porcentaje de Consumo Tipo.	47
Fig. [3.4] Alimentadora Residencial COMEGUA	48
Fig. [3.5] Perfil de Carga Alimentadora COMEGUA	49
Fig. [3.6] Curva del Transformador de Distribución “Lunes”	51
Fig. [3.7] Curva del Transformador de Distribución “Martes”	51
Fig. [3.8] Curva del Transformador de Distribución “Miércoles”	52
Fig. [3.9] Curva del Transformador de Distribución “Jueves”	52
Fig. [3.10] Curva del Transformador de Distribución “Viernes”	53
Fig. [3.11] Curva del Transformador de Distribución “Sábado”	53
Fig. [3.12] Curva del Transformador de Distribución “Domingo”	54
Fig. [3.13] Curva del Transformador de Distribución Días Hábles y Semihábiles.	54
Fig. [3.14] Porcentaje Perfiles de Consumo Residencial.	56
Fig. [3.15] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh] DÍAS HÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	62
Fig. [3.16] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh]	

DÍAS SEMIHÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	63
Fig. [3.17] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500 [kWh] DÍAS HÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	64
Fig. [3.18] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500[kWh] DÍAS SEMIHÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	65
Fig. [3.19] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500 [kWh] DÍAS HÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDASELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	66
Fig. [3.20] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500 [kWh] DÍAS SEMIHÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDASELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	67
Fig. [3.21] Gráfica Total de Días Hábiles por Grupo de Consumo: Estación Verano	70
Fig. [3.22] Grafica Total de Días Semihábiles por Grupo de Consumo: Estación Verano	71

Fig. [3.23] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh]	
DÍAS HÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	73
Fig. [3.24] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh]	
DÍAS SEMIHÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	74
Fig. [3.25] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500 [kWh]	
DÍAS HÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	75
Fig. [3.26] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500 [kWh]	
DÍAS SEMIHÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	76
Fig. [3.27] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500 [kWh] DÍAS HÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	77
Fig. [3.28] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500 [kWh] DÍAS SEMIHÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”	78
Fig. [3.29] Grafica Total de Días Hábiles por Grupo de Consumo:	

Estación Invierno	82
Fig. [3.30] Grafica Total de Días Semihábiles por Grupo de Consumo:	
Estación Invierno	82
Fig. [3.31] Tamaño de la Muestra	86
Fig. [3.32] Diagrama de Pastel Consumo 0-130 [kWh]	88
Fig. [3.33] Diagrama de Pastel Consumo 131-500 [kWh]	89
Fig.[3.34] Diagrama de Pastel Consumo Mayor a 500 [kWh]	90
Fig. [3.35] Función del Estadístico de Prueba F	93
Fig. [3.36] Curva Típica de Encuesta Días Hábiles Rango 0-130 [kWh]	94
Fig. [3.37] Curva Típica de Encuesta Días Semihábiles Rango 0-130 [kWh]	95
Fig. [3.38] Curva Típica de Encuesta Días Hábiles Rango 131-500 [kWh]	97
Fig. [3.39] Curva Típica de Encuesta Días Semihábiles Rango 131-500 [kWh]	98
Fig. [3.40] Curva Típica de Encuesta Días Hábiles Rango Mayor a 500 [kWh]	100

Fig. [3.41] Curva Típica de Encuesta Días Semihábiles Rango Mayor a 500 [kWh]	101
Fig. [4.1] Energía de entrada en los puntos de entrega del Sistema Eléctrico	108
Fig. [4.2] Índices de Comportamiento de la Demanda de Focos Ahorradores 2007-2009 ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011	113
Fig. [4.3] Potencia en Espera de Electrodomésticos	123
Fig. [4.4] Uso de redes inteligentes en Administración de Energía en Residencias	126
Fig. [5.1] Esquema del Análisis V.A.N	134
Fig. [5.2] Factores de emisión: Generación Térmica.	144

# INTRODUCCIÓN

El uso de la energía eléctrica es un recurso necesario en nuestra vida cotidiana, desgraciadamente esta energía no tiene la facultad de almacenarse en grandes proporciones por ende su uso debe ser objeto en los diferentes sectores eléctricos de un país, desarrollándose así un concepto de eficiencia de energía.

En dicho informe, el uso eficiente de la energía en el sector residencial se lo realizará proporcionando estrategias de **gestión de energía** por parte del usuario residencial de Guayaquil, en base específicamente del uso de nuevas tecnologías de artefactos ahorradores y uso eficiente de los artefactos eléctricos del hogar, buscando siempre su efecto en la planilla eléctrica del abonado o cliente reduciendo así el desperdicio de energía en el sector.

Los beneficios también serán para la empresa comercializadora ya que tal efecto dispondrá una mejora de infraestructura técnica y un nivel de confiabilidad mayor.

# **CAPÍTULO 1**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 CONCEPTO AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

El ahorro de energía eléctrica o eficiencia energética, consiste en la optimización del consumo energético con el propósito de disminuir el consumo de energía no necesaria, maximizando la energía utilizable.

De acuerdo a los estudios e investigaciones que constantemente se realizan al respecto del cambio climático resulta imprescindible que los seres humanos podamos reducir nuestra enorme dependencia a la energía no renovable, que como tal, cada día se va agotando más y más.

#### **1.1.1 Punto de vista de inversión**

Continuar el mismo abastecimiento del servicio eléctrico de un sector en función al consumo de energía, pero con la máxima eficiencia de potencia eléctrica; así que para cuando aumente la carga del sistema,



no halla diferentes malestares en los requerimientos para suplir dicha demanda.

### **1.1.2 Punto de vista ecológico**

Reducir el impacto ambiental a través de la disminución del desperdicio de energía en el uso inapropiado de la cultura energética de un sector en común.

### **1.1.3 Importancia de estudio del ahorro**

La eficiencia energética como concepto, agrupa acciones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro.

Los ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población, mejora las finanzas de las empresas energéticas, simultáneamente se logran a largo plazo la reducción de la emisión de gases del efecto invernadero.

Los problemas se suscitan de antemano cuando no se tienen programas o estrategias de ahorro y eficiencia energética mientras la población de un sector como el de Guayaquil aumenta; provocando tanto para el abonado como para la empresa distribuidora el redimensionamiento de los componentes eléctricos, lo cual puede generar un malestar económico del país.

## **1.2 PANORAMA DEL MERCADO ENERGÉTICO**

### **1.2.1 Entorno Mundial**

La energía a nivel mundial, va en acelerado ritmo evolutivo de la productividad, eficiencia y organización social para el desarrollo económico; mientras que la demanda con crecientes volúmenes de inversión para incrementar la oferta y la calidad de los factores energéticos son los que promueven la modernización de la infraestructura nacional.

Los aumentos de la demanda de energía a escala mundial considerándose que la producción sigue basándose fundamentalmente en el petróleo, el carbón y el gas natural.

En este contexto la limitación de las fuentes productoras de energía eléctrica es una preocupación por ello el uso de un plan estratégico de ahorro y eficiencia de energía es de vital importancia para el desarrollo de un país.

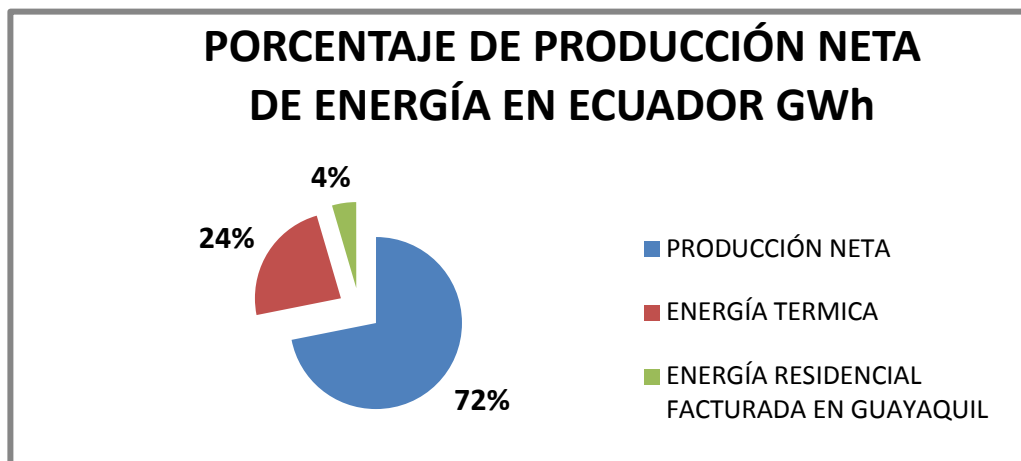
### **1.2.2 Entorno Nacional**

#### **Generación de CO<sub>2</sub>**

En Ecuador es imprescindible conocer el estado de nuestra generación térmica, por ser ésta una fuente de energía de eminente propagación de CO<sub>2</sub>.

Debido a que el costo incremental afectaría a la **generación térmica**, reducir la demanda de energía por efectos de ahorro en el sector residencial, aportaríamos con una disminución de CO<sub>2</sub>.

En el año 2011 nuestro país alcanzó una producción neta de energía de 18430,27 [GWh], de la cual 6044,13 [GWh] fue energía térmica, mientras que el consumo de energía facturada en el sector residencial de Guayaquil fue de 1166.45 [GWh] representado el 4% de energía respecto al total de producción (Fig. [1.1]), valor que bien pudiera ser disminuido con un ahorro de eficiencia de energía.



**Fig. [1.1]** Producción Neta de Energía CENACE 2011

### 1.3 VARIABLE DE ESTACIONALIDAD

Un factor que también debe ser tomado en cuenta en el análisis energético es la estacionalidad del clima ya que al realizar un estudio de ahorro y eficiencia se debe de considerar que existe, según la experiencia, un incremento o disminución de la demanda de energía en relación a este factor.

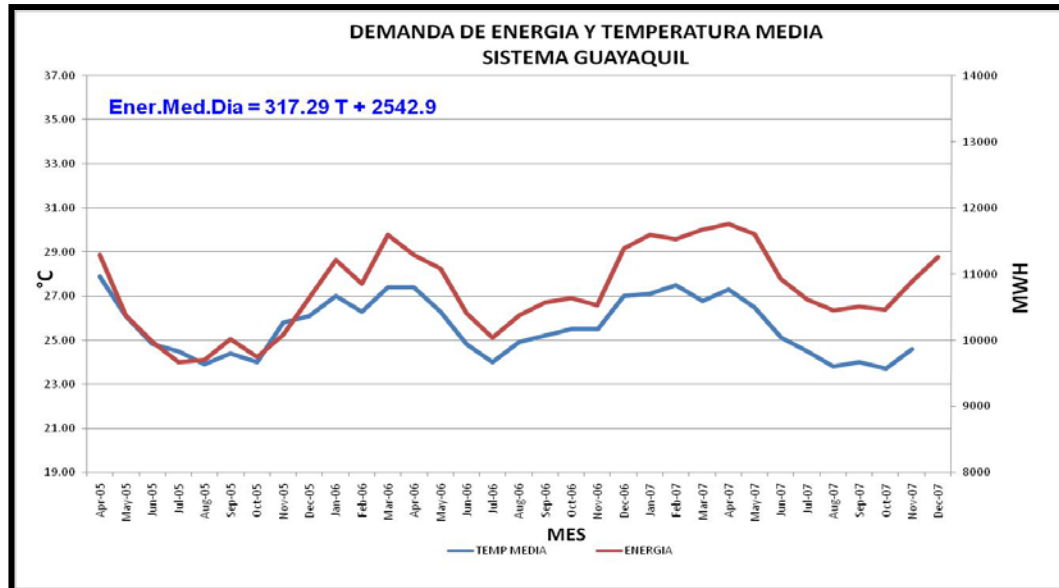
En el caso de Ecuador el fenómeno de la estacionalidad es debido a condiciones meteorológicas del área, la influencia de las corrientes fría de Humboldt y cálida de “El Niño” hacen que el clima sea tropical y templado en el año. (Ver Anexo 1)

Se conoce también que el clima de la región costera del Ecuador presenta dos épocas bien definidas durante el año, la época de lluvia desde enero hasta abril, con abundantes precipitaciones, elevada temperatura del aire y relativamente menor fuerza de los vientos, y la época desde mayo hasta diciembre con características inversas a la época anterior.

En general las temperaturas máximas del aire se encuentran en los meses de febrero a abril y las mínimas en los meses de julio a septiembre.

En meses de invierno o verano en lo que respecta a energía se puede observar un desplazamiento horario estacional que presumiblemente está correlacionado con las horas de luz de cada día, ya que en los meses de invierno el aumento de la potencia ocurre más temprano que en los meses de verano. Otro resultado observable corresponde a la estacionalidad del uso medio de la potencia, ya que se observa que en los meses de verano las curvas tienden a ser más planas.

Según estudios anteriores, en la ciudad de Guayaquil, el comportamiento de la demanda depende directamente del comportamiento de la temperatura como lo muestra la Fig. [1.2].



**Fig. [1.2]** Curvas de Energía y Temperatura CATEG 2007.

Como podemos observar en la Fig. [1.2] el uso de la energía eléctrica de cada uno de los clientes residenciales está íntimamente ligado a la temperatura.

Por todo lo expuesto a lo anterior se avizoró que trabajaremos bajo la variable de categorización de temperatura, para dividir el tipo de consumo en invierno y verano; en cuanto a las curvas de carga para el sector residencial.

## **1.4 PANORAMA GUAYAQUIL**

### **1.4.1 Variables exógenas macroeconómicas**

Como se sabe, el nivel socioeconómico es también una variable de los usuarios donde se refleja el consumo de energía eléctrica, y a su vez, el tipo de equipamiento depende de la región donde se encuentren estos usuarios. Al incrementarse el ingreso per cápita de los usuarios se incrementa la compra de productos electrodomésticos cuya operación incrementa directamente el consumo y demanda de energía eléctrica, tanto de los usuarios como del Sistema Eléctrico de Guayaquil.

#### **Producto Interno Bruto (PIB)**

Para el año 2010, el PIB per cápita se incrementó en 2.12% (al pasar de \$ 1722.22 en 2009 a \$ 1758.80 en 2010), resultado de la recuperación de la crisis económica mundial del año 2009. El PIB del Ecuador presentó un crecimiento de 3.58% en el año 2010.

#### **Inflación**

En el acumulado de la inflación en el año 2010 (3.33%), la mayor variación se registró en la división de Bebidas Alcohólicas, tabaco y estupefacientes (6.31%), seguida de alimentos y Bebidas No Alcohólicas, (5.40%). Contrariamente, el rubro de Recreación y Cultura presentó deflación de (-0.94%).

En diciembre del año 2010, el índice de precios al consumidor (IPC) registró una variación mensual de 0.51% porcentaje similar al de diciembre 2009 (0.58%). En términos anuales, la variación del IPC se ubicó en 3.33%, casi un punto porcentual inferior a la alcanzada en 2009 (4.31%) como muestra la Fig. [1.3].

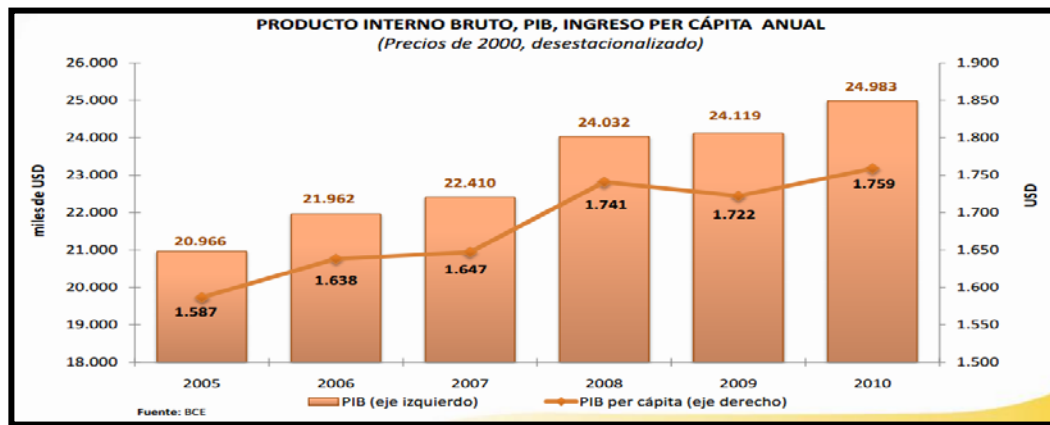


Fig. [1.3] Producto Interno Bruto, PIB, Ingreso Per Cápita Anual INEM 2011

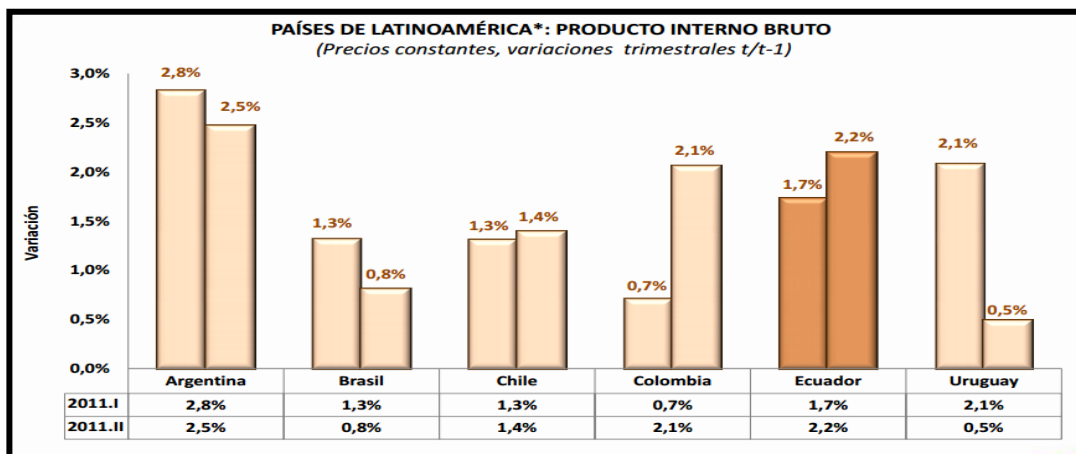


Fig. [1.4] Producto Interno Bruto en Países Latinoamericanos INEM 2011

En el segundo trimestre del año 2011 Fig. [1.4], para la mayoría de economías de la región, continúan mostrándose tasas de variación positivas, destacándose Argentina, Ecuador y Colombia.

### 1.4.2 Evolución y comportamiento de la carga

El número de abonados residencial es en Guayaquil aproximadamente es de 3'500000 según el CONELEC, como mencionamos anteriormente los ingresos per cápita proponen una situación económica que tenderá a aumentar, logrando a un uso masivo de la energía eléctrica, y con ello a la demanda de nuevos equipos o electrodomésticos que en su mayoría lo acoge el sector residencial.

A continuación analizaremos el comportamiento de la Energía facturada de los abonados residenciales en el año 2011 según la ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL:

- Número de Abonados
- Energía Facturada [kWh]
- Consumo Promedio [kWh]/Abo]

Cabe recalcar que los valores registrados por el **número de abonados** no son los mismos en todos los meses ya que a que cada mes se regularizan, obteniendo un aumento más que el mes anterior.

La medida que nos determinará un comportamiento del consumo con respecto al número de abonados será el **Consumo Promedio**.

### 1.4.3 Consumo de energía eléctrica del Sector Residencial

El valor registrado como Demanda Máxima que en la Tabla [1.1] de Consumo Energía Residencial de la Empresa Eléctrica Pública de



Guayaquil son proyectados, es el valor que se registró del sistema en conjunto; es decir es el valor máximo de demanda entre los sectores residencial, comercial, industrial, entre otros.

<b>MESES AÑO 2011</b>	<b>TIPO</b>	<b>NÚMERO DE ABONADOS</b>	<b>ENERGÍA FACTURADA [kWh]</b>	<b>CONSUMO PROMEDIO [kWh/ABO]</b>
<b>ENERO</b>  DEMANDA MÁXIMA (MW) 759.89	<b>R E S I D E N C I A L</b>	492863	100'218010	203
<b>FEBRERO</b>  DEMANDA MÁXIMA (MW) 788.14		494796	98'079030	198
<b>MARZO</b>  DEMANDA MÁXIMA (MW) 813.15		498948	107'042350	215
<b>ABRIL</b>  DEMANDA MÁXIMA (MW)		501432	109'898400	219

791.53				
<b>MAYO</b>				
DEMANDA MÁXIMA (MW) 796.45		504857	113'166290	224
<b>JUNIO</b>				
DEMANDA MÁXIMA (MW) 744.80		507916	102'347050	202

**Tabla [1.1]** Consumo de Energía Residencial Enero – Junio EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL 2011.

En cuanto a Demanda Máxima [MW] durante los seis primeros meses el mes de **marzo** es el más representativo logrando un registro de 813.15 [MW] mientras que el mes de **junio** es el menor con un registro de 744.8 [MW]

### **Energía Facturada**

Tomando en consideración la Energía Facturada que es la medida del comportamiento de la demanda en el sector residencial, la mayor Energía Facturada fue en el mes de **mayo** con un valor registrado de

113'166290 [kWh], mientras que en el mes de **febrero** fue la menor Energía Facturada con un registro de 98'079030 [kWh].

MESES AÑO 2011	TIPO	NÚMERO DE ABONADOS	ENERGÍA FACTURADA [kWh]	CONSUMO PROMEDIO [kWh/ABO]
<b>JULIO</b>	<b>R E S I D E N C I A L</b>			
DEMANDA MÁXIMA (MW) 716.59		493081	91'207920	185
<b>AGOSTO</b>				
DEMANDA MÁXIMA (MW) 704.86		514042	92'974520	181
<b>SEPTIEMBRE</b>				
DEMANDA MÁXIMA (MW) 727.47		516332	84'233480	163
<b>OCTUBRE</b>				
DEMANDA MÁXIMA (MW)		519762	84'114980	162

715.49				
<b>NOVIEMBRE</b>				
DEMANDA MÁXIMA (MW) 764.29		521651	86'020520	165
<b>DICIEMBRE</b>				
DEMANDA MÁXIMA (MW) 802.13		523337	97'146820	186

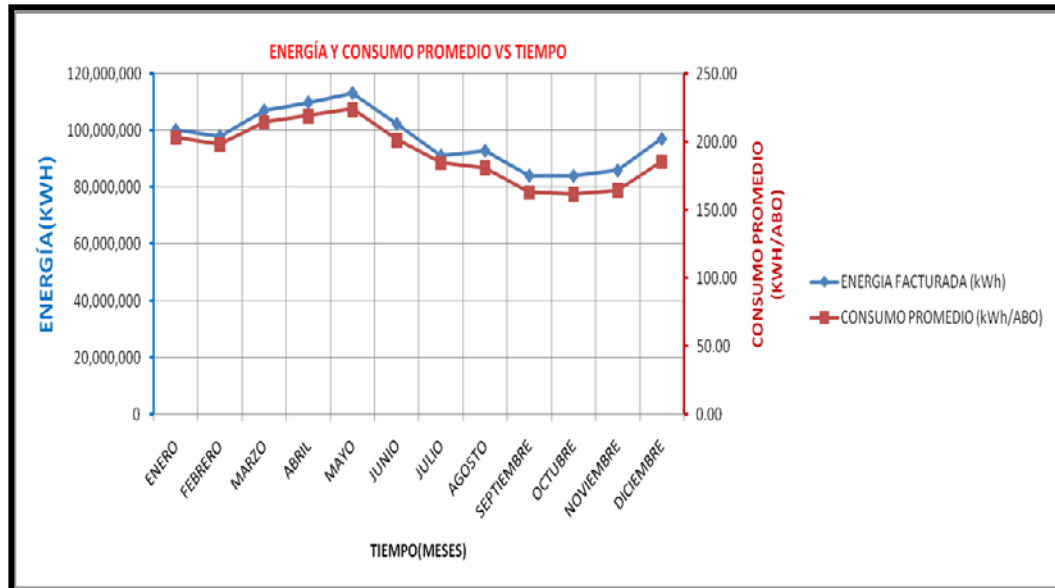
**Tabla [1.2]** Consumo de Energía Residencial Julio- Diciembre ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL 2011.

La Demanda Máxima [MW] durante los seis últimos meses como muestra la Tabla [1.2], el mes de **diciembre** es el más representativo logrando un registro de 802.13 [MW], mientras que el mes de **agosto** es el menor con un registro de 704.86 [MW].

### **Energía Facturada**

Tomando en consideración la Energía Facturada en los últimos seis meses de la demanda en el sector residencial la mayor Energía

Facturada fue en el mes de **diciembre** con un valor registrado de 97'146820 [kWh] mientras que en el mes de **octubre** menor Energía Facturada con un registro de 84'114980 [kWh].



**Fig. [1.5]** Energía y Consumo Promedio respecto al Tiempo EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL 2011

Como podemos observar de manera generalizada en la Fig. [1.5], el consumo de la energía en el sector residencial de la ciudad de Guayaquil es predominante durante los seis primeros meses del año y luego decae hasta el mes de octubre para después incrementarse nuevamente. El mayor crecimiento de la demanda entre todos los meses fue **mayo** con un valor de 113' 166290[kWh] y el menor fue **octubre** con un valor de 84' 114980[kWh].

Con los valores mencionados anteriormente podemos determinar el factor de carga considerando la demanda máxima del mes de mayo con la siguiente expresión matemática:

$$FC = \frac{E/t}{D_{\max}}$$

Con la expresión de factor de carga (FC) se obtuvo que para el sector residencial de Guayaquil para el año 2011 es de **0.4** aproximadamente.

## **1.5 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA**

Las proyecciones poblacionales de los abonados residenciales y el consumo eléctrico van conjuntamente en crecimiento, por ende el ahorro energético debe ser un factor determinante para disminuir el consumo de las proyecciones dadas.

El estimar la demanda para un futuro plan estratégico de ahorro de energía es de vital importancia para poder diagnosticar un panorama general del consumo para los años siguientes.

### **1.5.1 Consideraciones preliminares**

Los cambios considerados se relacionan con la actualización de los datos reales para el año 2008 y 2009 del PIB y de la demanda de energía eléctrica. Se han utilizado las estimaciones de crecimiento



poblacional del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil aplicando criterios para las proyecciones.

Los cambios en las variables a ponderar se basan en las siguientes consideraciones:

Para realizar la actualización de la proyección de la demanda de energía se ha considerado la tasa de crecimiento anual del PIB estimada por el Banco Central del Ecuador de 0.36%, provisional calculado a través de cuentas nacionales trimestrales, para el año 2009 sin embargo hemos considerado un crecimiento anual del 4% para el período 2009 – 2011 por ser el valor al que se estabiliza a largo plazo.

### **1.5.2 Metodología**

De acuerdo a la disponibilidad de información estadística comercial de ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL estamos en la posibilidad de aplicar una metodología sectorial y otra global para la determinación de las demandas futuras.

#### **Modelos Condicionales**

Estos modelos buscan una correlación entre la evolución de los consumos de energía y la evolución de otros parámetros

macroeconómicos como el Producto Interno Bruto, el valor agregado, la inflación, etc.

El Producto Interno Bruto, por experiencia, es el parámetro que mejor se ajusta a relacionarse con el consumo de energía. Los datos están disponibles en el Banco Central y es el que va a servir para realizar nuestra correlación.

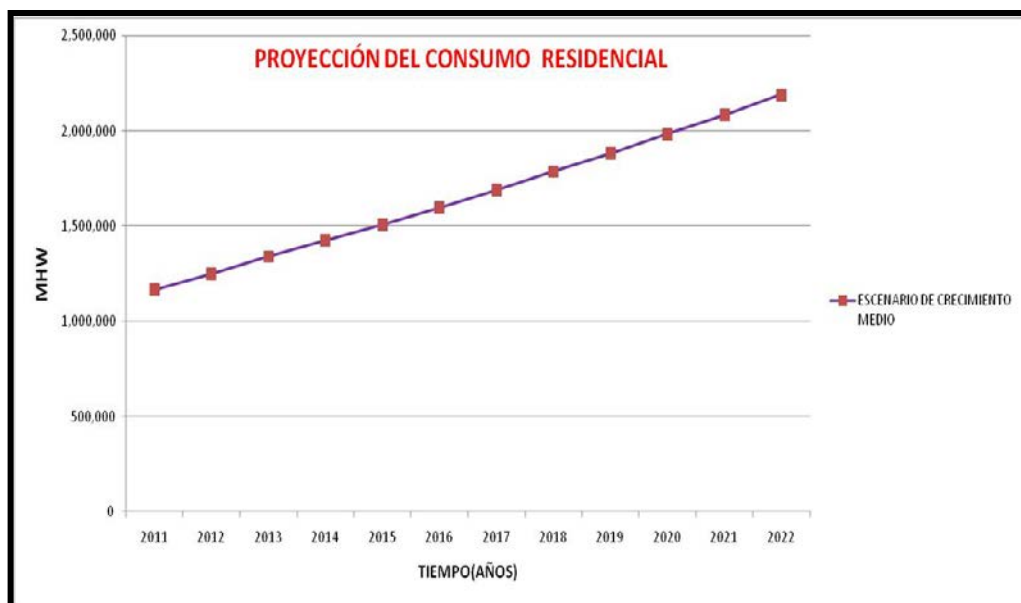
En la proyección de la demanda se utilizan tres métodos; el método econométrico, el método sectorial y el método tendencial. Estos tres criterios producen resultados diferentes en cuanto a las tasas de crecimiento anual que se logran y en consecuencia en los resultados de los diferentes parámetros proyectados.

Para nuestro proyecto utilizaremos el método econométrico debido a las variables macroeconómicas analizadas anteriormente. A su vez el **método econométrico** también es conocido como **escenario medio** ya que arroja resultados que se encuentran comprendidos entre los dos anteriores (con tasas anuales de crecimiento promedio).

### **1.5.3 Proyección del Crecimiento del Consumo Residencial**

En Guayaquil el crecimiento de consumo en el sector residencial Guayaquil proyectado desde el 2011 hasta el 2022 según la Fig. [1.6], tendrá según las estadísticas en el **Escenario Medio** un promedio de 1'658737 [MWh] con un consumo objetivo al final del

periodo de análisis de 2'190193 [MWh] en el año 2022 y una tasa de crecimiento de **100876 [MWh/año]**.



**Fig. [1.6]** Proyección del Consumo Residencial ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011

#### 1.5.4 Proyección del Crecimiento Poblacional Residencial

Así mismo la proyección realizada en cuanto al crecimiento poblacional del sector residencial de la ciudad de Guayaquil se la hizo bajo el mismo criterio del consumo de la demanda.

En el **Escenario Medio** como se muestra en la Fig. [1.7] se obtuvo un promedio de 743929 abonados con un crecimiento objetivo al final del periodo de análisis de 982259 abonados en el año 2022 y una tasa de crecimiento de **45241 [abonados/año]**.



**Fig. [1.7]** Proyección del Crecimiento Poblacional Residencial ELÉCTRICO PÚBLICA DE GUAYAQUIL 2011

Como pudimos observar en los gráficos de la proyección demanda, existirá un ambiente incremental en cuanto al consumo número de habitantes, creando un punto favorable para poder aplicar las propuestas de ahorro y eficiencia energética en dicha ciudad.

## **CAPÍTULO 2**

### **REGLAMENTACIONES Y NORMAS RELATIVAS AL SECTOR RESIDENCIAL DE GUAYAQUIL**

El proyecto a realizar, tiene como base ciertas directrices a tomar en cuenta, como normas de Impacto ambiental, a través de la reducción de CO<sub>2</sub> originados particularmente por generadoras térmicas, por ende a continuación presentaremos la Norma ACM0002 cuyos estándares son a nivel mundial reconocidos en cuanto a programas de ahorro y eficiencia se refieran, y deseen implementarse, cumpliendo ciertos pasos para determinar el factor de emisión.

#### **2.1 NORMA ACM0002**

##### **Factor de emisión de CO<sub>2</sub>**

La metodología ACM0002, estima la reducción de emisiones atribuible a proyectos que generan energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Sin embargo, los proyectos con reservorios deben cumplir un requisito

excluyente: el cociente entre la potencia de la central y el área del embalse en su máximo nivel no debe ser inferior a  $4[\text{W}/\text{m}^2]$ .

La definición de la Línea de Base en los proyectos del sector eléctrico debe permitir demostrar que en ausencia del proyecto propuesto, sería provista por otras plantas, futuras o existentes conectadas a la red.

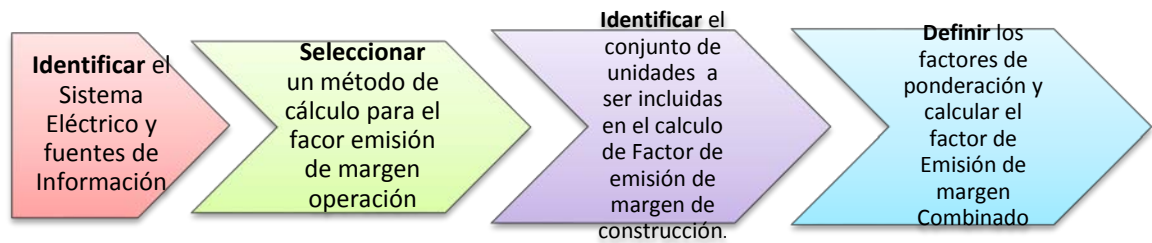
Dentro de esta metodología, se debe considerar el cálculo de los siguientes parámetros:

**Margen de Operación OM:** Es el conjunto de centrales de generación que están conectadas a una red eléctrica, cuya generación es afectada por el ingreso de un proyecto MDL.

**Margen de Construcción BM:** Es el conjunto de centrales que han ingresado a la red eléctrica durante los últimos 5 años y que representen el 20% de la generación del año en estudio.

**Margen Combinado CM:** Es la relación que existe entre el Margen de Operación y el Margen de Construcción.

Esta normativa está basada en el cálculo de la metodología de Línea Base, la cual contempla los pasos que se muestran en la Fig. [2.1] y que serán desarrollados a continuación:



**Fig. [2.1]** Metodología de Línea de Base

**Paso 1.** La creación de una base de datos donde consten todas las unidades de generación conectadas al sistema eléctrico en cuestión, donde se debe especificar la tecnología de la planta y el tipo de combustible que se utiliza.

**Paso 2.** La metodología permite el cálculo de margen de porción considerando la información disponible, presentando cuatro métodos de cálculo:

- a) Margen de Operación Simple
- b) Margen de Operación Simple ajustado.
- c) Margen de Operación por análisis de despacho
- d) Margen de Operación Promedio.

El método seleccionado para el cálculo del factor de Emisión del Margen de Operación  $FE_{OM}$  es el método de Margen de Operación Promedio, por las siguientes razones:

Se cuenta con la información de la generación neta de electricidad y consumo de combustible por cada unidad se dispone el factor de Emisión de cada tipo de combustible los datos de combustibles no son consumos reales sino un consumo promedio que se obtiene a partir del rendimiento de las unidades de generación en este método se considera el Factor de Emisión de 0 [tCO2/MWh] para todas las unidades de generación de bajo costo.

Entonces aplicando lo estipulado en la metodología ACM0002, el cálculo se realizó utilizando la siguiente ecuación:

$$FE_{red,OMpromedio,T} = \frac{\sum_{i,m} FC_{i,m} \cdot NCV_{i,T} \cdot FE_{CO2,i,T}}{\sum_m EG_{m,T}}$$

$FE_{red,OMpromedio,T}$  Es el factor de emisiones de CO2 del Margen de Operación promedio en año T.

$FC_{i,m}$  Cantidad de combustible tipo i consumido por una central de generación de energía eléctrica en el año T (unidad de masa o volumen)

$FE_{CO2,i,T}$  Factor de emisiones de CO2 de combustible fósil tipo i en el año T.

$EG_{m,T}$  Cantidad de energía entregada a la Red por la central de generación en el año y **m** son todas las centrales de generación de energía



eléctrica que sirven a la red en año, excepto las centrales de bajo costo y generación forzada.

i, Todos los tipos de combustibles fósiles que fueron usados en las centrales de generación.

T, Año para el cual se dispone la información.

**Paso 3.** El conjunto de las unidades que deben ser incluidas en el cálculo del margen de construcción para lo cual es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Se debe considerar las unidades que han ingresado en los últimos 5 años anteriores al año de análisis.
- b) Estas unidades deben representar el 20 % de la generación neta total en año de análisis.
- c) Si dentro de una central de generación existen unidades que representan el 20 % de la generación total del sistema se debe considerar toda la central dentro del cálculo.
- d) Las centrales registradas como actividades de Proyecto MDL deben ser excluidas.
- e) De no cumplirse que las unidades en los últimos 5 años representan el 20%, debe incorporarse las unidades de los últimos 10 años.

El cálculo de Factor de Emisión del Margen de Construcción obedece a la siguiente ecuación:

$$FE_{red,BM,T} = \frac{\sum EG_{m,T} FE_{EL,m,T}}{\sum EG_{m,T}}$$

Donde;

$FE_{red,BM,T}$  Factor de emisiones de CO2 del margen de Construcción en el año T (t CO2/MWh)

$EG_{m,T}$  Cantidad neta de energía generada y entregada la red por las centrales de generación M en el año T [MWh].

$FE_{EL,m,T}$  Factor de emisiones de la unidad de generación m en el año T.

**m**, Unidades de generación de energía incluidas en el margen de construcción.

**T**, Año histórico más reciente para los cuales los datos de generación están disponibles.

**Paso 4.** Para determinar el margen combinado es necesario considerar los siguientes factores de ponderación para cada margen:

**W<sub>ON</sub>**: Ponderación del Factor de Emisión de margen de operación (%)

**W<sub>EM</sub>**: Ponderación del Factor de Emisión de margen de construcción.

Se debe tener en cuenta que la suma de estos factores no debe ser mayor que uno, los mismos que son fijados en el periodo de crédito y al renovarse este periodo.

Para proyectos eólicos y solares: WOM=0.75 Y WEM= 0.25

Para otros proyectos: WOM=0.5 Y WEM=0.5

El factor de Emisión de Margen Combinado, el cual como su nombre lo dice resulta de la Combinación de los Factores de emisión calculados anteriormente según la siguiente ecuación:

$$FE_{red,MC,T} = FE_{red,MO,T} \cdot W_{OM} + FE_{red,BM,T} \cdot W_{EM}$$

Donde;

$FE_{red,MC,T}$  : Factor de emisiones de CO2 del margen de construcción en el año T(t CO2/MWh).

$FE_{red,MO,T}$  : Factores de emisiones del margen de operación del año T (tCO2 / MWh)

$W_{OM}$  : Ponderación del factor de misiones del margen de operación (%)

$W_{EM}$  : Ponderación del factor de emisiones del margen de construcción (%)

Finalmente este factor de emisión se multiplica por la energía generada del proyecto MDL que ingresa y de esta manera se obtiene la reducción de emisiones de CO2 debidas a la operación del proyecto.

## **2.2 REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO ECUATORIANO (CONELEC)**

Además del impacto ambiental para este proyecto, se ha considerado la regularización del pliego tarifario para el servicio eléctrico en la **categoría residencial** que cumple vigencia hasta el 31 de diciembre del 2012 con el fin de conocer las medidas tarifarias en la ciudad a realizar el estudio de ahorro.

Se define a la categoría residencial como la unidad familiar independientemente del tamaño a la carga conectada. También se incluyen a los consumidores de escasos recursos económicos y bajos consumos que tienen integrada a su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.

### **Tarifa de Baja Tensión**

Se aplica a todos los consumidores sujetos a la categoría Residencial, independientemente del tamaño de la carga conectada. En el caso que el consumidor residencial sea atendido a través de un transformador de su propiedad y el registro de lectura sea en Baja Tensión, la empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente a un 2% en el monto total de energía consumida.

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización en \$/consumidor, independiente del consumo de energía
- b) Cargos crecientes por energía en \$/[kWh], en función de la energía consumida.

Por ser importante también en nuestro estudio el comportamiento de la forma de consumo para días feriados es solícito también conocer las tarifas residenciales temporales.

### **Tarifa Residencial Temporal**

Se aplica a los consumidores residenciales que no tienen su residencia permanente en el área de servicio y que utilizan la energía eléctrica en forma puntual para usos domésticos (fines de semana, periodos de vacaciones, entre otros).

El consumidor deberá pagar

- a) Un cargo por comercialización en \$/consumidor, independiente del consumo de energía
- b) Un cargo único por energía en \$/[kWh], en función de la energía consumida.

Como una medida de impacto a la facturación por la disminución de energía es importante conocer la facturación a nivel de Guayaquil.

### **Facturación**

La facturación a los consumidores se efectuará con una periodicidad mensual, y no podrá ser inferior a 28 días ni exceder los 33 días calendarios. No habrá más de doce facturaciones anuales, salvo motivos de fuerza mayor que no deberán ser debidamente justificados y puestos a consideración del CONELEC.

Sin embargo el distribuidor y el consumidor de así convenir a sus intereses podrán acordar periodos de facturación distintos. Las facturas deberán notificarse al consumidor con 10 días de anticipación a la fecha de pago prevista.

En caso de que un medidor de un consumidor no ha sido leído por alguna causa justificada, la factura mensual se calculará sobre la base del consumo promedio de los seis meses últimos meses facturados. Si en dos meses consecutivos no es posible efectuar la medición por causas atribuibles al consumidor, la empresa notificara esta circunstancias pidiéndole dar facilidades para tal medición. En todo caso, la facturación que se realice hasta que se regularice esta situación seguirá efectuándose siempre con el promedio de consumo de los últimos seis meses facturados.

### **2.2.1 Cargos Tarifarios**

La tabla [2.1] se presenta los cargos tarifarios para los abonados residenciales de la ciudad de Guayaquil para el año 2012 cuyos valores son escogidos para hacer el análisis de costo-beneficio del proyecto que lo veremos en el capítulo 5.

### UNIDAD ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL

RANGO DE CONSUMO	ENERGÍA (USD/[kWh])	COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
<b>CATEGORÍA</b>	RESIDENCIAL	
<b>NIVEL TENSIÓN</b>	BAJA Y MEDIA TENSIÓN	
0-50	0.068	<b>CONSUMOS DE: 0-300 [kWh]/mes 1.414</b>
51-100	0.071	
101-150	0.073	
151-200	0.080	<b>301-500 [kWh]/mes 2.826</b>
201-250	0.086	
251-300	0.093	<b>501-1000 [kWh]/mes 4.240</b>
301-350	0.093	
351-500	0.093	<b>1001 - Sup. [kWh]/mes 7.066</b>
501-700	0.119	
701-1000	0.135	
1001-1500	0.161	
1501-2500	0.265	
2501-3500	0.426	
Superior	0.671	
<b>RESIDENCIAL TEMPORAL (BTRT)</b>		
0.093		

**Tabla [2.1]** Carga Tarifaria Residencial ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2012

### **2.3 NORMA DE MEDIO AMBIENTE ISO 50001**

La gestión energética de este proyecto incluye temas como: eficiencia de energía, desempeño energético, suministro de energía, prácticas de adquisición de equipos y sistemas que utilizan energía, el uso y la medición actual de la energía, la implementación de sistemas de medición para documentar, reportar y validar la mejora continua en el área de gestión de la energía y para ello es importante la LEY ISO 5001 cuyas primeras directrices en cuanto a medio ambiente se refiere de entre de ellos esta:

La reducción del consumo de energía tiene los siguientes beneficios potenciales.

- a) Reducir costos
- b) Reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
- c) Mejorar la seguridad del suministro.
- d) Todo ello dentro del contexto de la ISO 50001, el IIE realiza estudios y trabajos:
- e) Análisis del comportamiento de la demanda
- f) Estudios de usos finales (potencia en espera stand By)
- g) Proyectos de captura de CO<sub>2</sub>

Cabe recalcar que esta norma ISO 50001 es compatible con otras normas de gestión ISO, pero, además incluye tecnología vinculada a los sistemas y procesos industriales.



## **CAPÍTULO 3**

### **MARCO TEÓRICO ACERCA DEL AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE GUAYAQUIL**

#### **3.1 ANÁLISIS ADMINISTRATIVOS PARA PROMOVER LA EFICIENCIA DE ENERGÍA EN GUAYAQUIL.**

En los últimos cuatro años se ha tomado en cuenta el problema de ahorro de energía en la ciudad de Guayaquil. Por este motivo El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable con la ayuda de la Entidad Eléctrica de Guayaquil implementó programas de ahorro como los “Focos Ahorradores” y el programa de reducción de pérdidas de los Medidores AMI los cuales se han venido instalando paulatinamente desde hace dos años.

Así mismo al igual que otros países, la ciudad de Guayaquil se ha preocupado de monitorear y regular sus sistemas eléctricos basados a normativas emitidas por las instituciones como el CONELEC.

Los métodos, regulaciones y penalizaciones aún no han sido definidos en el área de concesión perteneciente a la entidad Eléctrica de Guayaquil.

Para el Ahorro y Eficiencia de Energía el ente regulador por lo general es un estatal y el ente regulado es una empresa de Distribución. La encargada de dar respaldo en cuanto al ahorro y eficiencia energética es la empresa de Distribución a través de la labor del CONELEC de controlar el cumplimiento de los decretos ejecutivos así como la aplicación de la regulación.

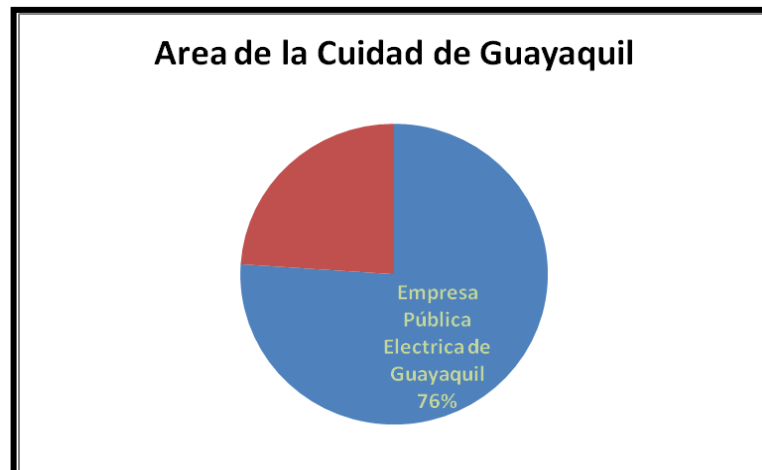
En Guayaquil se ha incentivado de parte de la empresa eléctrica con campañas informativas y educativas en un promedio de 22 radios contratadas en el año 2,011, con radio oyentes de distintos estratos sociales. Además de una campaña teatral de AHORRO DE ENERGÍA Y BUEN USO DE LA ELECTRICIDAD que anualmente se desarrolla en Planteles educativos. Llegando a 60 planteles donde presenciaron la obra 26126 alumnos de distintos sectores de la ciudad, a quienes se les entregó material de lectura que fortalece este propósito. En el año 2008 se inició un proceso de planificación de ahorro de energía con los focos ahorradores y en el 2012 un plan de renovación en las refrigeradoras. Si bien es cierto en el tema de ahorro y eficiencia no tenemos mucho tiempo lo que es una desventaja, pero esta desventaja de tiempo con respecto a otros países puede ser un beneficio para recoger experiencias partiendo de una organización para luego una implementación global de servicio.

### **3.2 AHORRO Y EFICENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

La distribución de la energía eléctrica en Guayaquil se divide principalmente en los sectores: Residencial, Comercial, Industrial y de Servicios. Dentro de esos sectores el que más consumo de energía eléctrica tiene es el industrial con el 37% del total, esto es con el 0.47% de los usuarios. El sector comercial consume el 23% con el 11.9% de los usuarios. El residencial consume el 29% y posee el 87% de clientes.

### 3.3 SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA

El área geográfica que cubre la Empresa Pública Eléctrica de Guayaquil es de 262 Km<sup>2</sup> que representa el 76% de la extensión territorial de la ciudad de Guayaquil cuya área es de 344.5 Km<sup>2</sup>, como muestra la Fig. [3.1].



**Fig. [3.1]** Área de la Ciudad de Guayaquil ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL

Los puntos de entrega de energía eléctrica existentes en el Área de concesión de Guayaquil comprenden a la siguiente lista con sus correspondientes líneas de Subtransmisión.

### 3.3.1 Puntos de Entrega y Sistemas de Subtransmisión

La Empresa Eléctrica de Guayaquil al 31 de diciembre del 2011 posee las siguientes redes de Subtransmisión y Subestaciones con sus respectivas alimentadoras como se muestra en la Tabla [3.1].

<b>PUNTOS DE ENTREGA</b>	<b>SUBTRANSMISION 69 [kV]</b>
<b>1. SALITRAL</b>	1. Chambers 2. Portete 3. Sur 4. Garay 5. Norte 6. Ceibos 7. Prosperina 8. Cemento 9. S. Eduardo 10. C. Azul
<b>2. POLICENTRO</b>	11. Orellana 12. Piedrahita 13. Tres Cerritos 14. Cristavid
<b>3. TRINITARIA</b>	15. Guasmo 16. P. Canales 17. Pradera 18. La Universal
<b>4. HOLCIM</b>	19. Holcim
<b>5. PASCUALES</b>	20. Vergeles 21. Cervecería
<b>6. NUEVA PROSPERINA</b>	22. Nueva Prosperina 2 23. Nueva Prosperina 3

**Tabla [3.1]** Sistemas de Subtransmisión ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011

Guayaquil posee 33 subestaciones de distribución con 155 alimentadoras en funcionamiento que permiten el abastecimiento a los diferentes sectores tales como el residencial, comercial, industrial,

alumbrado público. Los transformadores de distribución residenciales reducen de 13.8 [kV/120-240 V] este es el nivel de voltaje que llega al abonado residencial. A continuación la Tabla [3.2] enunciaremos las subestaciones con sus respectivas alimentadoras.

SUBESTACIONES 13.8 [kV]	ALIMENTADORAS
1. PORTUARIA	1. Cartonera 2. 25 de Julio 3. Abdón Calderón 4. Portuaria 4
2. GUASMO	5. Acerías 6. Unión de Bananeros 7. Cuba 8. Guasmo Sur 9. Floresta 10. Guasmo Centro 11. Las Tejas
3. ISLA TRINITARIA	12. Trinitaria Sur 13. Trinitaria Norte 14. Trinitaria 4
4. PADRE CANALES	15. Suburbio 2 16. Suburbio 5 17. Suburbio 1 18. Suburbio 4 19. Suburbio 6 20. Suburbio 3
5. PRADERA	21. Mall del Sur 22. Del Maestro 23. Coven 24. Valdivia 25. Los Esteros 26. Fertisa 27. Reserva
6. EL UNIVERSO	28. El Universo 29. Domingo Comín 30. La Saiba 31. Fadesa
7. ESMERALDAS	32. Trujillo 33. Tulcán 34. Av. Del Ejercito 35. Acacias 36. Francisco Segura 37. 4 Noviembre 38. Antepara 39. Venezuela
8. PUERTO LISA	40. Barrio Lindo 41. La Chala 42. El Cisne

<b>9. LAS TORRES</b>	43. La Torre 1 44. La Torre 2 45. La Torre 3 46. La Torre 4 47. La Torre 5 48. La Torre 6
<b>10. AYACUCHO</b>	49. Calixto Romero 50. Luque 51. Pichincha 52. Centro Park
<b>11. ASTILLERO</b>	53. Alfaro 54. Esmeralda 55. Coronel 56. Reserva 57. Chile 58. El Oro 59. Rumichaca 60. Reserva
<b>12. BOYACA</b>	61. Padre Solano 62. Malecón 63. Nueva Boyaca 64. Mendiburo 65. Córdoba 66. La Previsora 67. Panamá 68. Rocafuerte
<b>13. GARAY</b>	69. Colon 70. Aguirre 71. Hurtado 72. El Salado 73. Delta 74. 10 de Agosto 75. Huancavilca 76. Velez
<b>14. LOS CEIBOS</b>	77. Carlos Julio Arosemena 78. Miraflores 79. Norte 80. Los Ceibos 81. Urdesa 82. Las Lomas
<b>15. AMERICAS</b>	83. Kennedy 84. Plaza Dañin 85. Por Olimpo 86. M.H. Alcivar
<b>16. BIEN PUBLICO</b>	87. Quisquis

	88. Jose Mascote
<b>17. ATARAZANA</b>	89. Atarazana 1 90. Atarazana 2 91. Atarazana 3
<b>18. KENEDY NORTE</b>	92. Plaza del Sol 93. Urdenor 94. Jose Castillo 95. World Trade Center 96. Centrum 97. Las Cámaras 98. San Marino
<b>19. CUMBRES</b>	99. Celoplast 100. Sta. Cecilia 101. Ceibos Norte 102. Cumbres 4
<b>20. GARZOTA</b>	103. Gran Manzana 104. Garzota 105. Aeropuerto 106. Agustín Freire
<b>21. ALBORADA 2</b>	107. Comegua
<b>22. BELO HORIZONTE</b>	108. Belo Horizonte
<b>23. MAPASINGUE</b>	109. Mapasingue 1 110. Mapasingue 2 111. Mapasingue 3 112. Mapasingue 4 113. Mapasingue 5 114. Mapasingue 6 115. Mapasingue 7 116. Mapasingue 8
<b>24. ALBORADA 1</b>	117. Tanca Marengo 118. Benjamín Carrion 119. Alborada 120. Salitrón
<b>25. GUAYACANES</b>	121. Guayacanes 1 122. Guayacanes 2 123. Guayacanes 3 124. Guayacanes 4
<b>26. SAMANES</b>	125. Samanes 126. Juan Montalvo 127. Samanes 3 128. Samanes 4
<b>27. PARQUE CALIFORNIA</b>	129. California 1



	130. California 2 131. Parque California
<b>28.CERRO BLANCO</b>	132. Chongón 133. Puerto Hondo 134. Cerro Blanco
<b>29.VERGELES</b>	135. Bastión 136. Teniente Hugo Ortiz 137. Los Rosales 138. Camino a los Vergeles
<b>30.ORQUIDEAS</b>	139. Los Ranchos 140. Orquídeas 141. Mucho Lote
<b>31.EL SAUCE</b>	142. Sauce 1 143. Sauce 2 144. Sauce 3 145. Sauce 4 146. Sauce 5
<b>32.FLOR DE BASTION</b>	147. Flor de Bastión Este 148. Flor de Bastión Oeste 149. Flor de Bastión 4 150. Flor de Bastión 5 151. Fortín
<b>33.GERMANIA</b>	152. Pascuales 153. La Toma 154. Rosavin 155. Cobre

**Tabla [3.2]** Subestaciones y Alimentadoras ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011

Las subestaciones mencionadas alimentan a cargas de todo tipo: residencial, comercial, industrial y otras. La subestación 21 “**Alborada 2**” cuya alimentadora es “**Comegua**” de una zona que en su mayor parte es residencial debido a que en su alrededor no existen

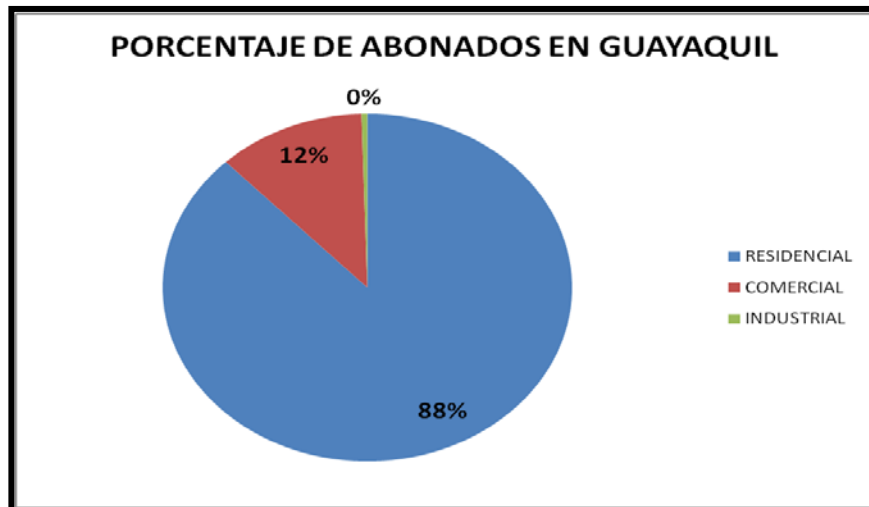
comercios muy grandes ni industrias aledañas que puedan perturbar su comportamiento residencial, la cual evaluaremos más adelante.

### **3.4 CARACTERISTICAS Y ANALISIS DE LA CARGA RESIDENCIAL EN GUAYAQUIL.**

Al 31 de diciembre del 2011 la Empresa Distribuidora de Guayaquil obtuvo un promedio del número de abonados regulados que se presentan en la Tabla [3.3] de la siguiente manera:

<b>TIPO</b>	<b>NÚMERO DE ABONADOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>RESIDENCIAL</b>	539,197	88%
<b>COMERCIAL</b>	71,739	11.9%
<b>INDUSTRIAL</b>	2,847	0.1%
<b>TOTAL</b>	613,783	100%

**Tabla [3.3]** Cuadro de Porcentaje de Abonados Tipo



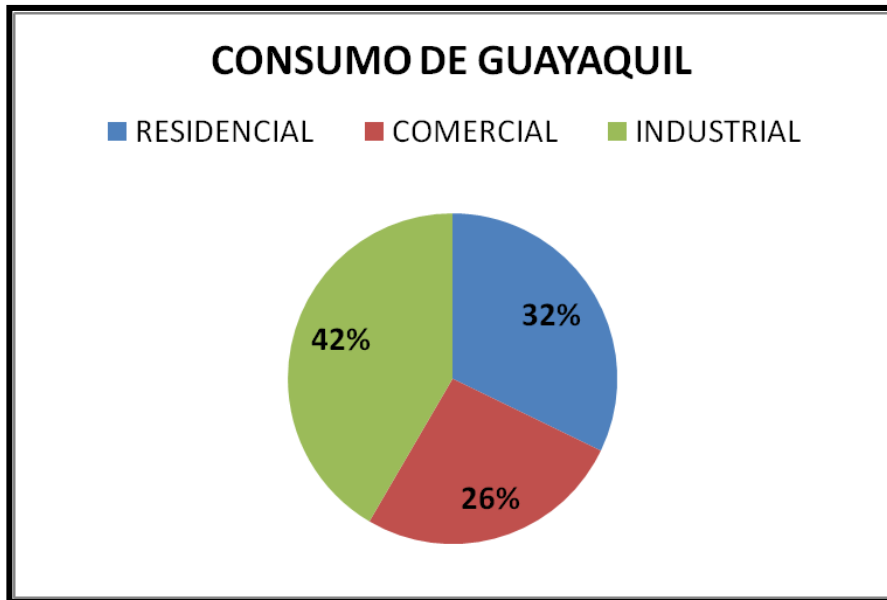
**Fig. [3.2]** Porcentaje de Abonados Tipo.

El mayor nivel de porcentaje de la ciudad de Guayaquil con el 88% lo tiene el sector residencial el mismo que su ahorro y eficiencia de energía se lo va a analizar en este proyecto (Fig. [3.2]).

Los sectores de la empresa de acuerdo al consumo difieren a los siguientes valores de la Tabla [3.4]:

TIPO	CONSUMO [MWh]	PORCENTAJE
RESIDENCIAL	1'166449.37	32%
COMERCIAL	949935.05	26%
INDUSTRIAL	1'507211.38	42%
TOTAL	4'076686.09	100%

**Tabla [3.4]** Cuadro de Porcentaje de Consumo Tipo.



**Fig. [3.3]** Porcentaje de Consumo Tipo.

La Fig. [3.3] es el diagrama de porcentaje de consumo tipo, donde el consumo industrial es el de mayor predominancia a nivel de Guayaquil con el 42%, luego le sigue el sector residencial con una diferencia de tan solo 10% el mismo que en su mayor parte pertenecen los abonados tradicionales.

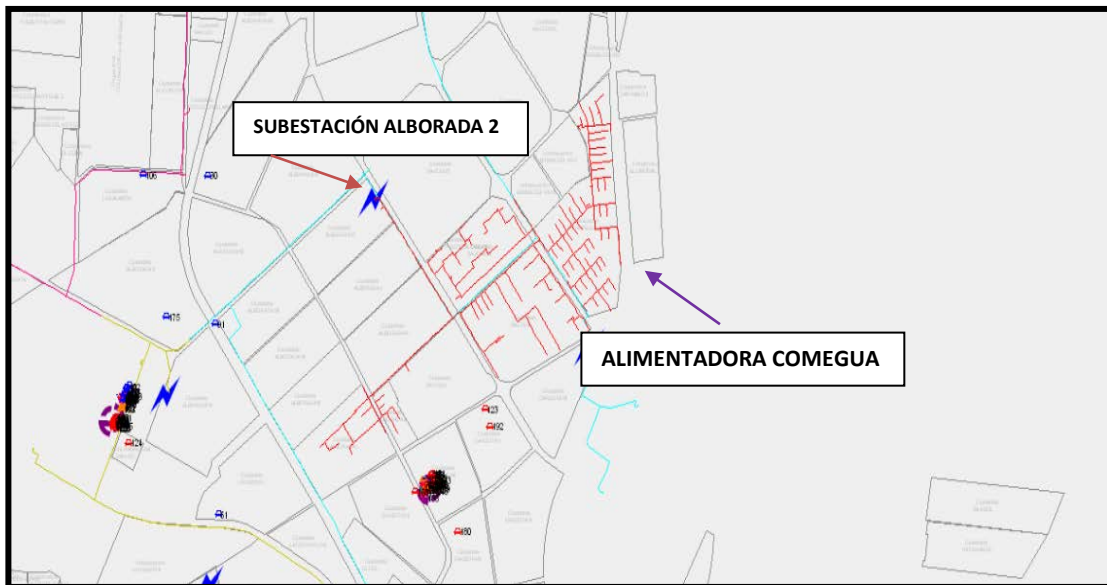
La participación del **consumo** residencial del 32% no guarda relación con el **número de abonados** regulados que representan el 88% del total de los clientes. El siguiente estudio es aplicable a clientes residenciales ya que el patrón de consumo y factor de carga es diferente a los otros sectores como habíamos mencionado anteriormente.

“Un cliente residencial se caracteriza por hacer uso del servicio eléctrico exclusivamente para uso doméstico, es decir dentro de la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada.”

### 3.5 CURVA DE DEMANDA DE UNA ALIMENTADORA RESIDENCIAL

#### 3.5.1 Situación Geográfica

Para realizar el análisis de curva de carga de una alimentadora residencial tomaremos como objeto de estudio a la Alimentadora “Comegua” que en su mayor parte posee cargas residenciales para así estimar un comportamiento de usuario final residencial.



**Fig. [3.4]** Alimentadora Residencial COMEGUA

El alimentador “Comegua” de la Fig. [3.4] se extiende por el sector norte de la ciudad de Guayaquil, nace de la Subestación Alborada 2

en la manzana 953 Solar 11-12, la cual posee un Transformador de Potencia de 12/16 [MVA] cuya relación de transformación es 69[Kv]/13.8[kV] (OA/FA) sirviendo a lo largo de la Avenida Isidro Ayora, a varias ciudadelas Saucos 2, Saucos 7 y parte de la ciudadelas Acuarelas del Río.

### 3.5.2 Alimentadora Residencial COMEGUA

En el mes de marzo del 2012 se presenta la siguiente curva de carga donde el análisis que podemos observar en cuanto a los días hábiles (lunes - viernes) y semihábiles (sábado-domingo) es el siguiente:



**Fig. [3.5]** Perfil de Carga Alimentadora COMEGUA

Según la Fig. [3.5] los días semihábiles con respecto a los hábiles es en donde mayormente decae la curva, mientras que en los días hábiles la curva tiende a aumentar especialmente los días martes,

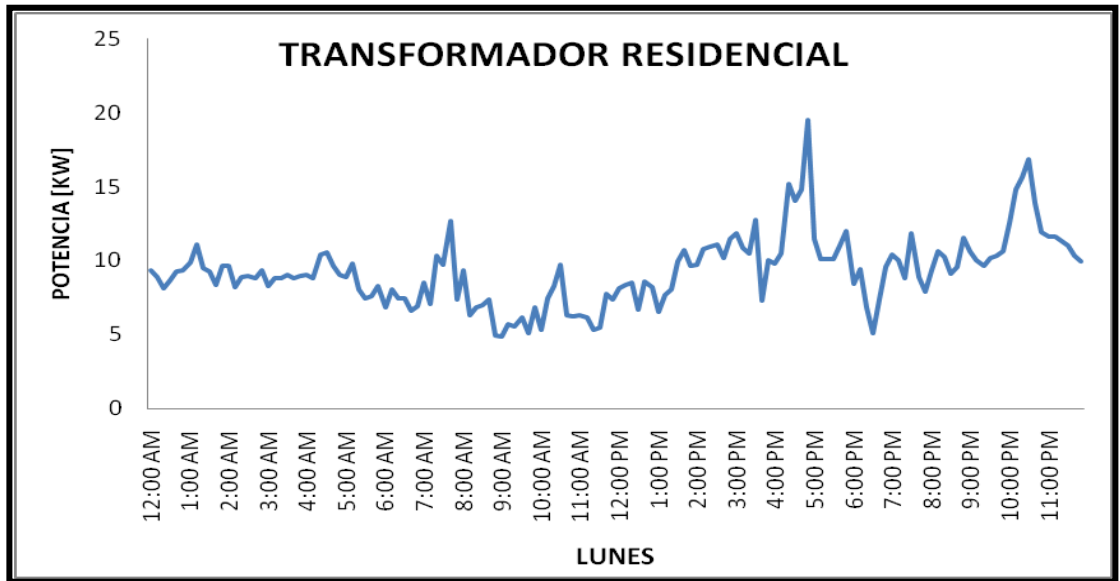
miércoles y jueves; esto denota que los perfiles de carga de los usuarios residenciales son eminentemente de mayor demanda en dichos días por ende su consumo se intensifica. Estos datos los justificaremos con los perfiles de carga de los días hábiles y semihábiles de toda el área residencial de Guayaquil que más adelante lo estableceremos.

### **3.5.3 Transformador de Distribución COMEGUA**

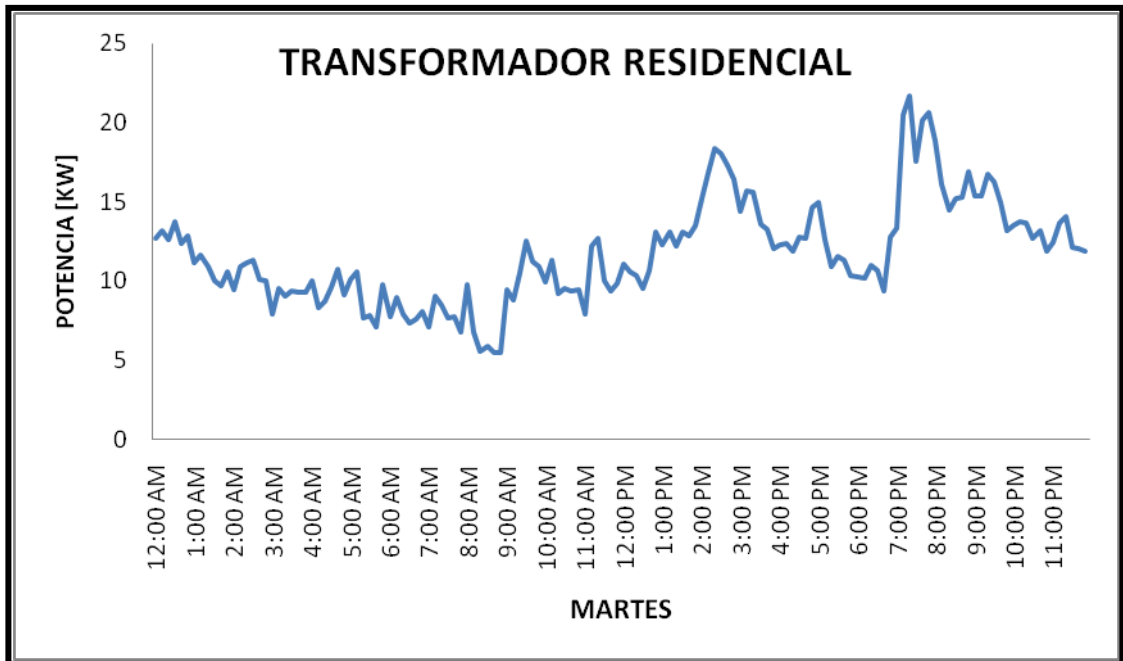
La importancia, comportamiento y procesamiento de la curva de carga de los clientes residenciales se presentan también a través del transformador de distribución residencial, a continuación observaremos las Fig. [3.6-3.12] un transformador de la alimentadora “Comegua” para ver el comportamiento de las cargas respectivas en los días hábiles (Lunes-Viernes) y en los días semihábiles (Sábado y Domingo). Las mediciones se realizaron con un aparato de calidad de energía “Power Quality Logger” cuyos valores nominales se establece en el Anexo 2

**TRANSFORMADOR RESIDENCIAL  
ALIMENTADORA COMEGUA (7 DIAS)**

**DÍAS HÁBILES**

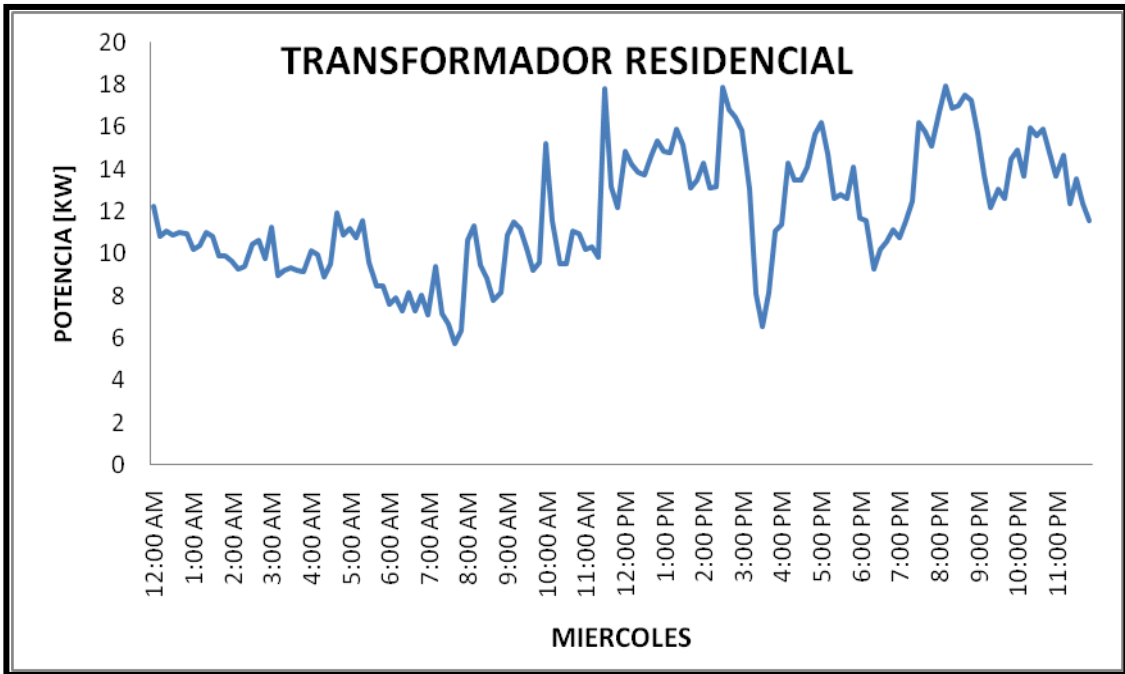


**Fig. [3.6]** Curva del Transformador de Distribución “Lunes”

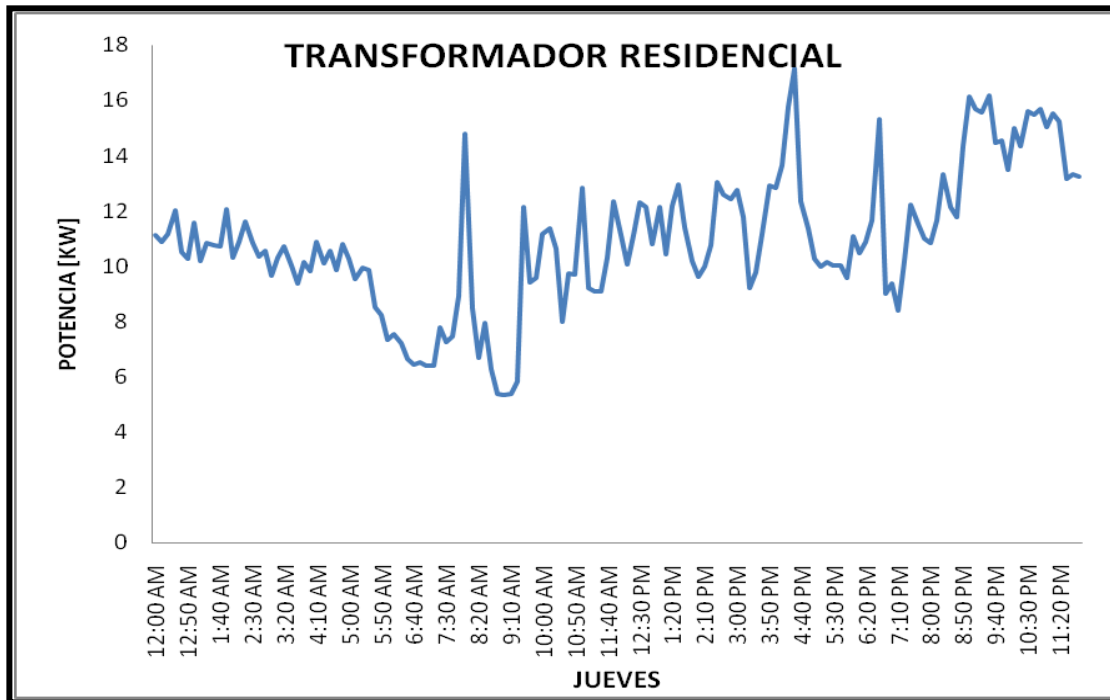


**Fig. [3.7]** Curva del Transformador de Distribución “Martes”

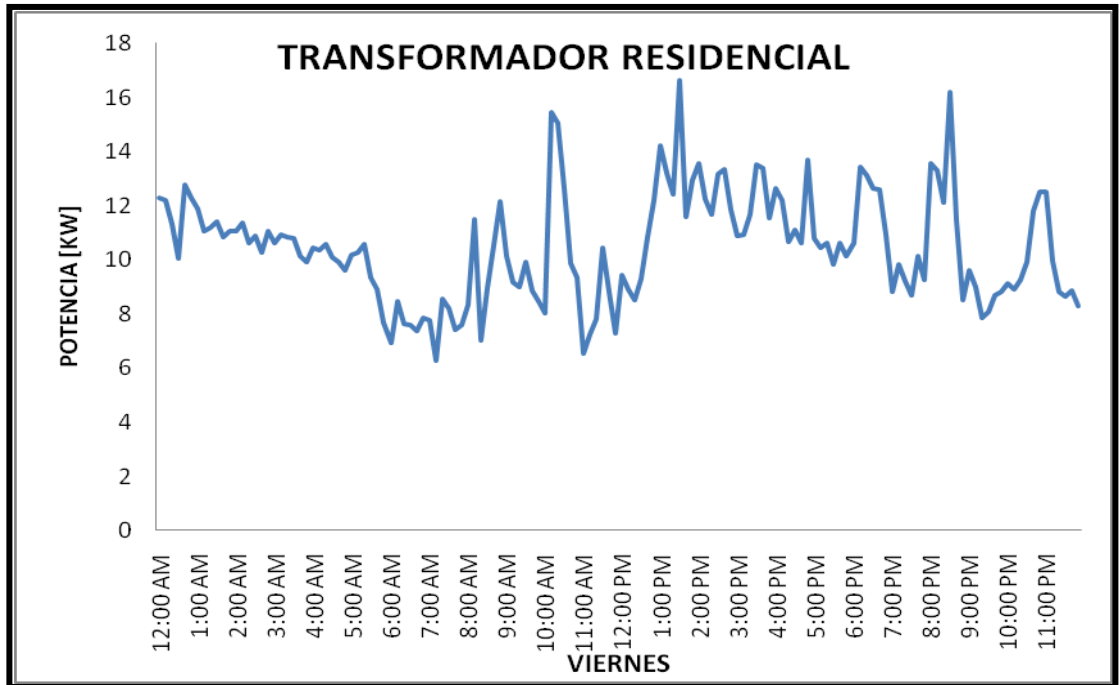




**Fig. [3.8]** Curva del Transformador de Distribución “Miércoles”

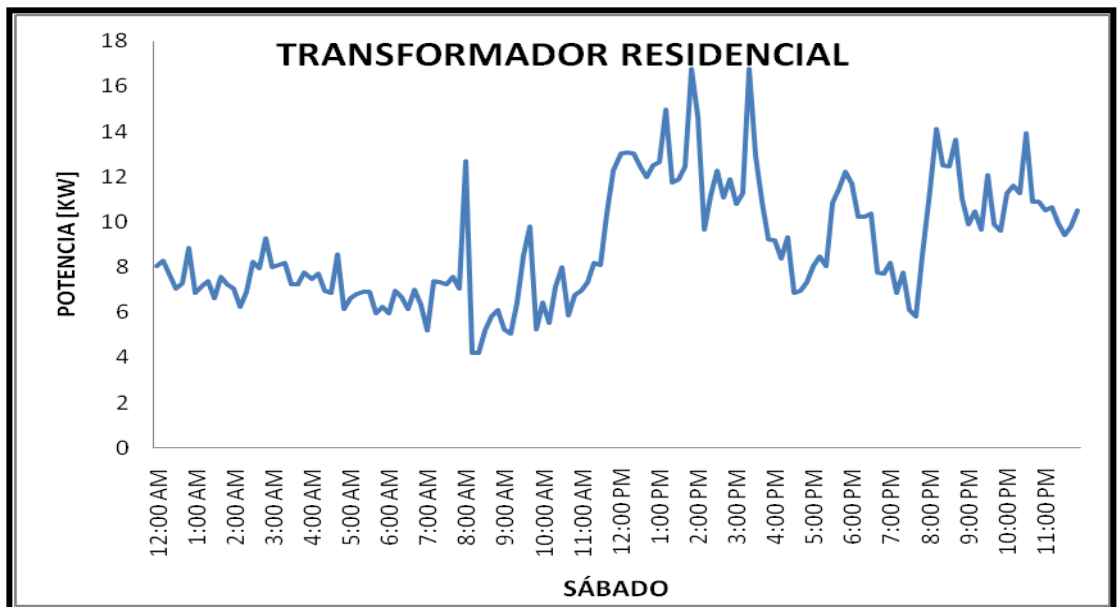


**Fig. [3.9]** Curva del Transformador de Distribución “Jueves”



**Fig. [3.10]** Curva del Transformador de Distribución “Viernes”

**DÍAS SEMIHÁBILES**



**Fig. [3.11]** Curva del Transformador de Distribución “Sábado”

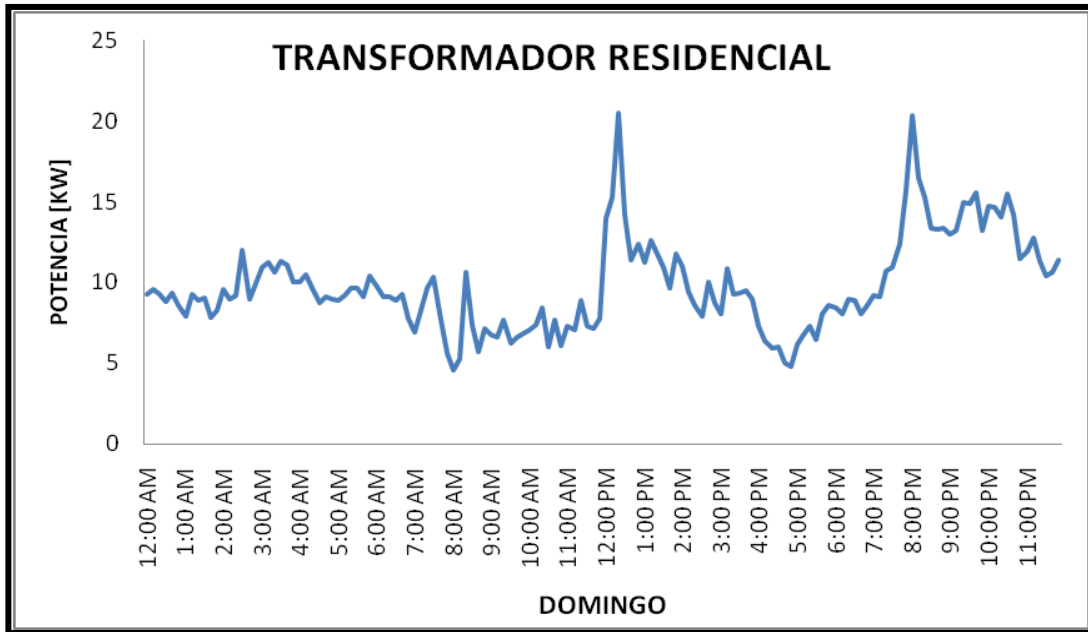


Fig. [3.12] Curva del Transformador de Distribución "Domingo"

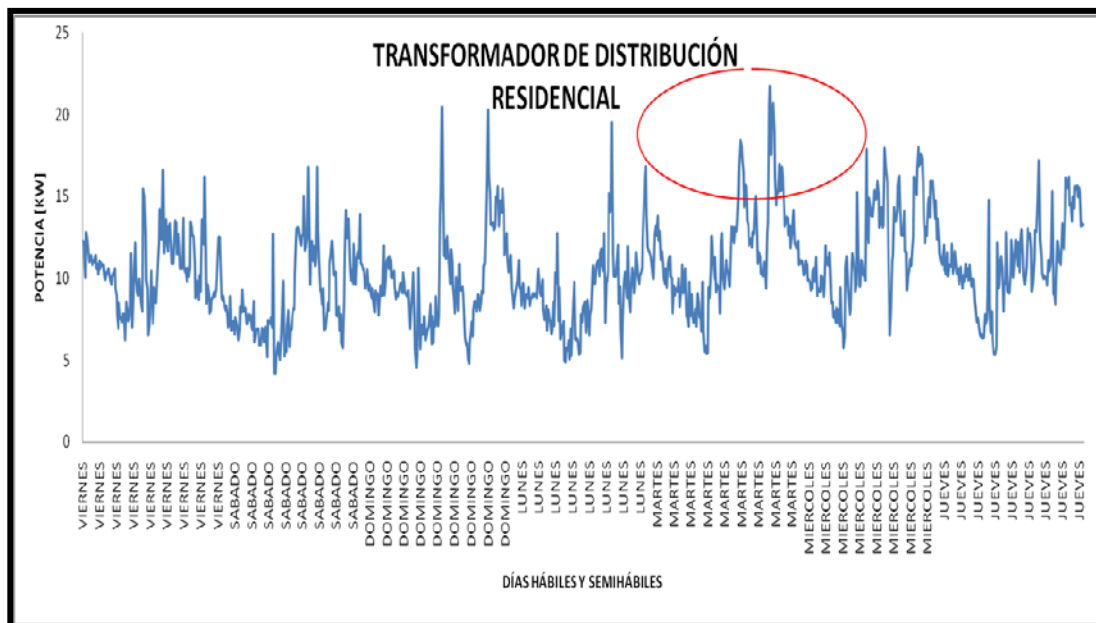


Fig. [3.13] Curva del Transformador de Distribución Días Hábles y Semihábiles.

La curva de demanda del transformador de distribución que se está analizando está relacionada con los siete días de una semana ordinaria del mes de marzo.

En los clientes residenciales de esta zona, las actividades y hábitos evidencian bajo consumo los días viernes y sábados siendo este último el de menor entre todos los días de la semana. El consumo en los días hábiles (lunes-viernes) se figuran en el gráfico donde el de mayor proporción de consumo de energía es el día martes luego el lunes Fig. [3.13]. Estas consideraciones caben recalcar se asemejan a la predicha en la línea primaria de la Alimentadora “**Comegua**” de la ciudad de Guayaquil

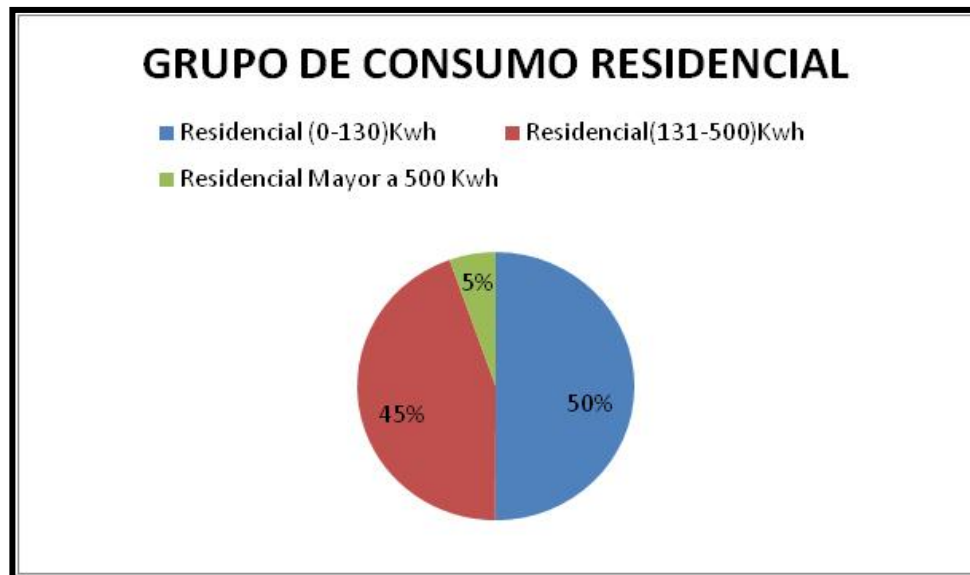
### 3.6 PERFILES DE CONSUMOS RESIDENCIALES

#### 3.6.1 Grupos de Consumos

En la ciudad de Guayaquil los clientes residenciales lo podemos clasificar de acuerdo al rango de consumo, esto es como sigue en la Tabla [3.5].

TIPOS ([kWh])	Número de abonados	Porcentaje
Residencial (0-130)	270008	50%
Residencial(131-500)	239817	45%
Residencial Mayor a 500	29372	5%
<b>TOTAL</b>	539197	100%

**Tabla [3.5]** Cuadro de Porcentaje Perfiles de Consumo Residencial.



**Fig. [3.14]** Porcentaje Perfiles de Consumo Residencial.

El consumo de mayor porcentaje de abonados según la Fig. [3.14] corresponde al de 0-130 [kWh] con un 50% el mismo que difiere con el consumo de 131-500[kWh] con un 45% y por último el consumo de menor porcentaje de abonados residenciales es el de Mayores a 500 [kWh] con un 5% respecto al total, esto es tomando como referencia un universo de 539197 al diciembre del 2011 en la ciudad de Guayaquil.

### 3.6.2 Gráficas de Perfiles de Carga Residenciales

Para conocer el impacto de los programas de ahorro de energía es necesario realizar mediciones, ya que es la mejor forma de validar

medidas y efectos de las campañas implementadas por el sector energético.

El inicio de la jornada laboral, el cierre de los comercios durante el mediodía, la mayor ocupación de los hogares en las horas finales del día, explican por qué la demanda no es idéntica en las distintas horas del día.

### **3.6.3 Abonados de la ciudad de Guayaquil**

Hoy en la actualidad los rangos de consumos que se establecieron, el rango de 0-130 [kWh] se encuentran los abonados de la tercera edad, aquellos abonados que su situación económica es la básica además de tener algunos de ellos la tarifa de la dignidad. El rango de 131-500 [kWh] se encuentran los abonados que poseen un rubro en sus haberes aceptable para un estado económico medio de vida común. El rango de 500 [kWh] en adelante son los abonados que tienen una posición económica alta a quienes la ley se les aplica un porcentaje en sus planillas.

### **3.6.4 Curvas Típicas**

Las gráficas de los perfiles de carga de los abonados regulados de la ciudad de Guayaquil fueron realizadas a través de las mediciones de calidad de energía las cuales se sostuvieron bajo el criterio de aleatoriedad en diferentes sectores de la urbe generándose así un comportamiento de la curva correspondiente a cada tipo de consumo

mediante un número de muestras representativas referente al universo total de abonados regulados.

Las curvas proyectadas fueron realizadas para las dos estaciones del año en la ciudad de Guayaquil- Ecuador tanto para invierno (diciembre a mayo) y verano (junio-noviembre) de acuerdo al número de muestras estadísticas permitido.

### **3.6.5 Normalización de Curvas**

En la realización de las curvas típicas que se mostraran a continuación, cumplen con las siguientes etapas de desarrollo:

- a) Filtrado de las mediciones
- b) Normalización de las mediciones
- c) Graficación de Curvas

*Filtrado de las Mediciones.*- Es el proceso por el cual las mediciones se depuran considerando: un primer criterio que es el de comparar los datos de mediciones con su respectivo promedio comercial del sistema, dado por la empresa eléctrica. Un segundo criterio son las lecturas de ceros (0) en las columnas de datos diarios, esto indica que son interrupciones de servicios o a la vez existió algún daño del medidor de calidad, por lo tanto no son consideradas.

*Normalización de las Mediciones.*-Con las mediciones que se les ha realizado el filtrado, se procede a determinar el promedio de la columna de datos diarios para la normalización por cada día de la semana (Tabla [3.6]). Una vez obtenidos el promedio de cada columna se divide cada medición respecto a este promedio obteniéndose datos en por unidad. Finalmente, se determina un promedio total de todos los días hábiles y semihábiles que fueron normalizados por columnas de forma horizontal de manera que se obtenga una curva típica por cada rango de consumo (Tabla [3.7]).

*Graficación de Curvas.*- Etapa donde se grafica los promedios totales por rangos de consumo etiquetando los títulos correspondientes (Tabla [3.7]).

A continuación los dos esquemas explicativos de la normalización:



Rango de consumo 1	LUNES...		VIERNES ...		DOMINGO ...		CURVA TÍPICA
<b>PROMEDIO COLUMNA</b>	<b>80.50</b>	<b>95.66</b>	<b>120.55</b>	<b>130.66</b>	<b>90.55</b>	<b>100</b>	
Hora	Energía 1	Energía 2	Energía 1	Energía 2	Energía 1	Energía 2	Promedio Curva
00:00	78.85	85.45	100.55	125.33	88.55	95.66	<b>95.73</b>
00:10	71.85	80.45	122.55	120.33	80.55	98.66	<b>96.73</b>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24:00	78.55	84.95	125.95	120.33	85.85	100.66	<b>96.73</b>

**Tabla [3.6]** Esquema 1 de Normalización de Mediciones

Rango de consumo 1	LUNES...		VIERNES ...		DOMINGO ...		CURVA TÍPICA
<b>PROMEDIO COLUMNA</b>	<b>80.50</b>	<b>95.66</b>	<b>120.55</b>	<b>130.66</b>	<b>90.55</b>	<b>100</b>	
Hora	Energía 1	Energía 2	Energía 1	Energía 2	Energía 1	Energía 2	Promedio Curva
00:00	<del>0.979</del>	1.061	0.834	0.959	0.977	0.956	0.961
00:10	0.886	0.999	1.016	0.920	0.889	0.986	0.949
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24:00	0.975	0.888	1.044	0.920	0.948	1.006	0.9635

**Tabla [3.7]** Esquema 2 de Normalización de Mediciones

**Promedio Horizontal  
En por Unidad**

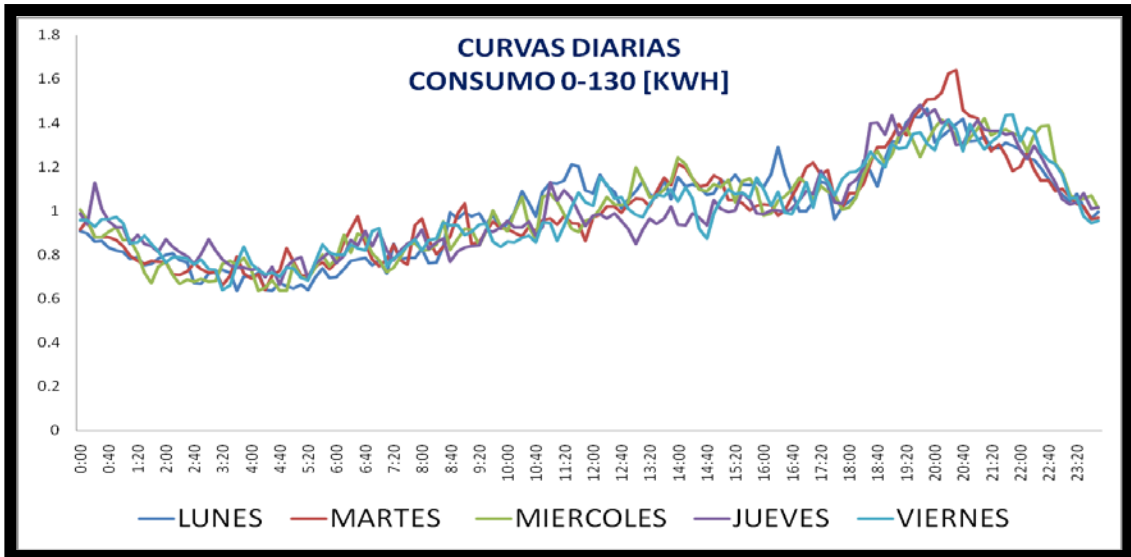
### **3.6.5.1 Estación Verano**

Las curvas características de las figuras [23-88] en este rango de consumo son un poco mas suavizadas y llevan un patrón de comportamiento definido de lunes a viernes mientras que sábados y domingos poseen otra características.

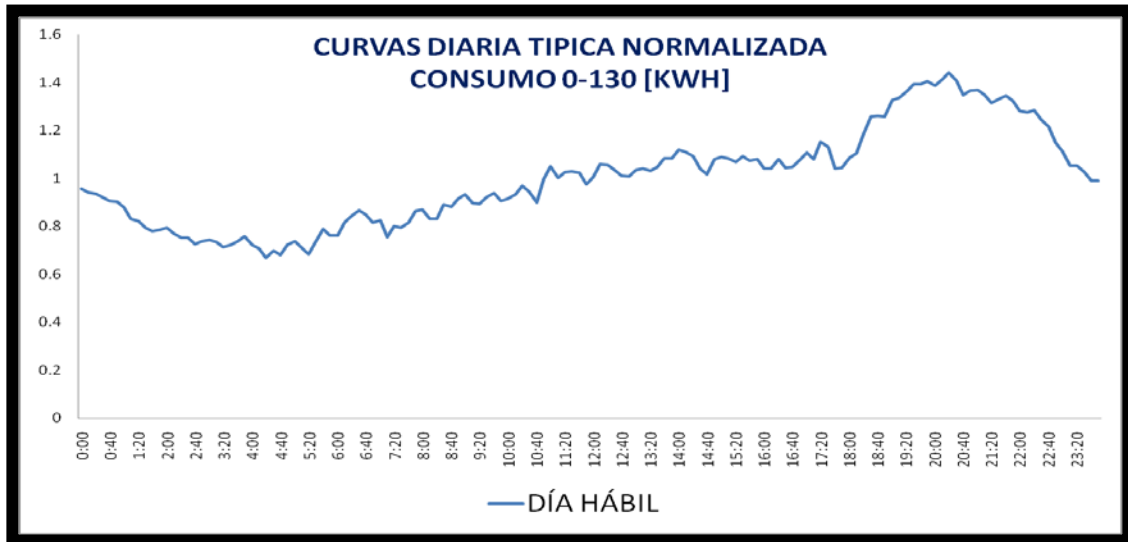
## GRÁFICAS DEL CONSUMO RESIDENCIAL

RANGO: 0-130 [kWh]

DÍA HÁBIL



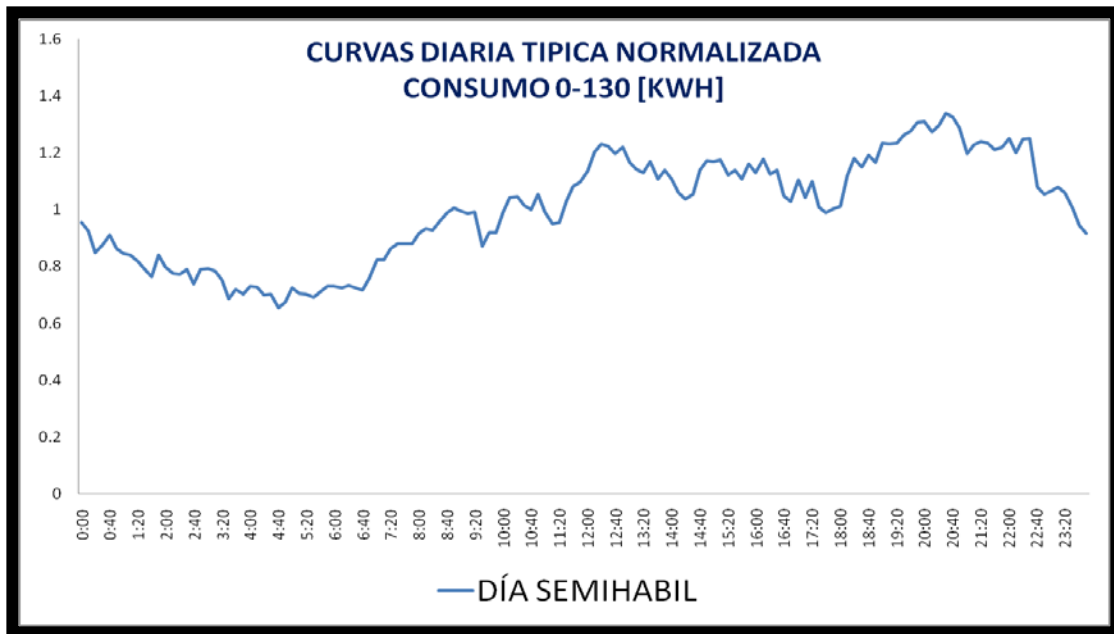
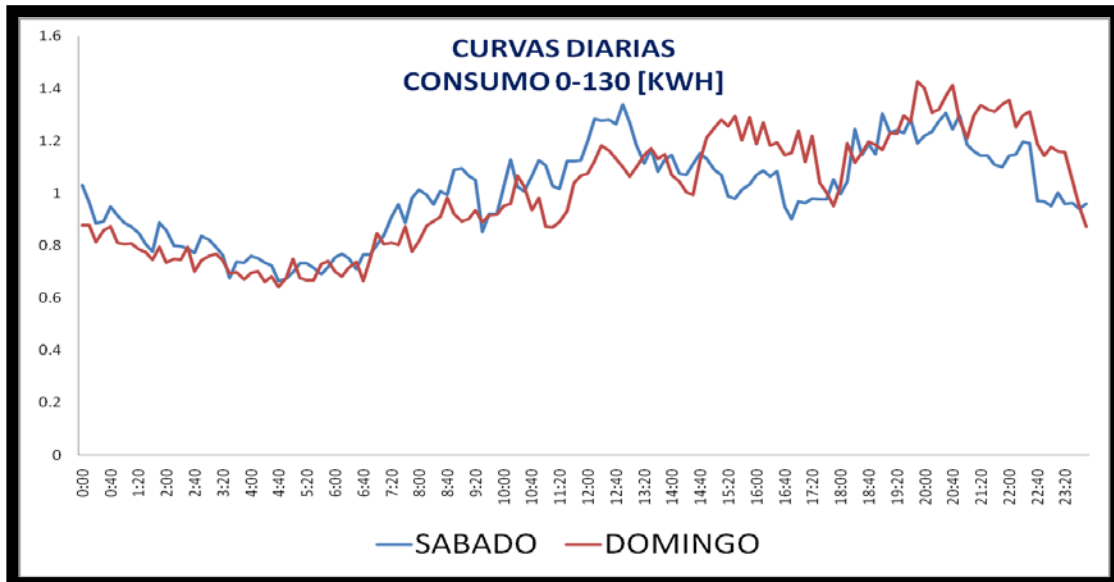
”



**Fig. [3.15] CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh] DÍAS HÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS” ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL**

RANGO: 0-130 [kWh]

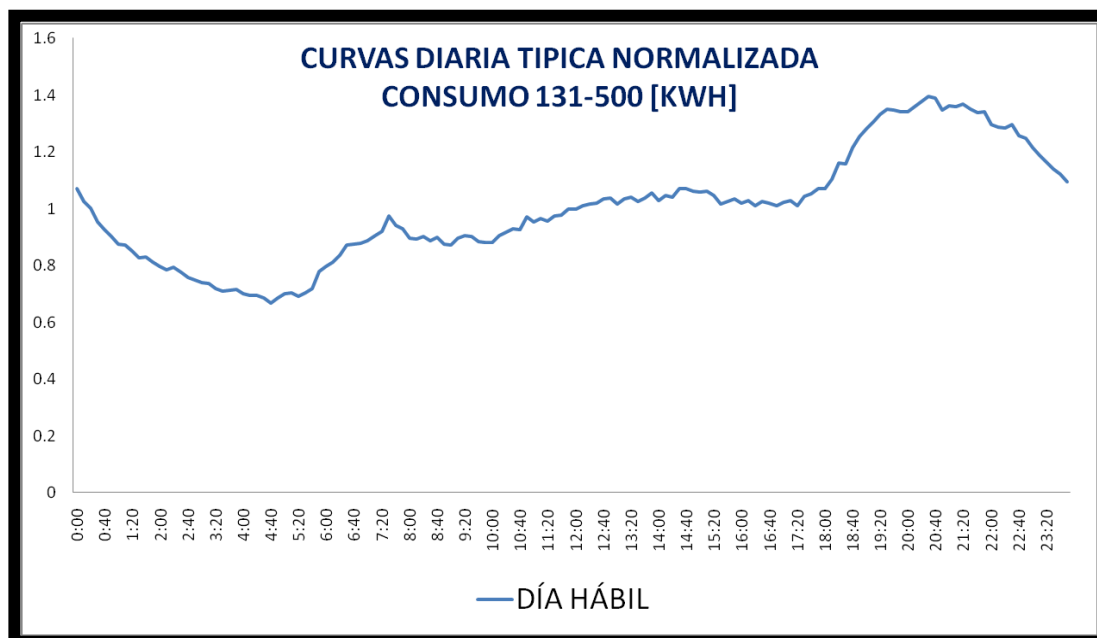
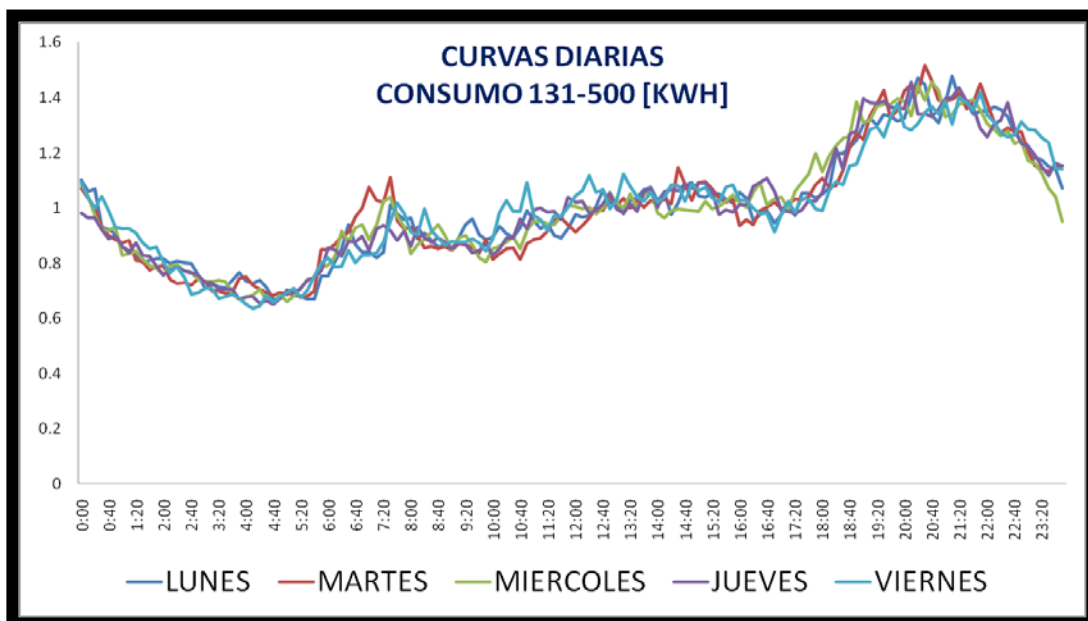
## DÍA SEMIHÁBIL



**Fig. [3.16]** CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh] DÍAS SEMIHÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”

**RANGO: 131-500 [kWh]**

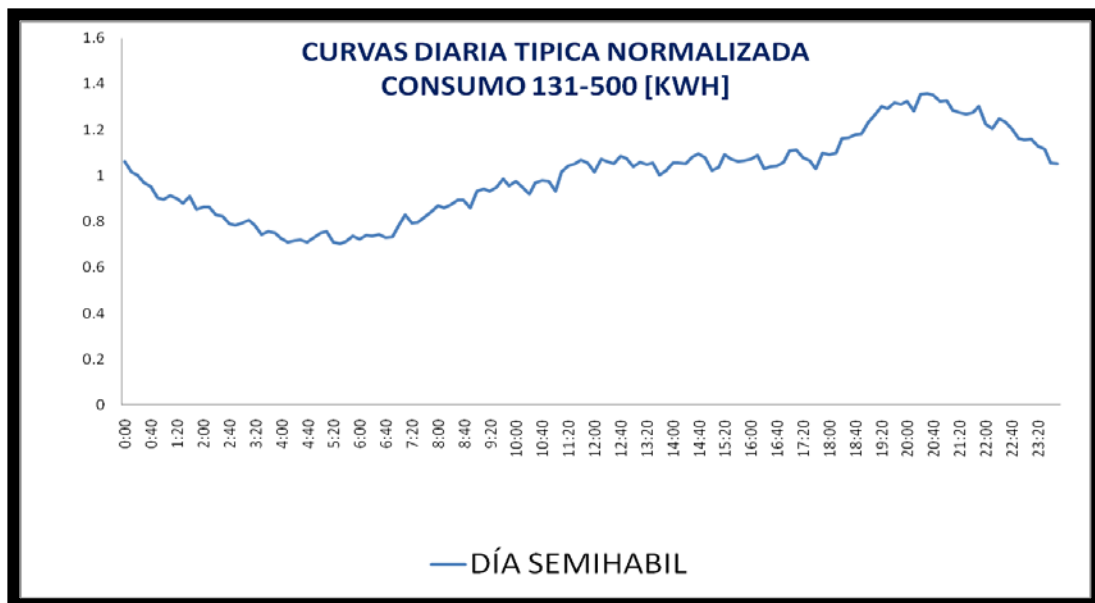
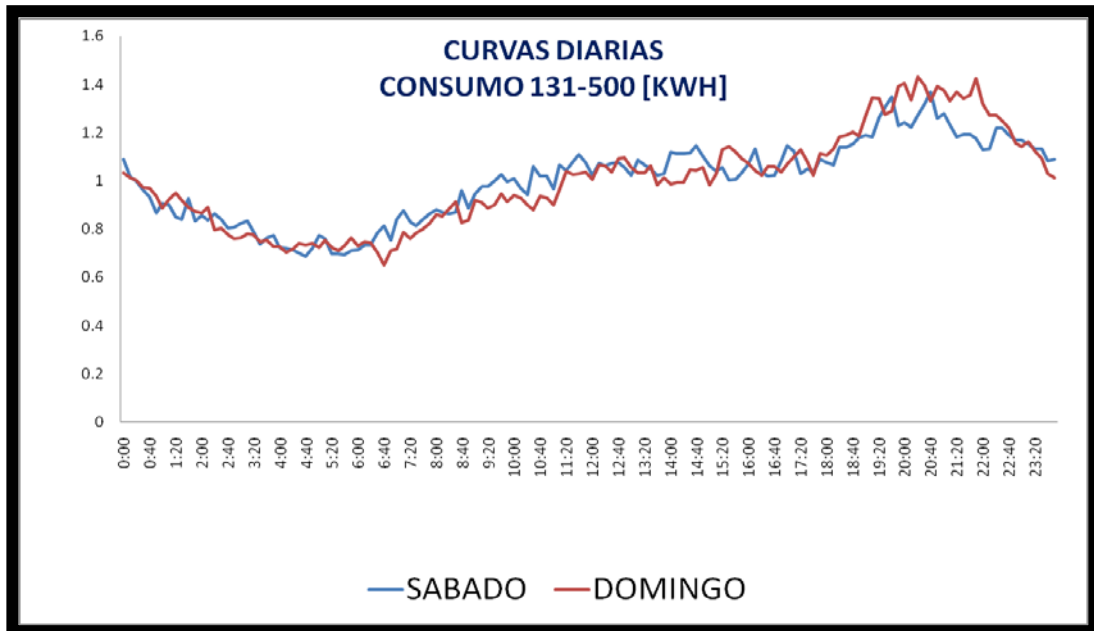
## DÍA HÁBIL



**Fig. [3.17] CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500 [kWh]  
DÍAS HÁBILES VERANO "PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS  
ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL"**

**RANGO: 131-500 [kWh]**

## DÍA SEMIHÁBIL

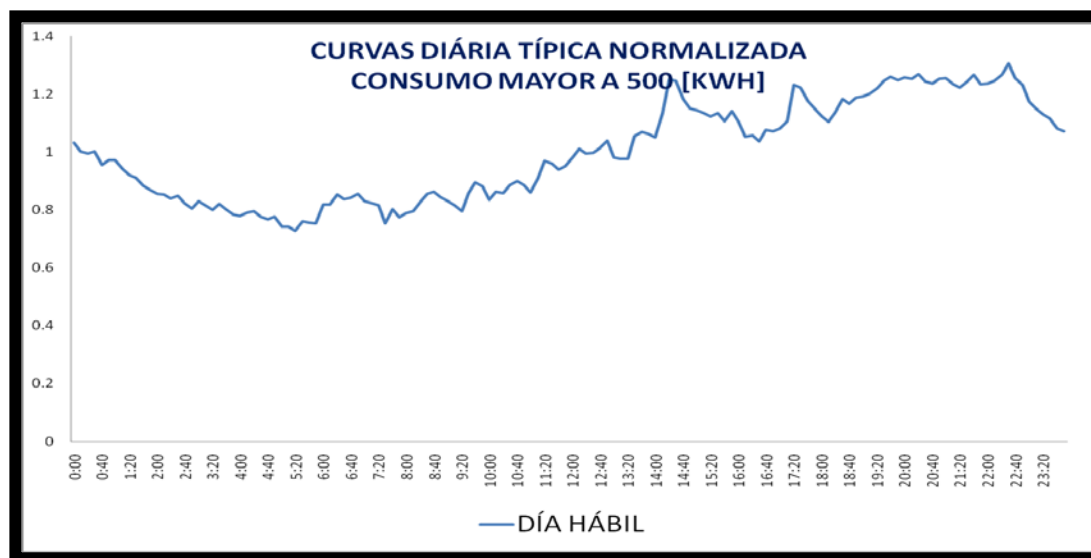
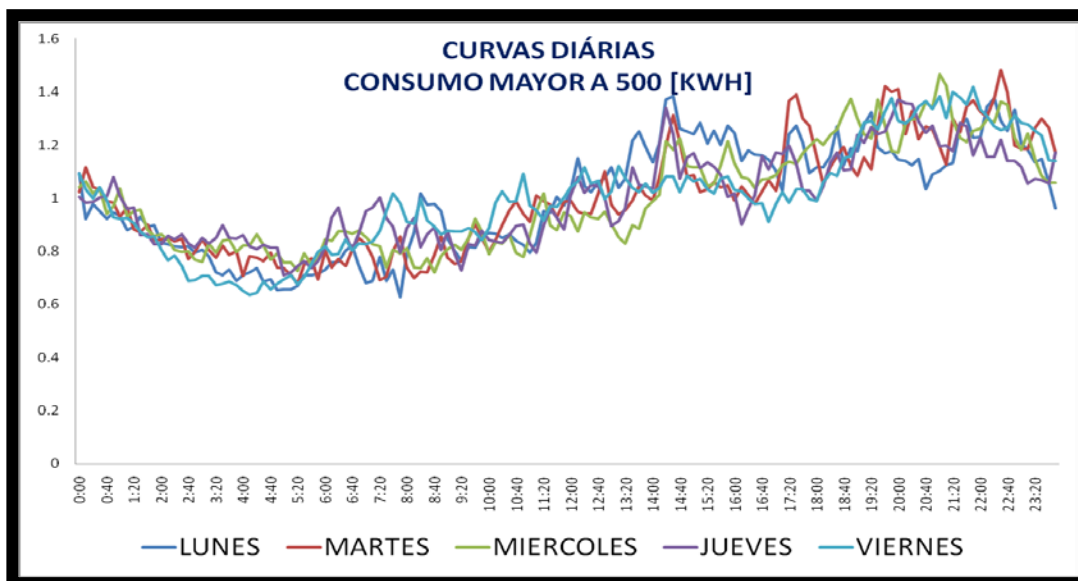


**Fig. [3.18] CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500 [kWh]  
DÍAS SEMIHÁBILES VERANO "PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS  
ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL**

## GRÁFICAS DEL CONSUMO RESIDENCIAL

**RANGO: MAYOR A 500 [kWh]**

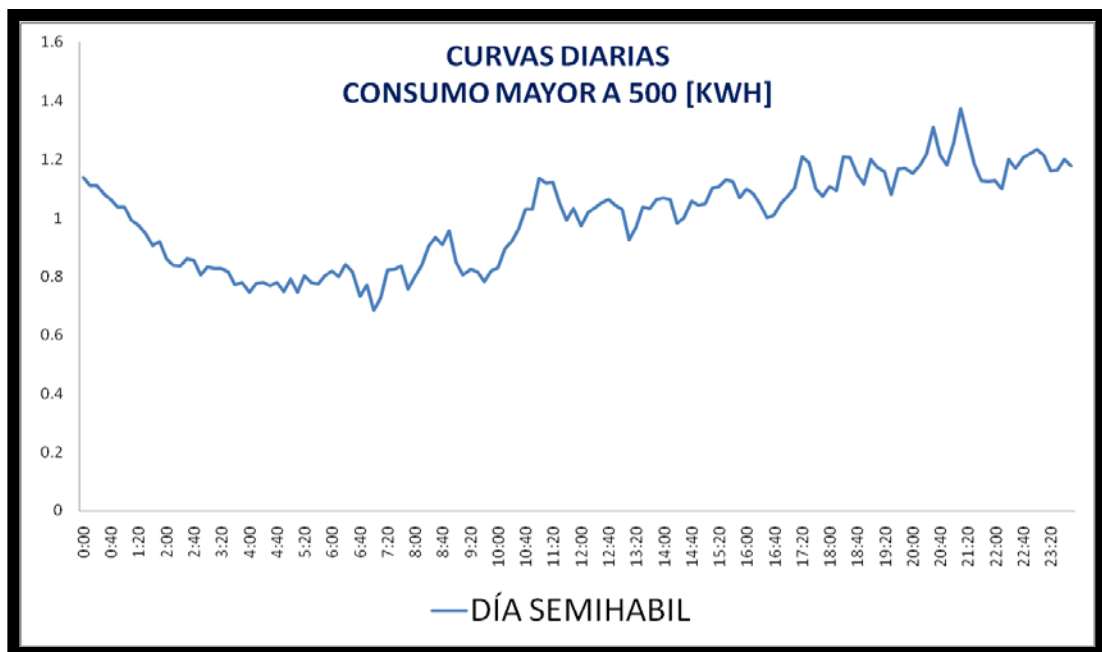
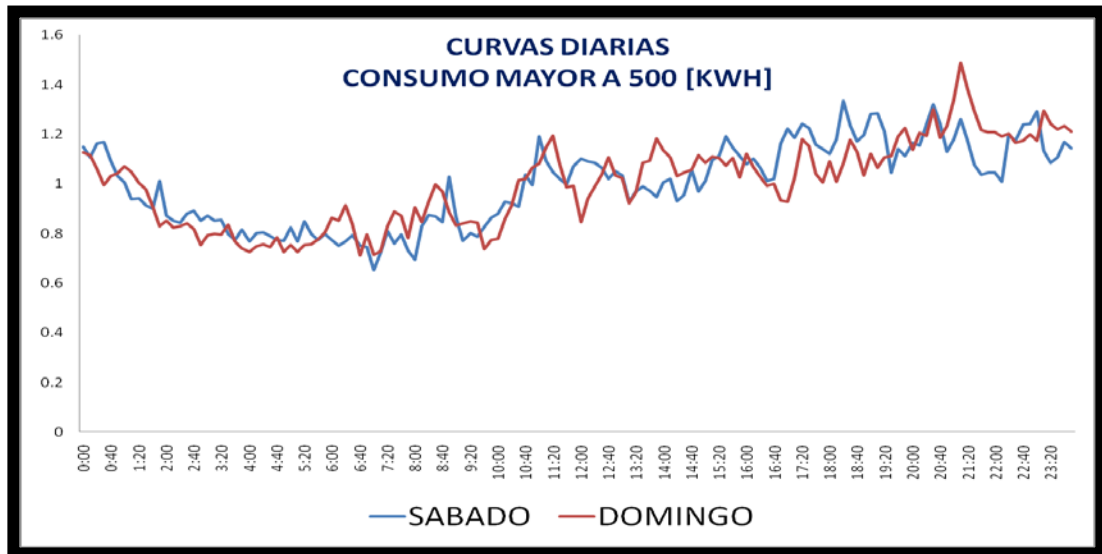
## DÍA HÁBIL



**Fig. [3.19] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500 [kWh] DÍAS HÁBILES VERANO "PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL**

**RANGO: MAYOR A 500 [kWh]**

## DÍA SEMIHÁBIL



**Fig. [3.20] CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500 [kWh] DÍAS SEMIHÁBILES VERANO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL**

***Rango de 0-130 [kWh]***

Por lo general los días hábiles a las 5:00 de la mañana se produce un ascenso de la demanda eléctrica, con el inicio de



la jornada laboral en la utilización de electrodomésticos como refrigeradora, televisores, focos, ventiladores, microondas, etc. Posteriormente, entre las 06:00 y 07:00 se obtiene un ligero incremento por el uso de tostadoras, planchas y calentadores de duchas para luego tener un crecimiento hasta las 14:00 pm, alcanza un valor máximo de demanda entre las 19:00 y 22:00 aproximadamente a las 20:30 debido a que en los hogares comienza la utilización equipos de cocina y de entretenimiento.

Los días semihábiles el comportamiento de los usuarios comienza a las 07:00 luego incrementa linealmente y hasta las 12:30 hay un ligero pronunciamiento un poco elevado. El próximo incremento de demanda se produce durante el periodo de las 18:00 a 21:00 pm donde es el máximo durante los dos días.

### ***Rango de 131-500 [kWh]***

En el consumo residencial en los días hábiles, este rango nos ofrece un crecimiento de la demanda a partir de las 06:00 y luego un ligero pico a las 07:30 aproximadamente luego permanece constante e incrementa linealmente hasta las 18:00 donde la mayoría de los abonados llegan a sus hogares. La demanda máxima ocurre durante el periodo de las 19:00 y 22:00 de una manera constante.

En los días semihábiles se comienza el consumo a partir de las 07:00 am luego crece lentamente hasta las 18:00 pm donde aumenta hasta las 20:30 aproximadamente obteniendo su demanda máxima.

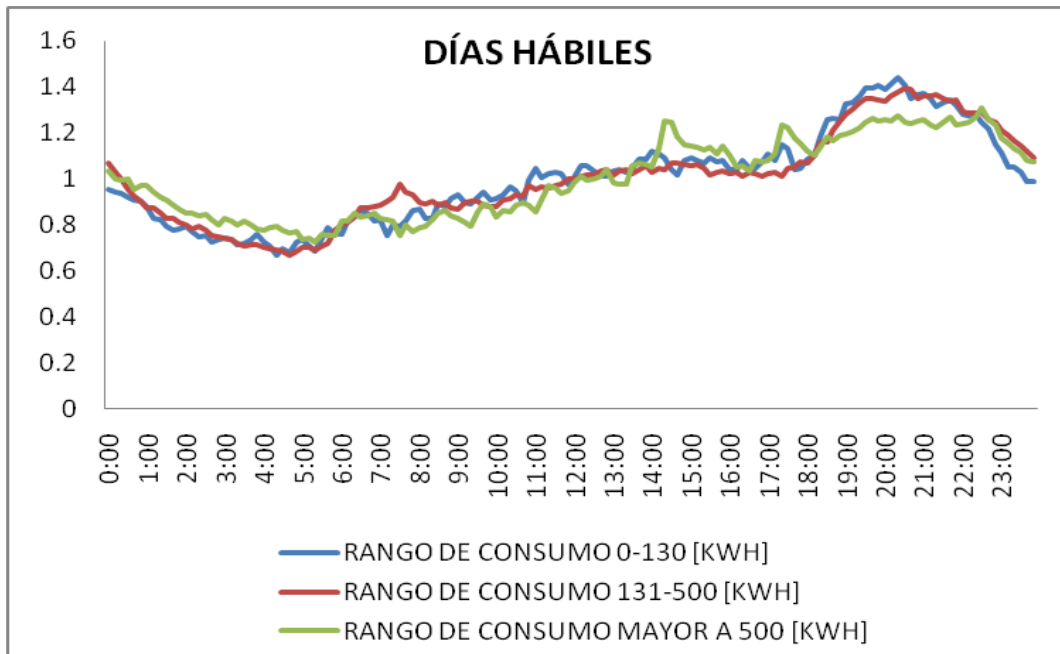
### ***Rango mayor a 500 [kWh]***

En los rangos mayores a 500 [kWh] podemos observar en los días hábiles un comportamiento de un ligero aumento de demanda de 06:00 a 07:00 am, luego disminuye y aumenta lentamente hasta las 15:00 pm que existe otro aumento de demanda así mismo disminuye hasta las 17:00.

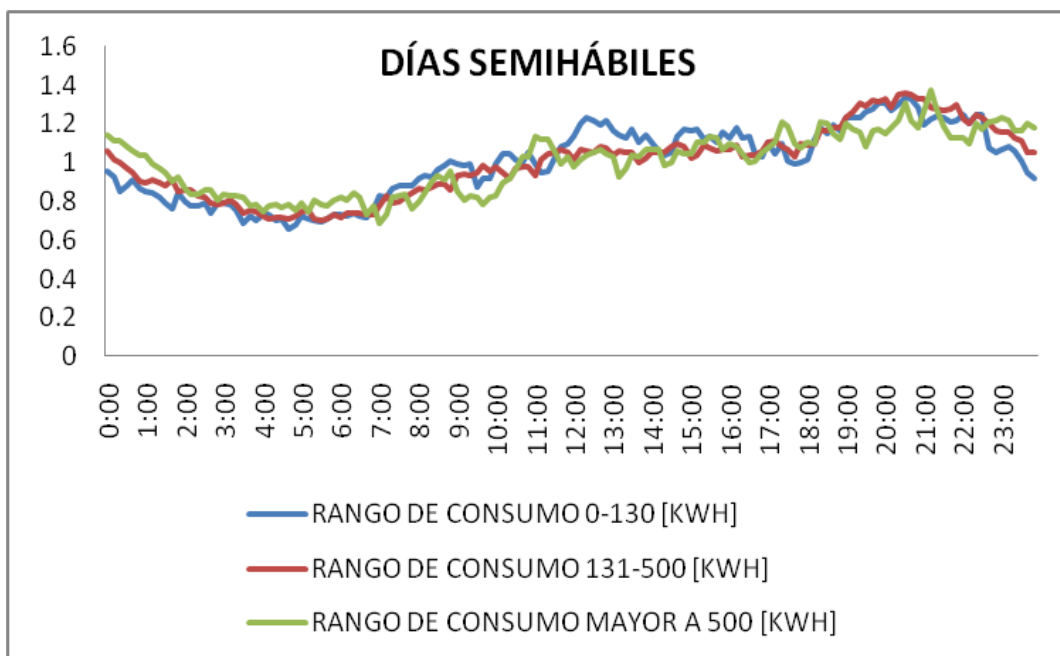
A las 18:00 empieza un nuevo pico estacional luego incrementa lentamente hasta las 22:00 que se produce la máxima demanda.

Mientras que para los días semihábiles su comportamiento parte desde las 07:00 am y se manifiesta linealmente ascendente hasta lograr un aumento en la demanda a las 11:30 am, ésta disminuye y sigue su incremento gradualmente hasta 20:30 dicho incremento se sostiene hasta las 21:30 aproximadamente.

A continuación presentamos las gráficas totales generales para cada rango de consumo en la estación *verano*, separados por días hábiles y semihábiles.



**Fig. [3.21]** Gráfica Total de Días Hábiles por Grupo de Consumo: Estación Verano



**Fig. [3.22]** Gráfica Total de Días Semihábiles por Grupo de Consumo: Estación Verano

Como podemos observar el comportamiento entre los diferentes grupos de consumo en la estación verano son similares (Fig. [3.21] y Fig.[3.22])

### **3.6.5.2 Estación Invierno**

En la estación invierno de la ciudad de Guayaquil según las figuras [3.23-3.28] es la estación más calurosa del año, por ende el uso de los aparatos eléctricos de ventilación y confort es de mayor uso, obteniéndose un comportamiento elevado en el consumo de la demanda, diferente a la estación verano.

## GRÁFICAS DEL CONSUMO RESIDENCIAL

RANGO: 0-130 [kWh]

DÍA HÁBIL

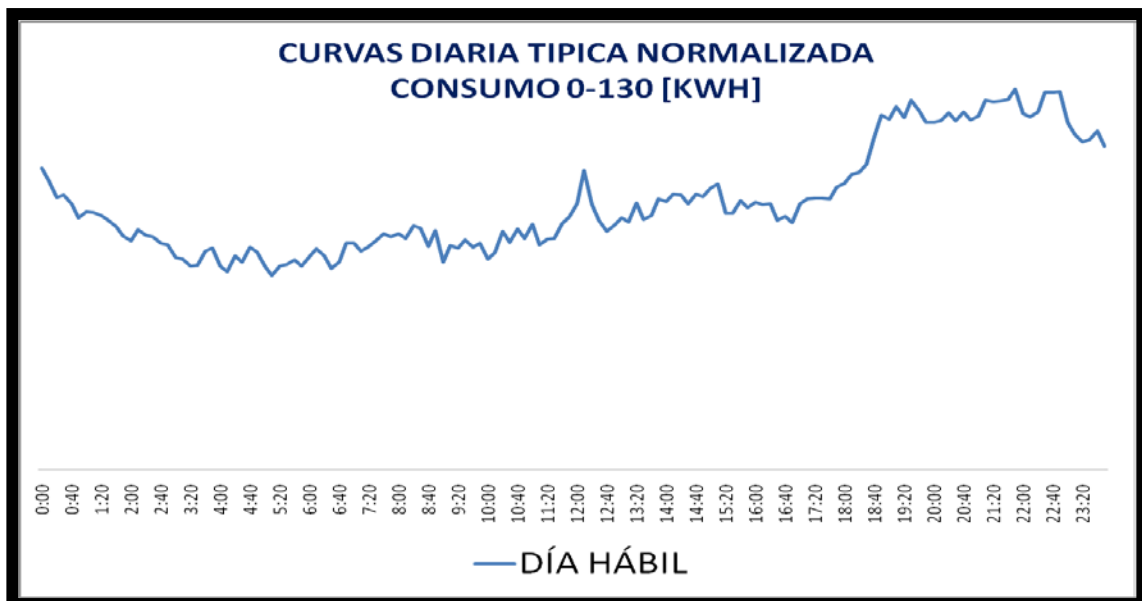
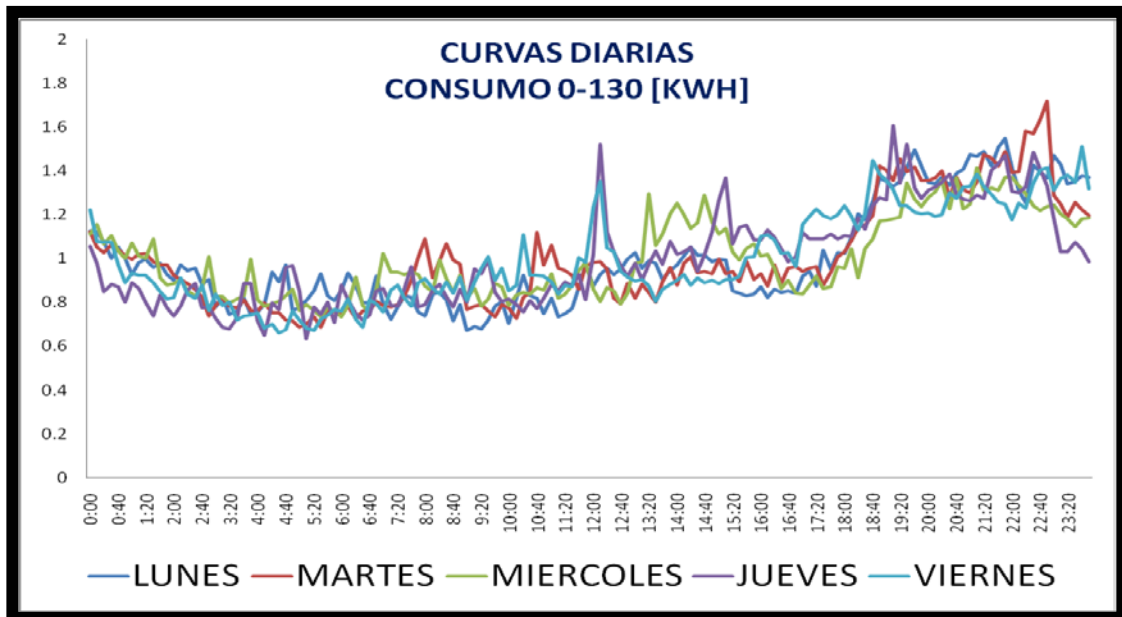
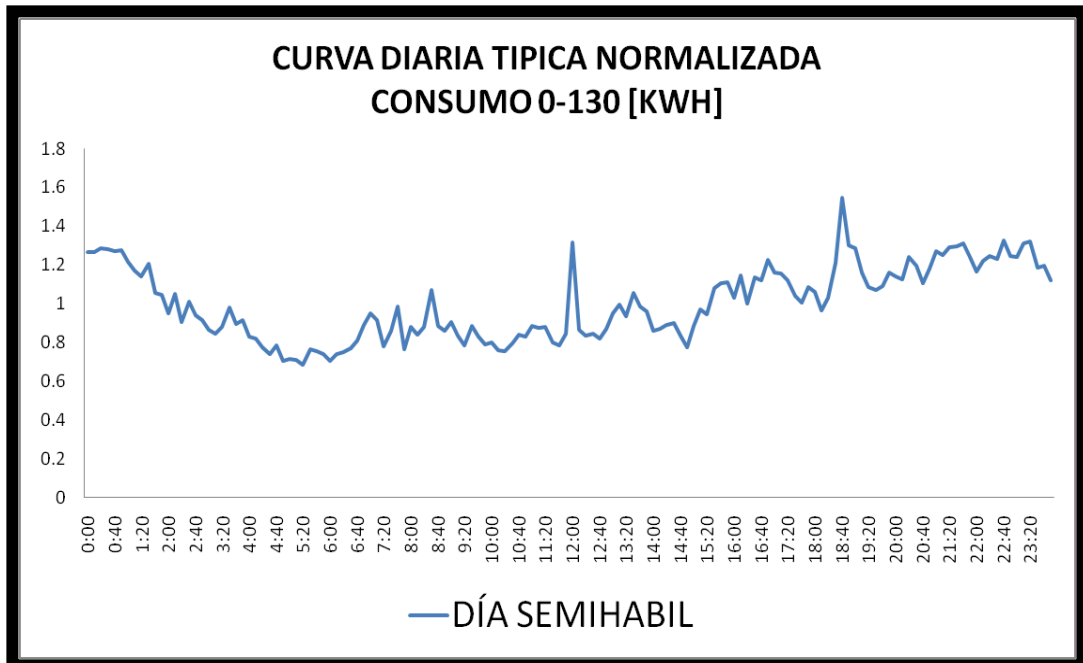
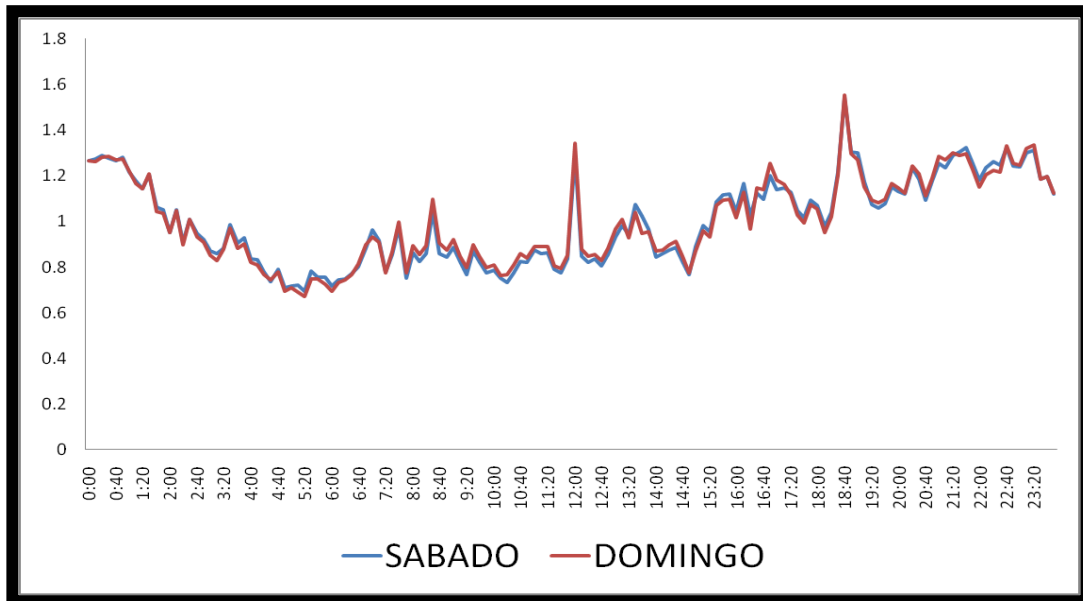


Fig. [3.23] CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh]  
DÍAS HÁBILES INVIERNO "PROYECTO INTEGRAL DE  
PÉRDIDASELÉCTRICA DE GUAYAQUIL

RANGO: 0-130[kWh]

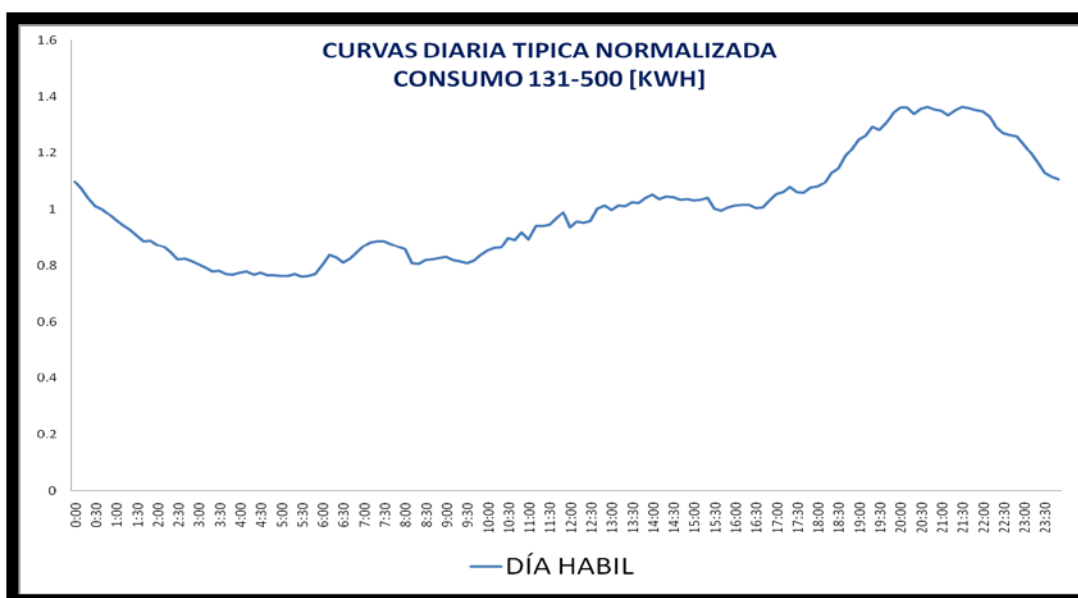
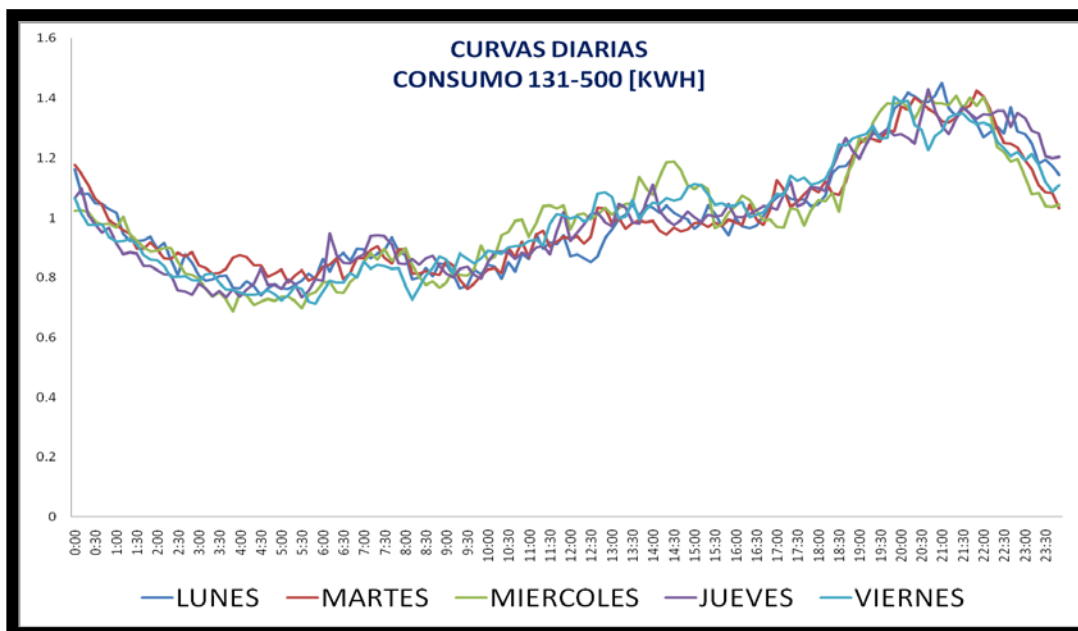
## DÍA SEMIHÁBIL



**Fig. [3.24]** CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 0-130 [kWh]  
DÍAS SEMIHÁBILES INVIERNO "PROYECTO INTEGRAL DE  
PÉRDIDASELÉCTRICA DE GUAYAQUIL"

**RANGO: 131-500[kWh]**

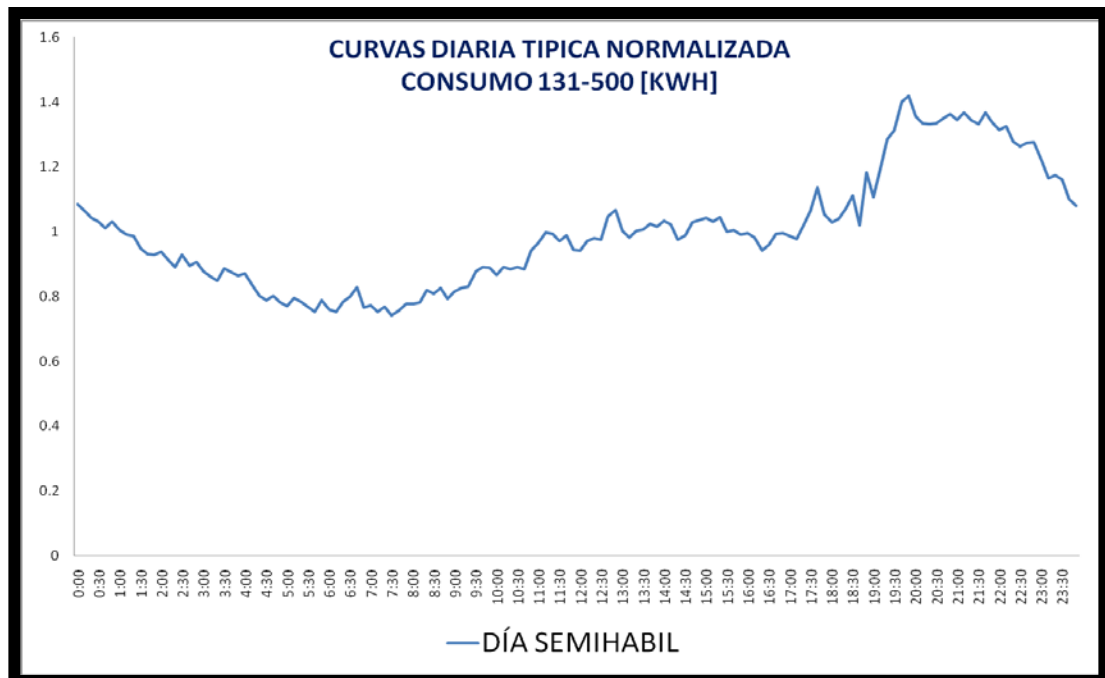
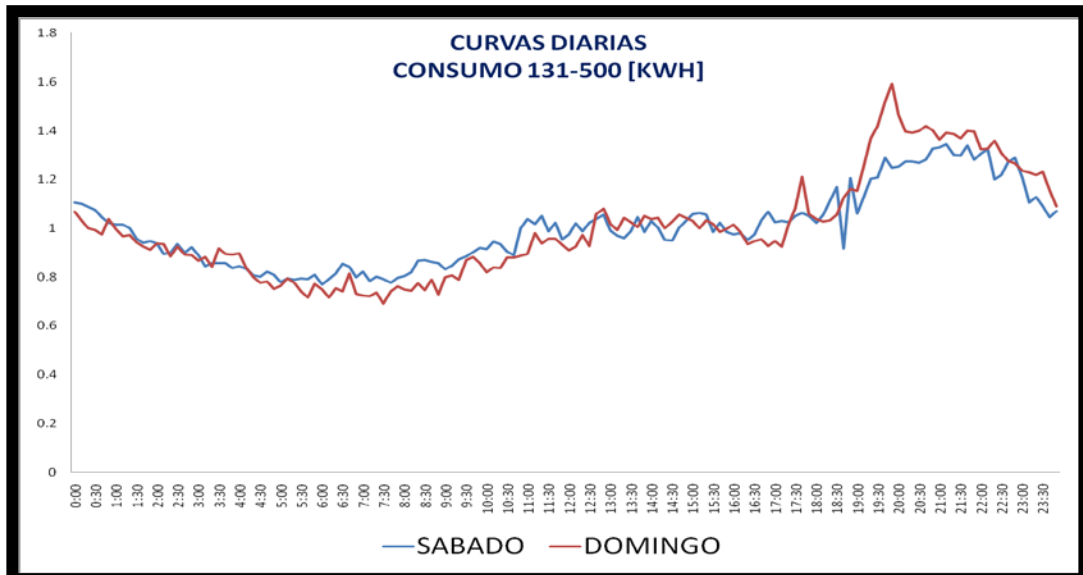
## DÍA HÁBIL



**Fig. [3.25] CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500 [kWh]  
DÍAS HÁBILES INVIERNO "PROYECTO INTEGRAL DE  
PÉRDIDAS ELÉCTRICAS DE GUAYAQUIL"**

**RANGO: 131-500[kWh]**

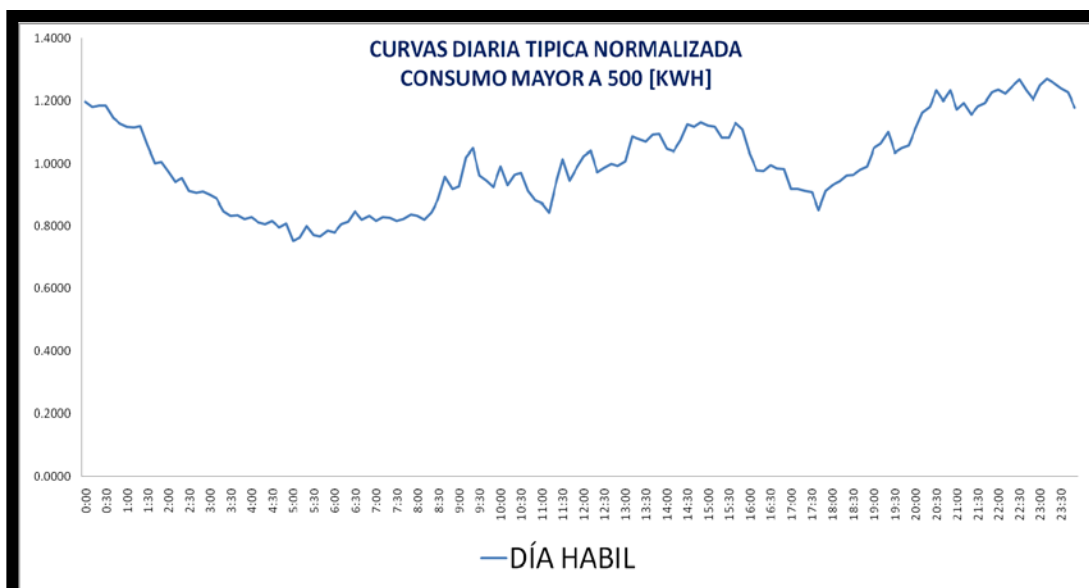
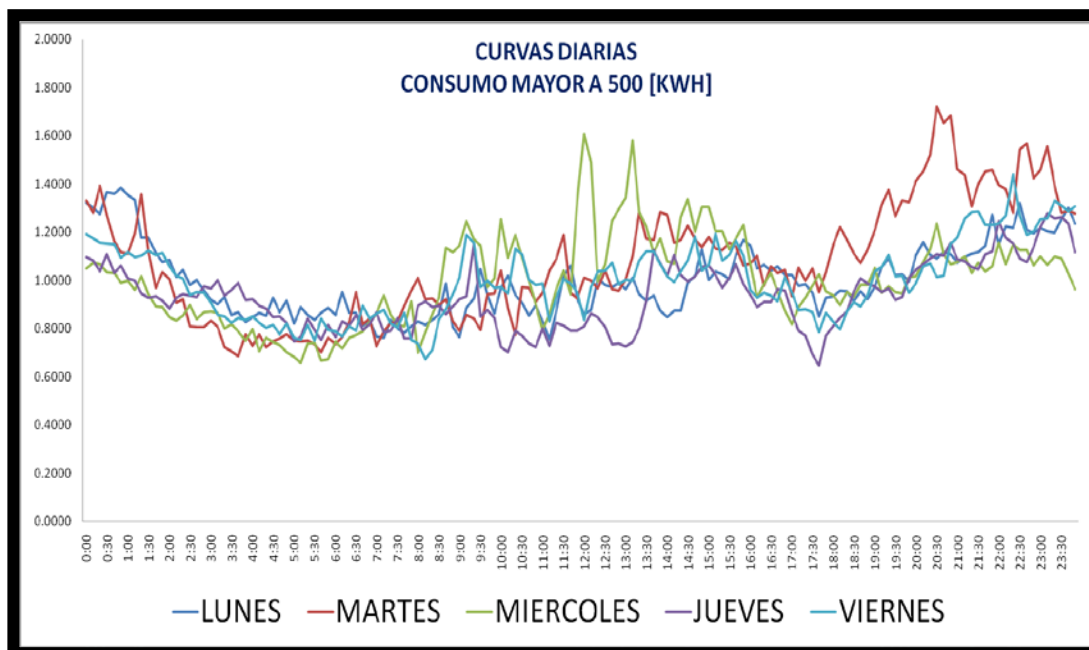
## DÍA SEMIHÁBIL



**Fig. [3.26] CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL 131-500 [kWh]  
DÍAS SEMIHÁBILES INVIERNO "PROYECTO INTEGRAL DE  
PÉRDIDASELÉCTRICA DE GUAYAQUIL"  
RANGO: MAYOR A 500[kWh]**



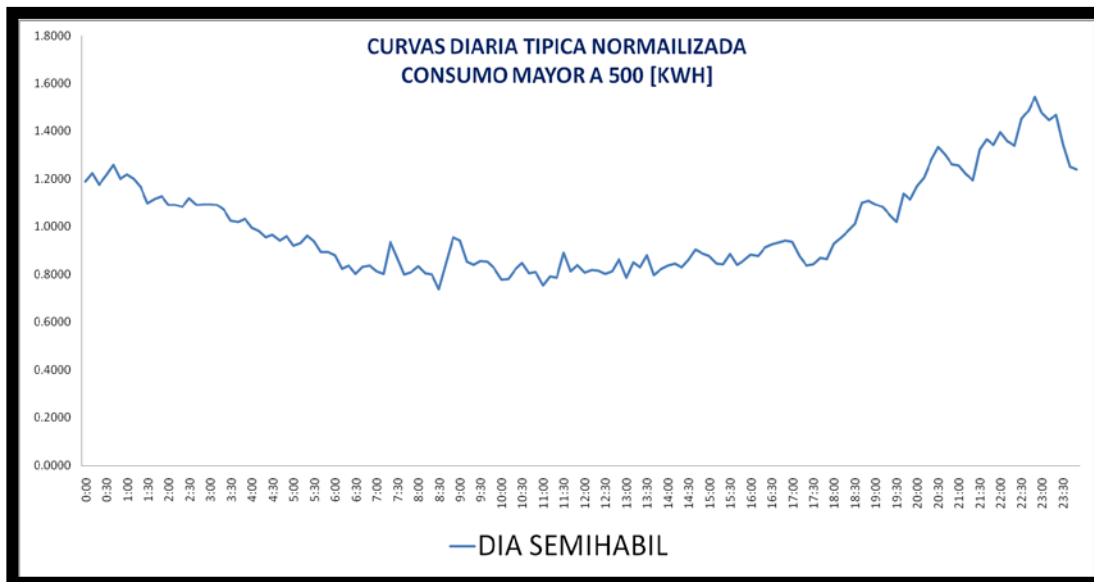
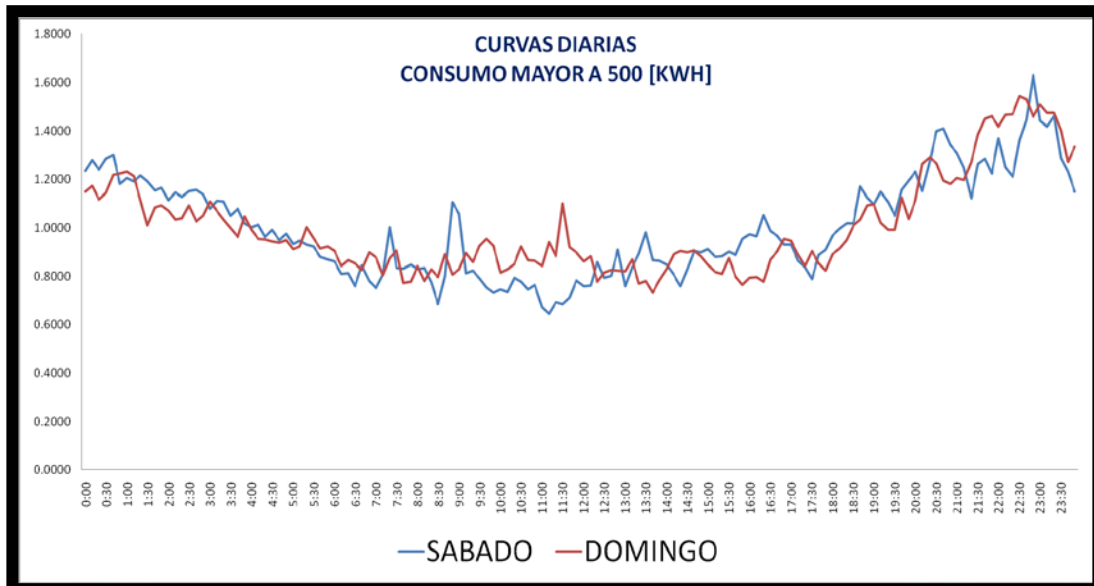
## DÍA HÁBIL



**Fig. [3.27] CURVA TÍPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500 [kWh] DÍAS HÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDAS ELÉCTRICAS DE GUAYAQUIL”**

**RANGO: MAYOR A 500[kWh]**

## DÍA SEMIHÁBIL



**Fig. [3.28]** CURVA TIPICA NORMALIZADA RESIDENCIAL MAYOR A 500[kWh] DÍAS SEMIHÁBILES INVIERNO “PROYECTO INTEGRAL DE PÉRDIDASELÉCTRICA DE GUAYAQUIL”

### *Rango de 0-130 [kWh]*

Por lo general los días hábiles a las 0:00 se produce la demanda eléctrica promedio de todo el día, luego desciende

hasta las 05:00 tomando el mínimo valor de demanda eléctrica en todo el día, posteriormente con el inicio de la jornada diaria y en la continua utilización de electrodomésticos se tiene un ligero crecimiento hasta las 12:00 como demanda máxima local del día, así reduce y rápidamente continúa incrementándose la demanda eléctrica hasta las 21:30 observando la demanda máxima global que paulatinamente va disminuyendo hasta las 24:00.

Los días semihábiles el comportamiento de los usuarios a las 0:00 desciende hasta las 5h20, luego con un crecimiento moderado hasta las 12:00 como demanda máxima local, ésta demanda se reduce e inmediatamente vuelve a incrementarse hasta el valor de demanda máxima global del día dada a las 18:40, finalizando el ciclo del día reduciendo hasta aproximarse un valor promedio de demanda dada a las 24:00.

### ***Rango de 131-500 [kWh]***

Por lo general los días hábiles a las 0:00 se acerca a la demanda eléctrica promedio de todo el día, luego desciende hasta las 06:00 tomando el mínimo valor de demanda eléctrica en todo el día, posteriormente con el inicio de la jornada diaria y en la continua utilización de electrodomésticos

se tiene un ligero crecimiento hasta las 15:00 como demanda máxima local del día, así reduce y rápidamente continúa incrementándose la demanda eléctrica hasta las 21:30 observando la demanda máxima global que paulatinamente va disminuyendo hasta las 24:00.

Los días semihábiles el comportamiento de los usuarios a las 0:00 desciende hasta las 07:30, luego con un crecimiento moderado hasta las 13:00 como demanda máxima local, ésta demanda se reduce e inmediatamente vuelve a incrementarse hasta el valor de demanda máxima global del día dada a las 19:30, finalizando el ciclo del día reduciendo hasta aproximarse un valor promedio de demanda dada a las 24:00.

### ***Rango mayor a 500 [kWh]***

Por lo general los días hábiles a las 0:00 se produce una demanda mayor que la demanda eléctrica promedio de todo el día, luego desciende hasta las 05:00 tomando el mínimo valor de demanda eléctrica en todo el día, posteriormente con el inicio de la jornada diaria y en la continua utilización de electrodomésticos se tiene un ligero crecimiento hasta las 15:30 como demanda máxima local del día, así reduce durante dos horas y rápidamente continúa incrementándose la demanda eléctrica hasta las 23:00 observando la demanda

máxima global que paulatinamente va disminuyendo hasta las 24:00.

Los días semihábiles el comportamiento de los usuarios a las 0:00 desde un valor mayor del 20% al valor promedio va descendiendo hasta las 8h30, luego con un crecimiento moderado casi constante hasta las 17:00 como demanda máxima local, ésta demanda se reduce e inmediatamente vuelve a incrementarse hasta el valor de demanda máxima global del día dada a las 22:45, finalizando el ciclo del día hasta el mismo valor que inició a las 0:00.

A continuación presentamos las gráficas totales generales para cada rango de consumo en la estación *invierno*, separados por días hábiles y semihábiles.

### Curvas Totales

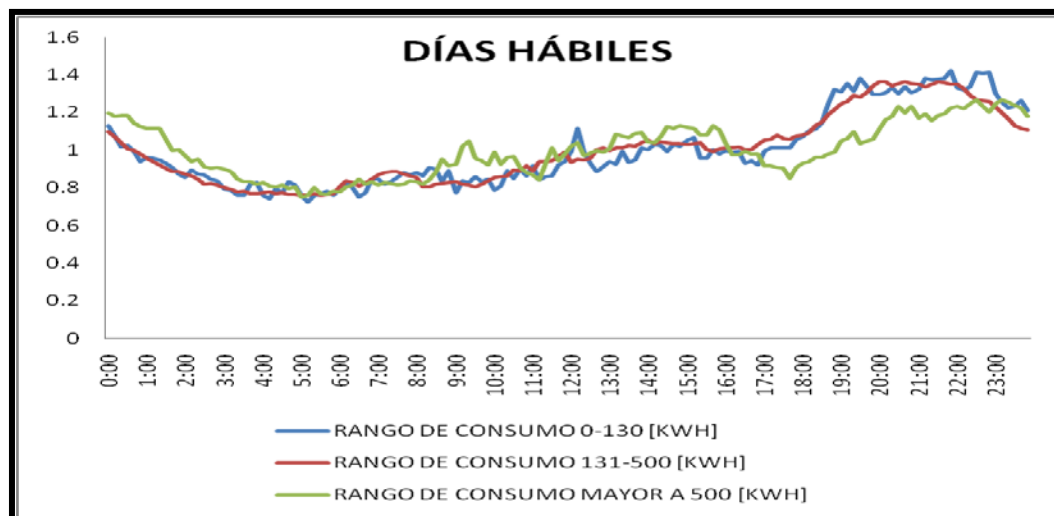


Fig.

[3.29] Gráfica Total de Días Hábiles por Grupo de Consumo: Estación Invierno

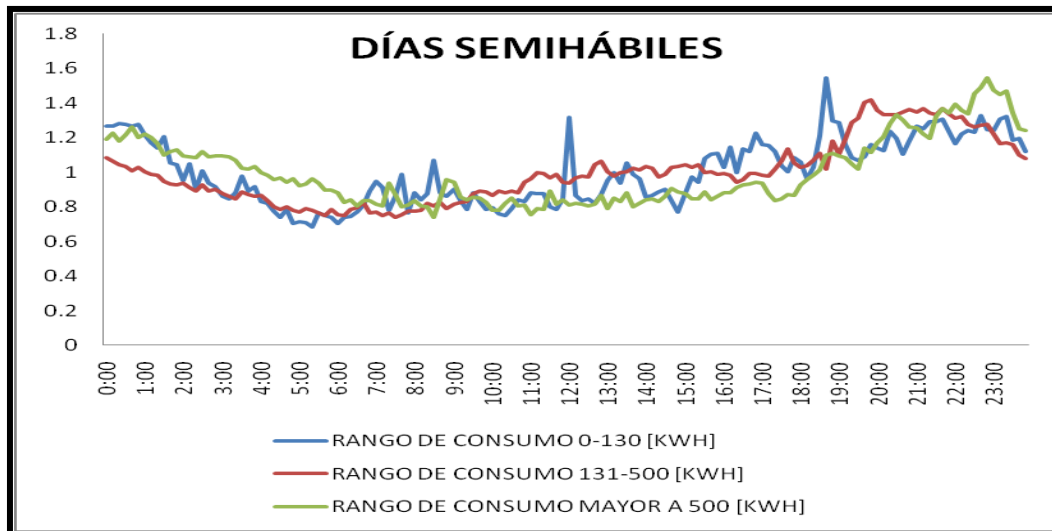


Fig.

[3.30] Gráfica Total de Días Semihábiles por Grupo de Consumo: Estación Invierno

Como podemos observar en la estación invierno como la del verano, el comportamiento entre los diferentes grupos de consumo son similares (Fig. [3.29] y Fig. [3.30]).

El proyecto de Gestión de ahorro y eficiencia de energía para los abonados de Guayaquil se basa en el comportamiento del uso de la energía para aplicar planes de acción que aporten a la reducción de la misma. Para ello se determinará un tamaño de muestra significativa con el objetivo de estimar una proporción representativa de los abonados residenciales, y más adelante llegar a establecer el número encuestas correspondientes para cada rango de consumo, y así poder extraer una curva típica de los hábitos energéticos de los consumidores y compararlas con las curvas típicas dadas por la Empresa.

### 3.7 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

El muestreo es una de las etapas de este trabajo donde la determinación del tamaño de muestra en el diseño para las encuestases muy importante, por lo que debe afrontarse con estricto apego a las consideraciones de carácter estadístico, así como a los objetivos de la investigación y a los usos futuros de la información.

Para estimar la media de una población, con una probabilidad de 0.95 y un intervalo de distancia respecto a la media poblacional (E) lo realizaremos a través de la siguiente ecuación:

$$E = 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Donde;

n: Número del tamaño de la muestra estimada.

$\sigma$  : Desviación estándar de la muestra.

E: Error de distancia respecto a la media poblacional.

Al resolver esta ecuación para n, obtenemos;

$$n = \left( \frac{1.96\sigma}{E} \right)^2$$

Para el proyecto se considerará un error de E= 0.15 mientras que la desviación estándar que usaremos para cada grupo de consumo será las de las Tablas [3.13], [3.15], [3.17] cuyas varianzas respectivas han sido calculadas:

$$\sigma_{0-130kWh} = 0.8439$$

$$\sigma_{131-500kWh} = 0.3394$$

$$\sigma_{mayor500Wh} = 0.3929$$

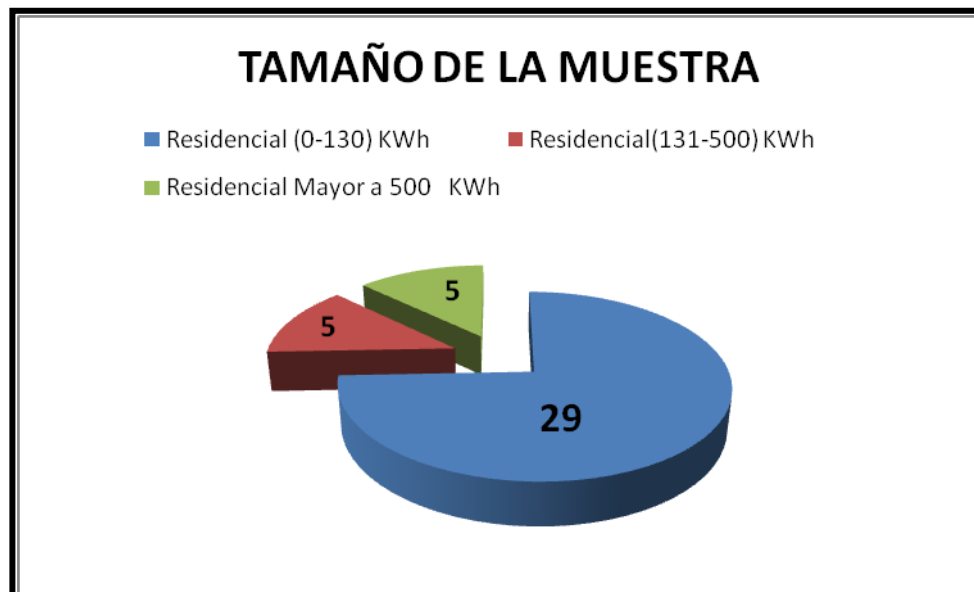
Aplicando la fórmula del tamaño de la muestra obtuvimos la siguiente Tabla

[3.8]:

TIPOS DE CONSUMO [[kWh]]	n
Residencial 0-130	29
Residencial 131-500	5
Residencial Mayor a 500	5
<b>TOTAL DE MUESTRA</b>	<b>39</b>

**Tabla [3.8]** Total de Muestras

El tamaño de la muestra para nuestro estudio es  $n = 39$  la misma que se desglosará por estratificación dependiendo del porcentaje en cada consumo respectivo como se muestra a continuación el siguiente Fig. [3.31]:



**Fig. [3.31]** Tamaño de la Muestra



Las muestras que calculamos deben de ser tomadas aleatoriamente con la finalidad de una representatividad íntegra de los resultados no muy sesgados. Dichas muestras serán usadas para determinar a su vez el número total de encuestas y así extraer información (Curvas Típicas de Encuestas) del comportamiento de los usuarios según los rangos de consumos propuestos.

### **3.7.1 Análisis de Resultados de la Encuesta**

Una vez que hemos realizado las encuestas (Ver Fig. [3.32],[3.33]y [3.34]) en las tablas [3.9], [3.10] y [3.11]se presenta la energía usada en las residencias según el rango de consumo respectivo, las mismas que evaluaremos más adelante (Ver Anexo 3). A continuación los gráficos resultantes por cada grupo de consumo:

## PORCENTAJES DE ENERGÍA DIARIA

### RANGO DE 0-130 [kWh]

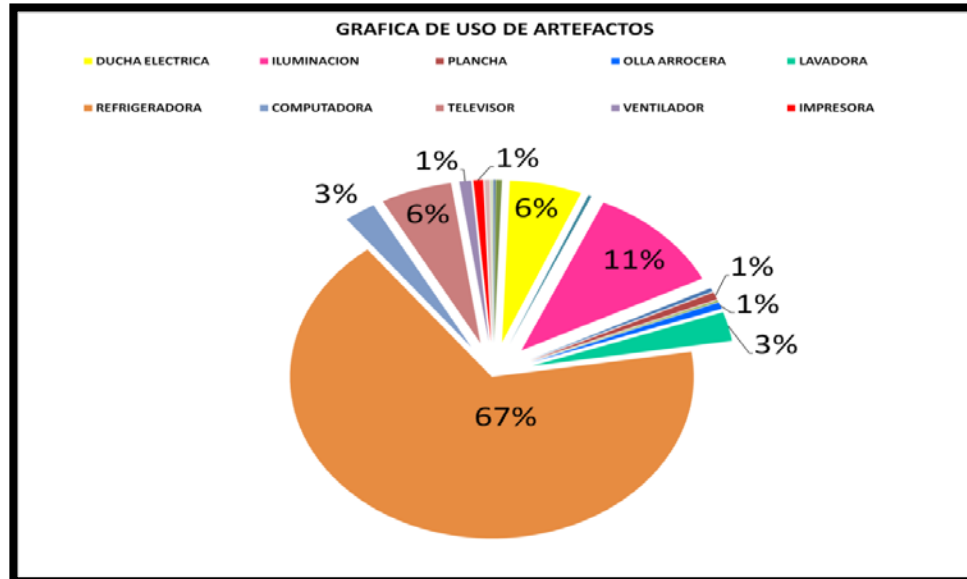


Fig. [3.32] Diagrama de Pastel Consumo 0-130 [kWh]

EQUIPOS ELECTRODOMESTICOS	PORCENTAJE DE USO
Refrigeradora	67%
Iluminación	11%
Televisor	6%
Ducha Eléctrica	6%
Computadora	3%
Lavadora	3%
Impresora	1%
Ventilador	1%
Olla Arrocera	1%
Plancha	1%

Tabla [3.9] Porcentaje de Equipos de Consumo 0-130 [kWh]

## RANGO DE 131-500[kWh]

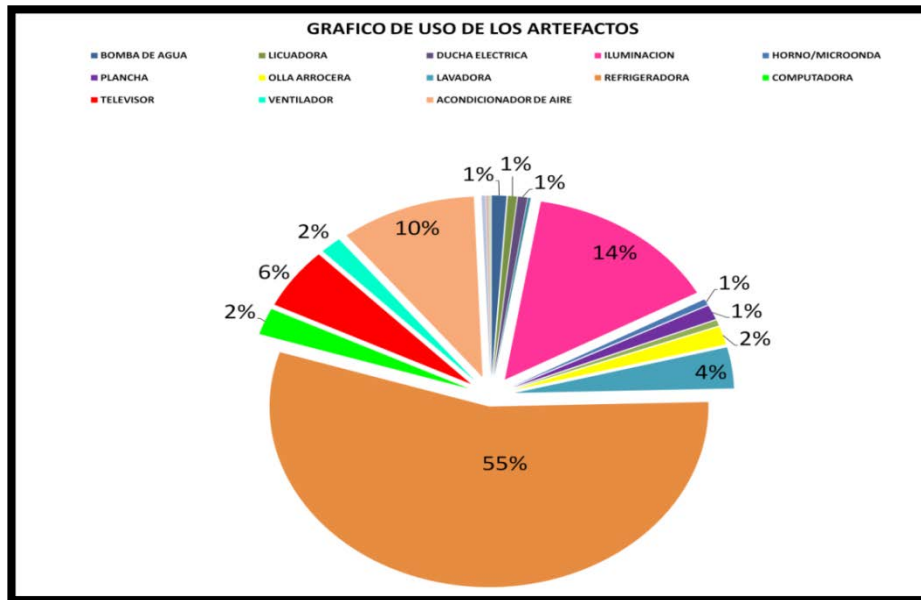


Fig. [3.33] Diagrama de Pastel Consumo 131-500 [kWh]

EQUIPOS ELECTRODOMESTICOS	PORCENTAJE DE USO
Refrigeradora	55%
Iluminación	14%
Acondicionador de Aire	10%
Televisor	6%
Lavadora	4%
Computadora	2%
Olla Arrocera	2%
Ventilador	2%
Plancha	1%
Bomba	1%
Horno/Microonda	1%
Licuadora	1%
Ducha Eléctrica	1%

Tabla [3.10] Porcentaje de Equipos de Consumo 131-500[kWh]

## RANGO MAYOR A 500 [kWh]

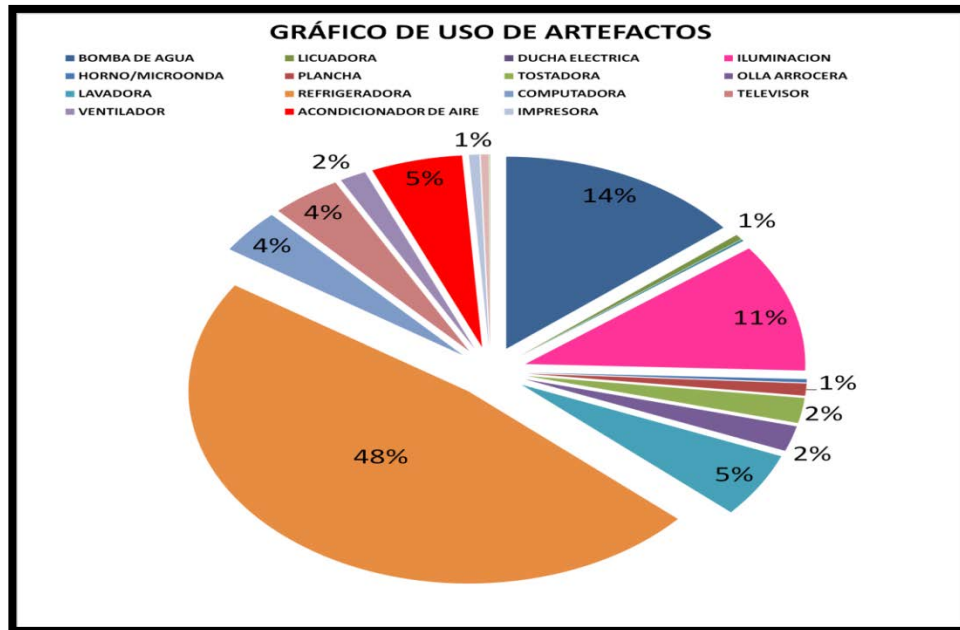


Fig. [3.34] Diagrama de Pastel Consumo Mayor a 500 [kWh]

EQUIPOS ELECTRODOMESTICOS	PORCENTAJE DE USO
Refrigeradora	39%
Bomba de agua	13%
Foco ahorrador /incandescente	10%
Televisor	9%
Computadora	8%
Ventilador	7%
Lavadora	5%
Dvd/vhs	2%
Olla arrocera	2%
Equipo de sonido/ Grabadora	1%
Impresora	1%
Plancha	1%
Tostadora / Sanduchera	1%
Acondicionador de aire	1%

Tabla [3.11] Porcentaje de Equipos de Consumo Mayor a 500[kWh]

### 3.8 JUSTIFICACIÓN DE RESULTADOS

Para la justificación de los resultados de las encuestas, determinaremos un estudio mediante la Tabla [3.12] de Análisis de Varianza (Fig. [3.35]), la cual consiste en un arreglo rectangular cuyas componentes son: las Fuentes de Variación (Regresión, Error y Total); sus grados de libertad; las Sumas y Medias Cuadráticas; y un valor adicional que es un Estadístico de Prueba F.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumas Cuadráticas	Medias Cuadráticas	Estadístico de Prueba F
REGRESIÓN	p-1	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{SCR}{p-1}$	$\frac{MCR}{MCE}$
ERROR	n-p	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{SCE}{n-p}$	----
TOTAL	n-1	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	----	----

**Tabla [3.12]** Cuadro de Parámetros de Análisis de Varianza (ANOVA)

Donde;

**p:** número de parámetros Betas que para nuestro modelo de Regresión

Lineal p=2

**n:** número de observaciones.

**y:** observaciones de una población.

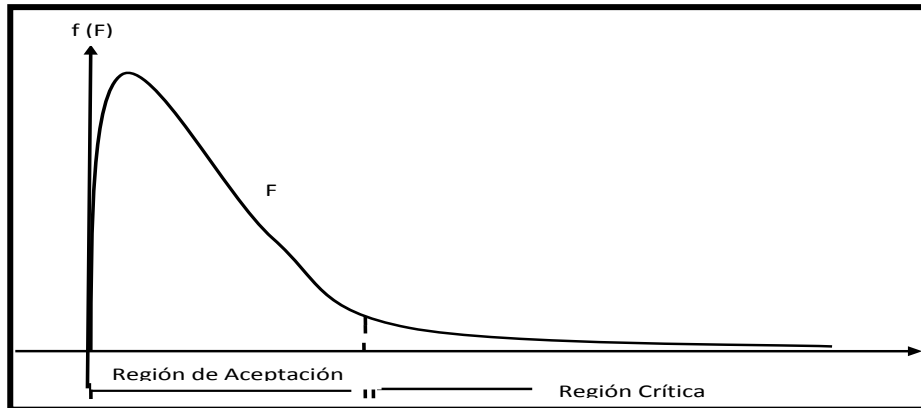
**SCR:** Suma Cuadrática de Regresión Lineal

**MCR:** Media Cuadrática de la Regresión Lineal.

**MCE:** Media Cuadrática del Error.

A través de la tabla de Análisis de Varianzas, específicamente con el *estadístico F* evaluaremos el **grado de similitud** entre las Curvas Típicas del Uso de los Electrodomésticos Normalizados de las encuestas respecto a la Curva Típica Normalizada de los clientes residenciales de la EMPRESA ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL con sus correspondientes rangos de consumo, donde; si el *valor Crítico de F* es **menor** que el *estadístico F*, el proyecto estará justificado por la similitud de las dos curvas típicas evaluadas.

El estadístico de Prueba F (Fig. [3.35]) es una variable aleatoria con  $(p-1)$  grados de libertad en el numerador y  $(n-p)$  grados de libertad en el denominador, donde como veremos a continuación se presenta la Gráfica de la función F en Regresión Lineal Simple.



**Fig. [3.35]** Función del Estadístico de Prueba F.

Si todos los valores son menores a la Región Crítica caen dentro de la Región de Aceptación, la hipótesis es verdadera. Es decir si un valor de  $F$  es menor al valor crítico de  $F$  existe una similitud significativa entre los valores que se están evaluando.

Cabe recalcar que las curvas típicas según las encuestas (Ver Fig. [3.36-3.41]) respecto a las curvas típicas de la ciudad de Guayaquil son evaluadas a través de la herramienta de análisis de Varianza ANOVA (Ver Anexo 4) como se muestran en las tablas [3.13-3.18] respectivamente.

## GRAFICOS DE LAS ENCUESTAS

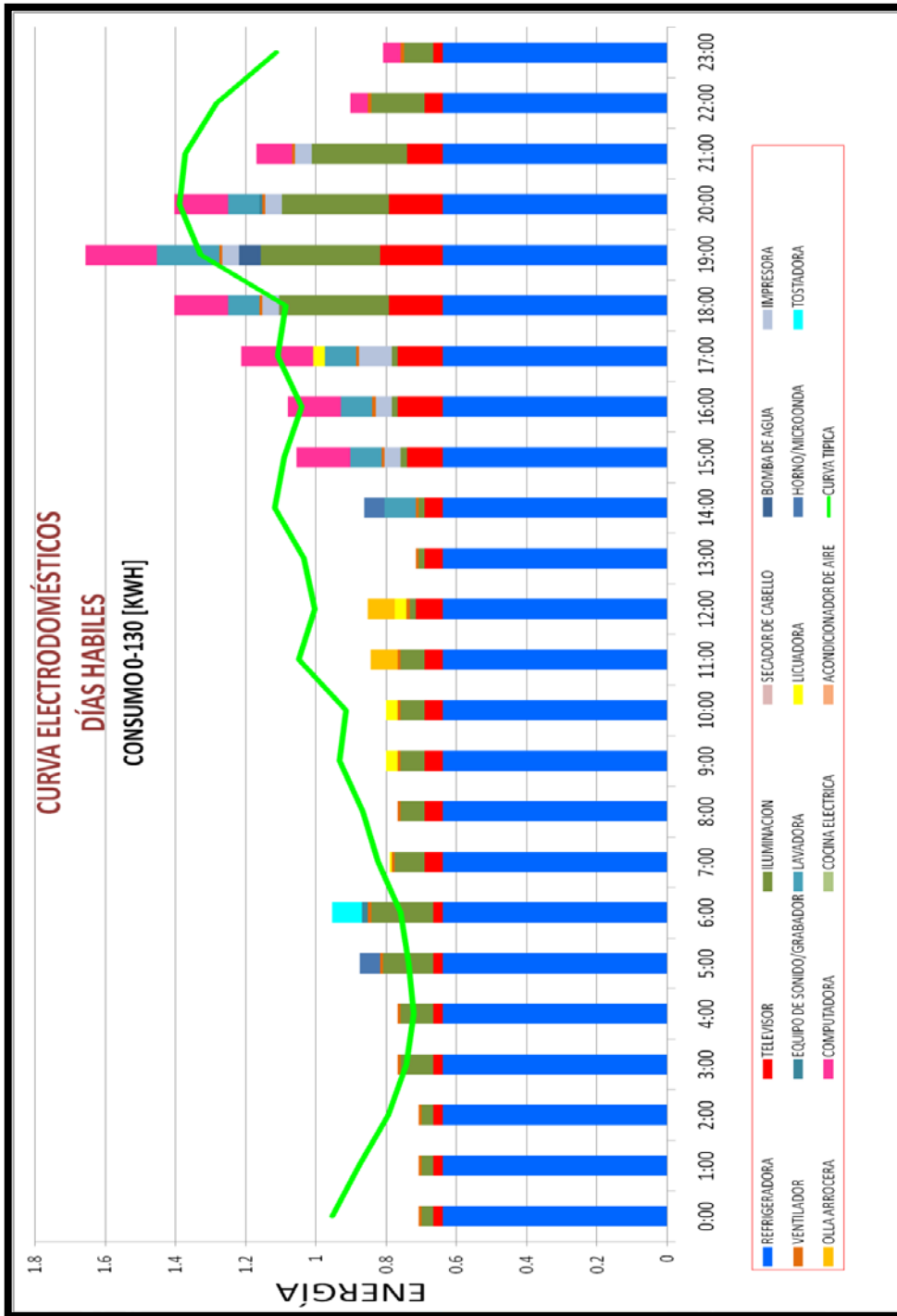


Fig. [3.36] Curva Típica de Encuesta Días Hábiles Rango 0-130 [kWh]



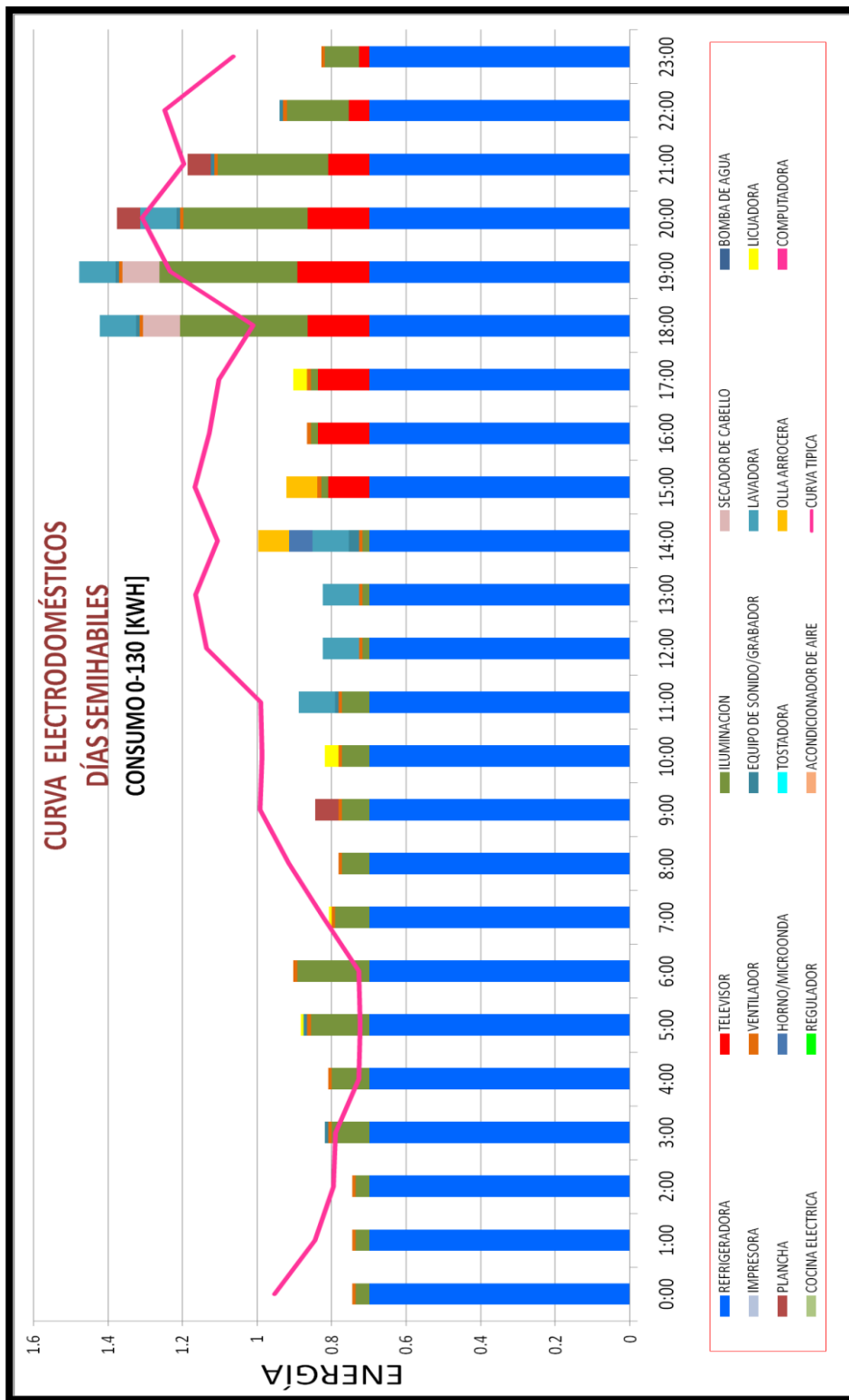


Fig. [3.37] Curva Típica de Encuesta Días Semihábiles Rango 0-130 [kWh]

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

## CONSUMO DE 0-131 [KWH]

### DÍAS HÁBILES

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	24	24	1	0.071231497		
Columna 2	24	24.1397942	1.005824761	0.040074048		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.00040	1	0.000407	<b>0.007</b>	0.932210	<b>4.051</b>
Dentro de los grupos	2.56002	46	0.055652			
<b>Total</b>	<b>2.56043</b>	<b>47</b>				

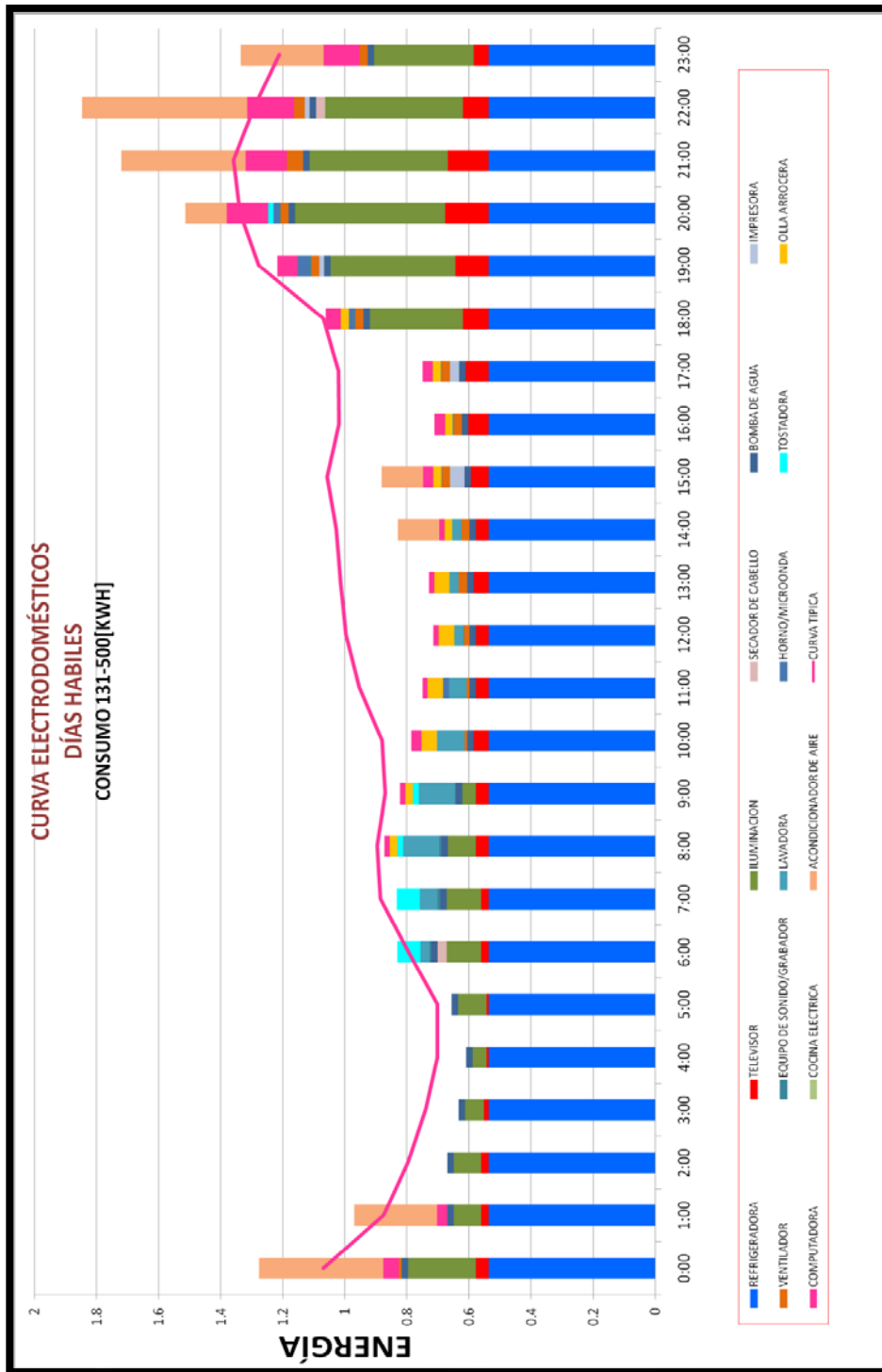
**Tabla [3.13]** Análisis de Varianza (ANOVA) Días Hábiles 0-130 [kWh]

### DÍAS SEMIHÁBILES

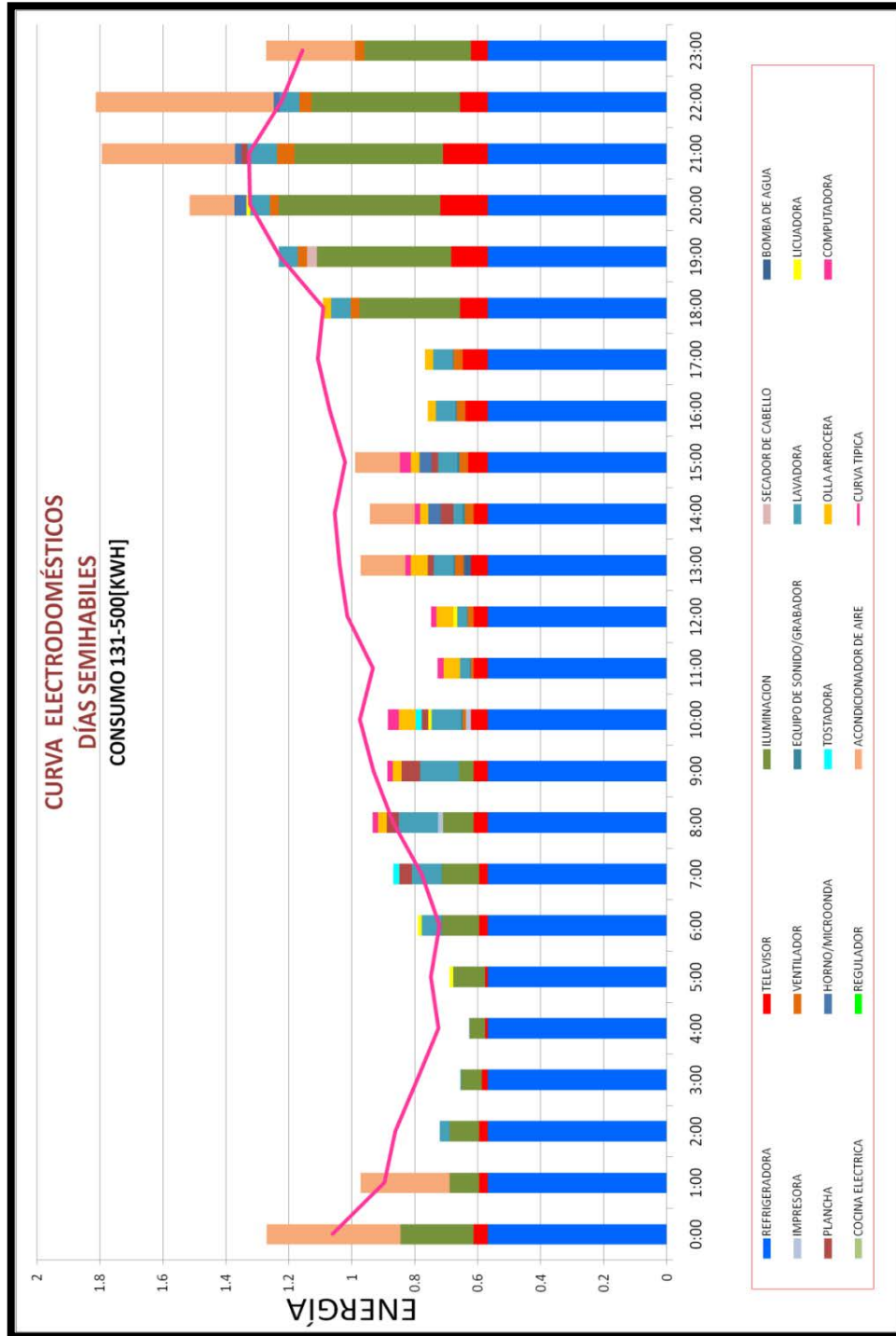
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	24	24	1	0.069103681		
Columna 2	24	24.14947821	1.00622825	0.03215806		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0004654	1	0.000465	<b>0.009</b>	0.924028	<b>4.0517</b>
Dentro de los grupos	2.3290200	46	0.050630			
Total	2.3294855	47				

**Tabla [3.14]** Análisis de Varianza (ANOVA) Días Semihábiles 0-130 [kWh]

## GRÁFICA DE ENCUESTA



**Fig. [3.38]** Curva Típica de Encuesta Días Hábiles Rango 131-500 [kWh]



**Fig. [3.39]** Curva Típica de Encuesta Días Semihábiles Rango 131-500 [kWh]

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

**CONSUMO DE 131- 500 [KWH]**

## DÍAS HÁBILES

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	24	24	1	0.115197483		
Columna 2	24	23.86352518	0.994313549	0.037757628		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0003880	1	0.00038	<b>0.0050</b>	0.943523	<b>4.05174</b>
Dentro de los grupos	3.517967	46	0.07647			
<b>Total</b>	3.518355	47				

**Tabla [3.15]** Análisis de Varianza (ANOVA) Días Hábiles 131-500 [kWh]  
**DÍAS SEMIHÁBILES**

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	24	24	1	0.112255503		
Columna 2	24	23.94958	0.997899532	0.032083802		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5.294E-9	1	5.293E-5	<b>0.0007</b>	0.97850	<b>4.0517</b>
Dentro de los grupos	3.31980	46	0.072169			
<b>Total</b>	3.3198569	47				

**Tabla [3.16]** Análisis de Varianza (ANOVA) Días Semihábiles 131-500 [kWh]

# GRÁFICA DE ENCUESTA

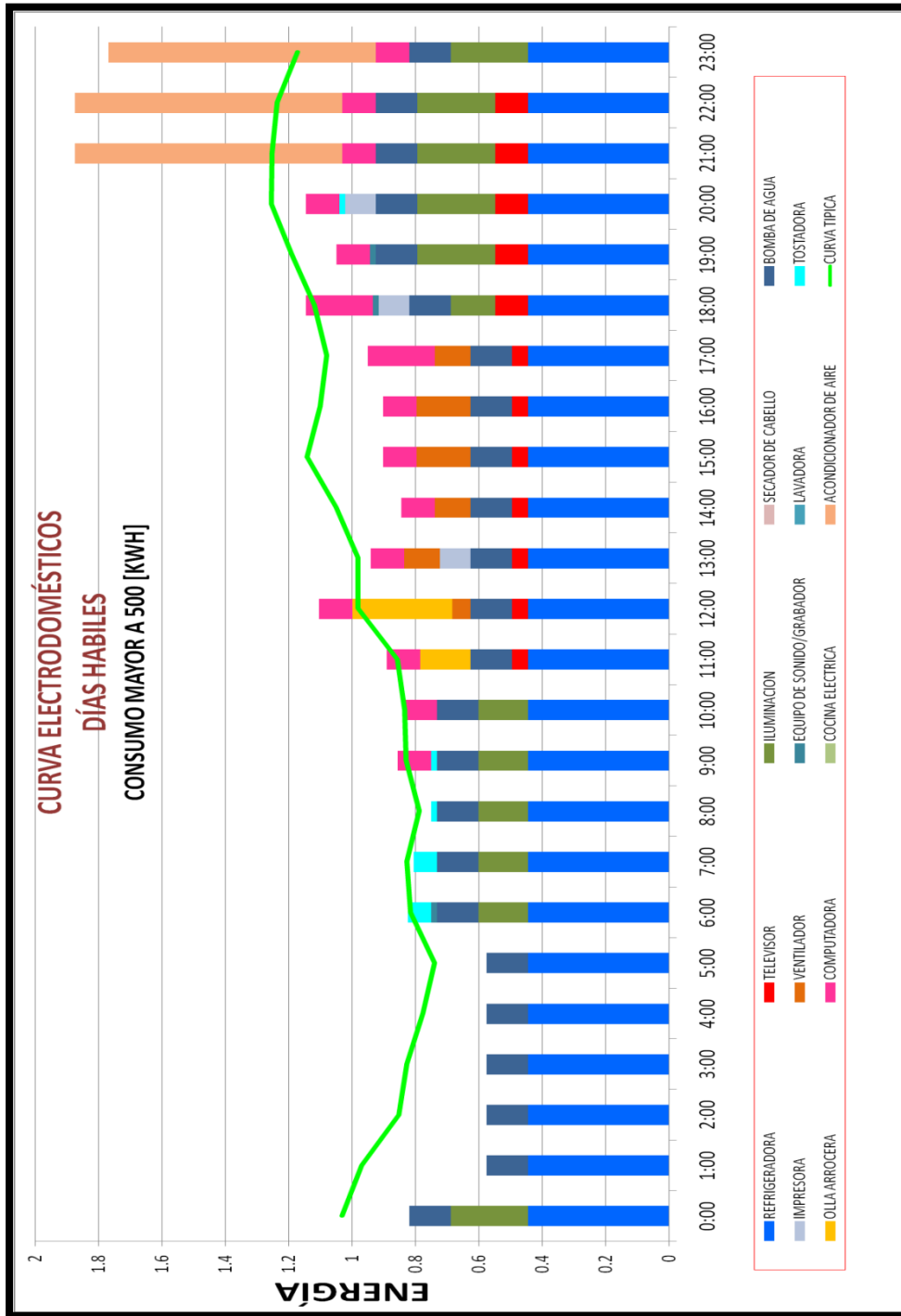


Fig. [3.40] Curva Típica de Encuesta Días Hábles Rango Mayor a 500 [kWh]

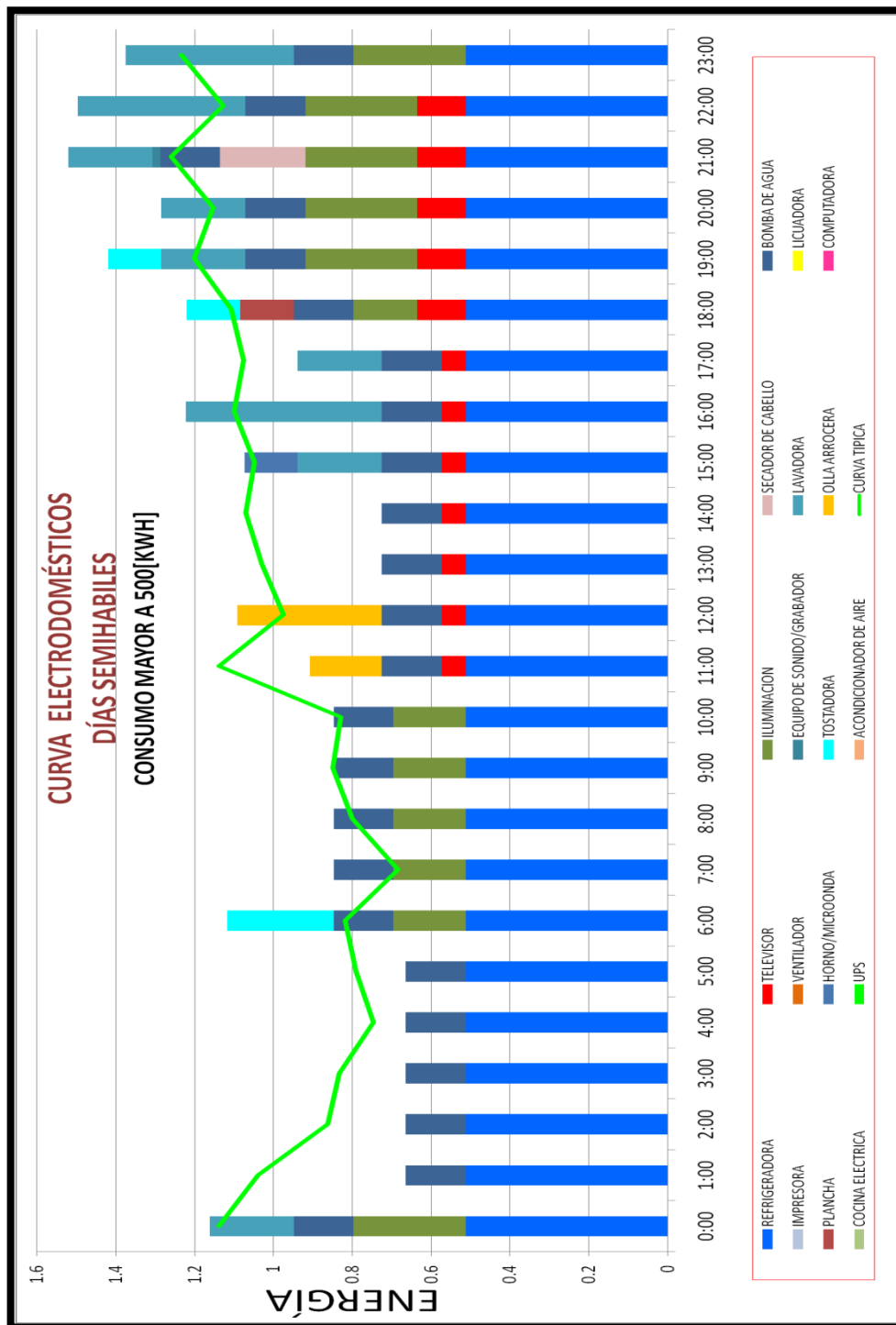


Fig. [3.41] Curva Típica de Encuesta Días Semihábiles Rango Mayor a 500 [kWh].

ANÁLISIS DE VARIANZA

CONSUMO MAYOR A 500 [[KWH]]

## DÍAS HÁBILES

**Tabla [3.17]** Análisis de Varianza (ANOVA) Días Hábiles Mayor a 500 [kWh]

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	24	24	1	0.154381781		
Columna 2	24	23.73887843	0.98911993	0.028586356		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.001420	1	0.00142	<b>0.015</b>	0.901376	<b>4.0517</b>
Dentro de los grupos	4.208267	46	0.09148			
Total	4.209687	47				

## DÍAS SEMIHÁBILES

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	24	24	1	0.082017615		
Columna 2	24	23.904579	0.99602415	0.028488292		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.00018	1	0.0001896	<b>0.003</b>	0.9535	<b>4.0517</b>
Dentro de los grupos	2.54163	46	0.0552529			
Total	2.54182	47				

**Tabla [3.18]** Análisis de Varianza (ANOVA) Días Semihábiles Mayo [kWh].



## **CAPÍTULO 4**

### **ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE DEMANDA**

#### **4.1 FUENTES DE POTENCIAL DE AHORRO DE ENERGÍA**

Para estimar la demanda eléctrica, con los que se suelen realizar los estudios a largo plazo. Sin embargo, para determinar el comportamiento horario es prácticamente obligatorio analizar mediciones en instalaciones ya existentes analizando.

Los gráficos de carga del sector residencial se caracterizan por una elevada demanda en las primeras horas de la noche cuando la mayor parte de la familia regresa al hogar y se intensifica el uso de los equipos electrodomésticos en refrigeración (60.58%), iluminación de focos ahorradores (12.32%), televisión (5.88), acondicionador de aire (4.7%), lavadora (3.56%), ducha eléctrica (3.44%), computadora (2.62%), olla arrocera (1.5%), ventilador (1.5%), bomba de agua (1.28), plancha (1%), impresora (0.56%), licuadora (0.5%), horno/microonda (0.44%), Tostadora (0.12%). Todo ello conlleva a una estrategia de ahorro que posteriormente propondremos.

Desde un punto de vista global, podríamos señalar que las principales medidas de ahorro de energía se darían en la electricidad para el Sector

Residencial, dirigidas a la optimización de uso en: Iluminación, refrigeración, acondicionador de aire y demás electrodomésticos.

#### **4.2 PROPUESTA TÉCNICA PARA UN PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Se estimó un potencial de reducción del consumo eléctrico dividido en tres etapas (corto, mediano, y largo plazo):

##### **Corto Plazo (Menor a 1 año)**

Con características de baja inversión y aplicación inmediata, las medidas que se proponen en esta etapa van dirigidas a la eliminación del desperdicio de energía, a corregir malos hábitos de consumo mediante medidas de educación y orientación, y programa de mantenimiento preventivo de equipos.

##### **Mediano Plazo (1a 5 años)**

Comprendería la sustitución de equipos utilizados actualmente por equipos de mejor rendimiento, y disponibles en el mercado de preferencia la nueva tecnología. Ante acciones de mantenimiento correctivo, o por estudio económico viable.

##### **Largo Plazo (Mayor a 5 años)**

Comprende la ejecución de acciones de utilización de nuevas tecnologías de uso eficiente de la energía.

El programa planteado exigía la ejecución de acciones para la conservación de la energía, como una función administrativa permanente de la empresa distribuidora. Para lo cual se definieron seis (6) líneas de acción:

### **1. Comunicación**

Elaboración de campañas publicitarias, participación en eventos feriales, preparación de documentales o películas, y la confección de material impreso-gráfico-audiovisual específico.

### **2. Educación/Capacitación Técnica**

Presentación de seminarios y charlas, tanto de educación y orientación como de aspectos técnicos ligados al tema.

### **3. Legislación**

Instrumentación legal para la aplicación de multas contra robo, fraude o retraso en pagos, como también para la aplicación de medidas efectivas de conservación a través de la tecnología de los medidores inteligentes AMI.

### **4. Tarifas**

Adecuar las tarifas eléctricas considerando los efectos esperados (metas) de conservación de energía.

### **5. Asistencia Técnica**

Realizar un programa de diagnósticos energéticos (auditorías), como también de sellos de eficiencia de equipos.

## **6. Créditos/Incentivos**

Establecer tasas de importación de equipos según su eficiencia, inversión en conservación de energía como alternativa en el plan de expansión y operación del sistema eléctrico.

## **4.3 SECTORES CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUAYAQUIL Y USOS FINALES DE LA ENERGÍA**

### **4.3.1 Principales Usos Finales de la Energía**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio del Sector Residencial de la Energía y en los diagnósticos energéticos realizados en las encuestas realizadas de la ciudad de Guayaquil, a continuación se hace una descripción de los potenciales existentes y las medidas de ahorro de energía que se pueden llevar a cabo en el sector residencial.

### **4.3.2 Sector Residencial**

Del análisis del equipamiento de los hogares de Guayaquil según las encuestas realizadas se pueden observar en general los altos niveles de adquisición de equipos eléctricos y electrodomésticos. A continuación en la Tabla [4.1] se presentan los valores promediados por energía consumida de los electrodomésticos de los grupos de consumo 0-130 [kWh] (ver Tabla [3.9]), 131 -500 [kWh] (ver Tabla [3.10]) y mayores a 500 [kWh] (ver Tabla [3.11]), todos ellos ponderados de acuerdo al número total de muestras en cada rango.

SECTOR	USO FINAL	ENERGÍA USADA %
<b>Residencial</b>	Refrigerador	60.58
	Iluminación (Focos Ahorradores)	12.32
	Televisión	5.88
	Acondicionador de Aire	4.7
	Lavadora	3.56
	Ducha Eléctrica	3.44
	Computadora	2.62
	Olla Arrocera	1.5
	Ventilador	1.5
	Bomba de Agua	1.28
	Plancha	1
	Impresora	0.56
	Licuadaora	0.5
	Horno/Microonda	0.44
	Tostadora	0.12

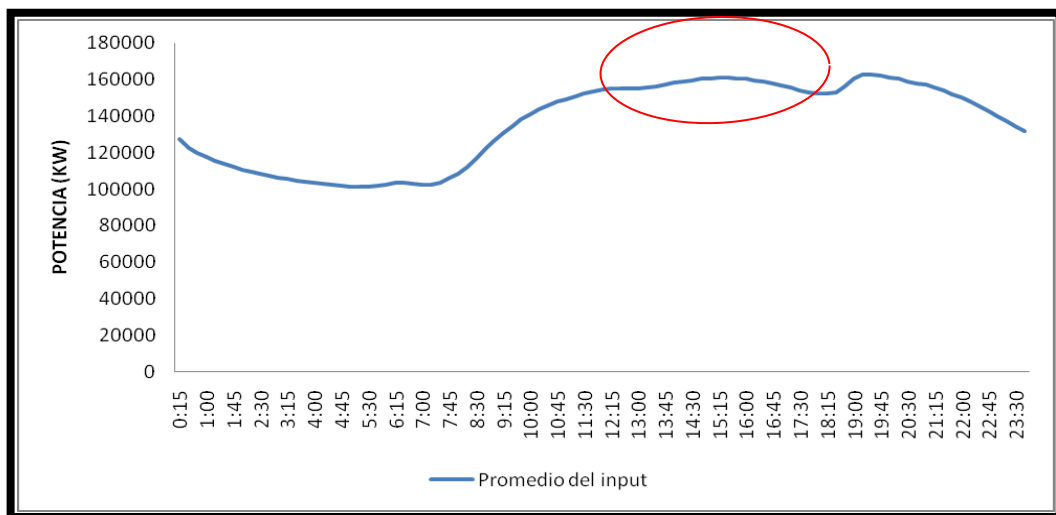
**Tabla [4.1]** Porcentaje de Energía Usada en el Sector Residencial

#### **4.3.3 Equipos que Contribuyen al Pico de Demanda Máxima del Sistema por Tipo de Sector**

Por otro lado, los equipos que contribuyen directamente al pico de demanda máxima del sistema eléctrico nacional son un indicador más para aplicar medidas de uso racional y eficiente de la energía, en los cuales se puede promover el cambio en su forma de uso por parte de los usuarios para eliminar el pico de demanda del sistema eléctrico y,

al mismo tiempo, implantar medidas para reducir su consumo específico de energía.

Para determinar la máxima demanda del sistema se establecerá como medida, la entrada de energía del Mercado Mayorista a distribuirse en las redes de los abonados. A continuación la Fig. [4.1] son los valores registrados al 31 de diciembre del 2011.



**Fig. [4.1]** Energía de entrada en los puntos de entrega del Sistema Eléctrico  
A partir de las 15:30 se presenta la máxima demanda del sistema dentro del Área de Concesión de la ciudad de Guayaquil, la misma que nos ayudará a identificar cuáles serían los artefactos que aportan a la mencionada demanda.

#### 4.3.4 Equipos Eléctricos que Contribuyen al Periodo de Demanda

##### Máxima del Sistema Eléctrico de Guayaquil

Las horas de operación de los equipos también es otra referencia importante para dirigir esfuerzos a aquellos que operan la mayor

cantidad de horas al año, ya que son los que presentan mayores potenciales de ahorro de energía.

Según las encuestas los electrodomésticos que aportan a la demanda máxima del Sistema son la refrigeradora, televisor, lavadora, computadora, bomba de agua como se muestra la tabla [4.2].

SECTOR	EQUIPO
RESIDENCIAL	Refrigeradora Televisor Lavadora Computadora Bomba de Agua

**Tabla [4.2]** Equipos que aportan a la Demanda Máxima del Sistema.

Los niveles de presencia de los distintos equipos eléctricos en los sectores consumidores de la ciudad de Guayaquil, nos señalan de alguna manera el potencial de ahorro de energía existente, y nos muestran la importancia de realizar acciones de eficiencia energética en el corto plazo.

## **4.4 DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS**

A continuación un resumen de las cinco fuentes potenciales principales de ahorro de energía con la nueva tecnología.

### **4.4.1 Acondicionador de Aire y Refrigerador**

A diferencia de los sistemas convencionales, la tecnología Inverter adapta la velocidad del compresor a las necesidades de cada momento, permitiendo consumir únicamente la energía necesaria. De esta manera se reducen drásticamente las oscilaciones de temperatura, consiguiendo mantenerla en un margen comprendido entre +1°C y -1°C y gozar de mayor estabilidad ambiental y confort.

Gracias a un dispositivo electrónico de alimentación sensible a los cambios de temperatura, los equipos Inverter varían las revoluciones del motor del compresor para proporcionar la potencia demandada. Y así, cuando están a punto de alcanzar la temperatura deseada, los equipos disminuyen la potencia para evitar los picos de arranque del compresor. De esta manera se reduce el ruido y el consumo es siempre proporcional.

El sistema Inverter posibilita que el compresor trabaje un 30% por encima de su potencia para conseguir más rápidamente la temperatura deseada y, por otro lado, también puede funcionar hasta un 15% por debajo de su potencia. De nuevo, esto se traduce en una significativa reducción tanto del ruido como del consumo



## **Uso eficiente de la potencia**

**Sin Inverter:** El compresor se enciende y se apaga según los cambios de temperatura en la habitación. En otras palabras, la temperatura siempre fluctúa.

**Con Inverter:** La velocidad del compresor y, por tanto, la potencia de salida, se adapta a la temperatura de la habitación. Esta regulación eficiente y lineal de la temperatura mantiene en todo momento una habitación agradable.

### **4.4.2 Iluminación**

Los gráficos de carga del sector residencial se caracterizan por una elevada demanda en las primeras horas de la noche cuando la mayor parte de la familia regresa al hogar y se intensifica el uso de los equipos electrodomésticos. En los sistemas eléctricos, donde el resto de las cargas tienen un peso reducido, los gráficos totales tienen formas horarias muy similares a los del sector residencial, sobre todo en el horario pico.

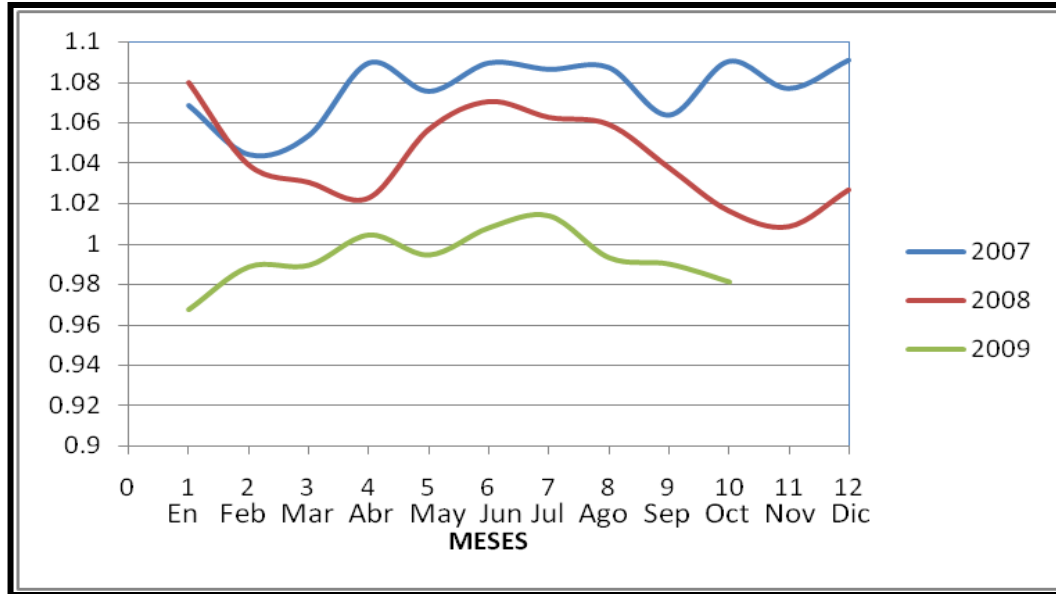
En el caso de Guayaquil, en estos cuatro últimos años desde el 2008 ha disminuido significativamente la demanda en el sector residencial debido a Inclusión de **Programas de Focos Ahorradores**.

## **Índices de comportamiento**

Según la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil el ahorro energético debido al uso de focos ahorradores durante el año 2008 fue de 37.84 [Gwh], mientras que durante el año 2009 fue de 85.23 [Gwh], considerando las comparaciones con el año base 2007, en la cual no se puede apreciar un ahorro por uso lámparas fluorescentes compactas (LFC).

Durante los años anteriores hasta antes del 2007 la demanda pico (682.6 [MW]) de consumo era a las 19:15 pm y una demanda pico no mayor en la tarde a las 15:45 pm, ahora a partir del 2008 la demanda pico (706.2 [MW]) se trasladó a las 15:45 pm debido al impacto del reemplazo de bombillas incandescentes por las de focos ahorradores.

La Fig. [39] nos muestra los índices de comportamientos de la demanda de focos ahorradores que se define como el cociente entre los valores de la demanda en MW correspondientes a un periodo en particular a evaluar.



**Fig. [4.2]** Índices de Comportamiento de la Demanda de Focos Ahorradores 2007-2009 ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL 2011

ENTRE LAS 19:15 PM Y LAS 15:45 PM PARA UN DÍA ORDINARIO

En la Fig. [4.2] se puede notar claramente que en los años 2008 y 2009, el cociente entre el valor de la demanda de las 19:15 vs el de las 15:45 es mucho menor que el obtenido en el año 2007, lo cual podemos deducir que es por el uso de focos ahorradores, pues no existe otra variable que se pueda considerar para este efecto.

Debido a este impacto se observa que un uso de los LFC ha disminuido el consumo de energía, mas sin embargo la nueva tecnología nos da una mayor reducción de consumo.

### **Focos LED**

El LED es un diodo que agrega una diminuta cámara gaseosa que separa el Ánodo del Cátodo, los que al aplicárseles una corriente

eléctrica, excitan el gas produciendo un efecto similar a un arco voltaico. Dependiendo de la composición del gas y los otros elementos sólidos depositados entre ambos electrodos (depósito denominado “chip” por los fabricantes) el gas al excitarse producirá luz de un determinado color e intensidad.

“El LED o diodo emisor de luz consume 20mA y genera 2-8 candelas de luminosidad en un ángulo de 15-130° de apertura al excitar un gas noble. Sin filamento que calentar logra alta eficiencia energética y más de 60.000 horas de duración, superando ampliamente a los bulbos incandescentes.

#### **4.4.3 Televisores LED**

La instalación de diodos LED's en un monitor de TV dan como resultado una imagen más clara, nítida y natural. La razón de este salto cualitativo en el campo audiovisual radica en la retroiluminación de las pantallas de los televisores, con una [luz blanca, neutra y de gran intensidad](#), mejorando de este modo la visión que tiene el espectador de los distintos colores y contrastes que emanan de la pantalla.

#### **Ventajas de los televisores con pantalla LED**

La sustitución de los CCFL por luces LED en la retro-iluminación de los televisores ha devenido en una serie de mejoras:

- Mayor calidad en imagen frente a los LCD, ya que aumenta el contraste dinámico y la representación del color.
- Menor consumo energético y mayor vida útil del televisor. Las pantallas retroiluminadas con LED apagan los diodos en las zonas donde no son necesarios, aumentando la eficiencia energética y produciendo en el monitor auténticas zonas negras, con el resultado de una mayor precisión en los colores de la pantallas

### **Consumo energético de los Televisores LED**

Un televisor que utilice diodos LED puede consumir hasta un 40% menos que una pantalla LCD convencional. Por otro lado, se trata de una tecnología más respetuosa con el medio ambiente, ya que las CCFL contienen mercurio, cosa que no sucede con las LED.

#### **4.4.4 Lavadoras Inteligentes**

Las nuevas lavadoras lavan y cuidan perfectamente su ropa. Su moderno sistema de lavado y su funcionamiento silencioso le ofrecen más flexibilidad en su vida, mientras que sus funciones respetuosas con el medio ambiente ahorran agua y energía, ajustando de manera automática la potencia y velocidad de rotación del motor y/o compresor para entregar un rendimiento eficiente y económico en todo momento, desde el punto de vista energético.

Estas lavadoras logran una eficiencia energética increíble, con hasta un 42% menos en consumo de agua y hasta un 35% menos en consumo energético versus modelos anteriores de otros mercados, lo cual se logra gracias a la aplicación una vez más de la tecnología Inverter y la exclusiva tecnología ECO CASCADE y el sistema de Danzas de las Aguas, haciendo a este producto igualmente más eco-amigable. Además esta tecnología permite un funcionamiento silencioso para una experiencia más agradable de lavado.

## 4.5 CONSIDERACIONES APLICABLES AL AHORRO ENERGÉTICO

### 4.5.1 Refrigeración

La principal causa de la pérdida de frío de un frigorífico congelador se debe al aislante. Así, las clases más eficientes cuentan con mejor aislamiento de los equipos.

- Compre frigoríficos con etiquetado energético de clase A+ y A++. Ahorran energía y dinero.
- No compre un equipo más grande del que necesita.
- Coloque el frigorífico o el congelador en un lugar fresco y ventilado, alejado de posibles fuentes de calor: radiación solar, horno, etc.
- Limpie, al menos una vez al año, la parte trasera del aparato.
- Descongele antes de que la capa de hielo alcance 3 mm de espesor: podrá conseguir ahorros de hasta el 30%.
- Compruebe que las gomas de las puertas están en buenas condiciones y hacen un buen cierre: evitará pérdidas de frío.
- No introduzca nunca alimentos calientes en el frigorífico: si los deja enfriar fuera, ahorrará energía.
- Cuando saque un alimento del congelador para consumirlo al día siguiente, descongélelo en el compartimento de refrigerados en vez de en el exterior; de este modo, tendrá ganancias gratuitas de frío.

- Abra la puerta lo menos posible y cierre con rapidez: evitará un gasto inútil de energía.

#### **4.5.2 Iluminación**

Siempre que sea posible, aproveche la iluminación natural.

- Utilice colores claros en las paredes y techos: aprovechará mejor la iluminación natural y podrá reducir el alumbrado artificial.
- No deje luces encendidas en habitaciones que no esté utilizando.
- Reduzca al mínimo la iluminación ornamental en exteriores: jardines, etc.
- Mantenga limpias las lámparas y las pantallas, aumentará la luminosidad, sin aumentar la potencia.
- Sustituya las bombillas incandescentes por lámparas de bajo consumo. Para un mismo nivel de iluminación, ahorran hasta un 80% de energía y duran 8 veces más. Cambie, con prioridad, las que más tiempo están encendidas.
- Adapte la iluminación a sus necesidades y dé preferencia a la iluminación localizada: además de ahorrar conseguirá ambientes más confortables.
- Coloque reguladores de intensidad luminosa de tipo electrónico (no de reóstato): ahorrará energía.
- Use tubos fluorescentes donde necesite más luz durante muchas horas; por ejemplo, en la cocina.

- En vestíbulos, garajes, zonas comunes, etc., es interesante colocar detectores de presencia para que las luces se enciendan y apaguen automáticamente.

#### **4.5.3 Televisor**

- No mantenga encendido “en espera” su televisor.
- Conectar algunos equipos (televisor, cadena musical, vídeo y DVD, decodificador digital, amplificador de antena) a reguladores de voltaje o bases de conexión múltiple con interruptor.
- Al desconectar el regulador, apagaremos todos los aparatos a él conectados y podemos conseguir ahorros superiores

#### **4.5.4 Acondicionador de Aire**

- A la hora de la compra, déjese asesorar por profesionales.
- Fije la temperatura de refrigeración a 25 °C.
- Cuando encienda el aparato de aire acondicionado, no ajuste el termostato a una temperatura más baja de lo normal: no enfriará la casa más rápido y el enfriamiento podría resultar excesivo y, por lo tanto, un gasto innecesario.
- Instalar toldos, cerrar persianas y correr cortinas son sistemas eficaces para reducir el calentamiento de nuestra vivienda.
- En verano, ventile la casa cuando el aire de la calle sea más fresco (primeras horas de la mañana y durante la noche).
- Un ventilador, preferentemente de techo, puede ser suficiente para mantener un adecuado confort.



- Es importante colocar los aparatos de refrigeración de tal modo que les dé el sol lo menos posible y haya una buena circulación de aire. En el caso de que las unidades condensadores estén en un tejado, es conveniente cubrirlas con un sistema de ensombreamiento.

#### **4.5.5 Lavadora**

- Compre lavadoras con etiquetado energético de clase A. Ahorrará energía y dinero.
- Busque también en la etiqueta clase A de lavado; además de consumir poco, lavará bien.
- Aproveche al máximo la capacidad de su lavadora y procure que trabaje siempre a carga completa.
- Las lavadoras con sonda de agua, que mide la suciedad del agua, no la cambian hasta que sea necesario hacerlo, reducen de manera importante el consumo de agua y de energía.
- Utilice los programas de baja temperatura, excepto para ropa muy sucia, y deje trabajar a los eficaces detergentes actuales.
- Aproveche el calor del sol para secar la ropa.
- Centrifugando se gasta mucha menos energía para secar la ropa que utilizando una secadora.
- Use descalcificantes y limpie regularmente el filtro de la lavadora de impurezas y cal; con ello, no disminuirán las prestaciones de su lavadora y ahorrará energía.

- Si tiene contratada la tarifa nocturna, procure poner la lavadora y el mayor número posible de electrodomésticos en las horas de descuento.

## **4.6 ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA**

La eficiencia energética no sólo es poseer las últimas tecnologías para el buen uso de la misma, sino saber emplear y administrar los recursos energéticos de un modo hábil y eficaz. Para mejorar esta gestión se puede adoptar el concepto de Potencia en Espera.

### **4.6.1 Potencia en Espera**

La administración es un factor por el cual la programación del encendido de equipos y sistemas eléctricos en las instalaciones de los inmuebles puede disminuir el pico de demanda o, en su caso, instalar equipos de control automáticos de demanda máxima que desconecten sobre un valor predeterminado, aquellos equipos eléctricos que no son prioritarios para la correcta operación de las actividades de la empresa o inmueble.

Debido al crecimiento demográfico y a las condiciones socio-económicas de un país se hace también partícipe el incremento y confort del avance de la tecnología. Trayendo como consecuencias equipos domésticos y de oficina en nuestro ambiente.

Para ello debemos tener en cuenta un concepto nuevo que es la “Potencia en Espera” cuando se introducen en el mercado equipos con electrónica de potencia que trabajan bajo la modalidad de Stand by /Modo Inactivo.

**Potencia en Espera.**-Equipos encendidos en modo de espera o apagados que consumen un nivel bajo de energía.

$$PT = P_{op} + P_{inact} + P_s$$

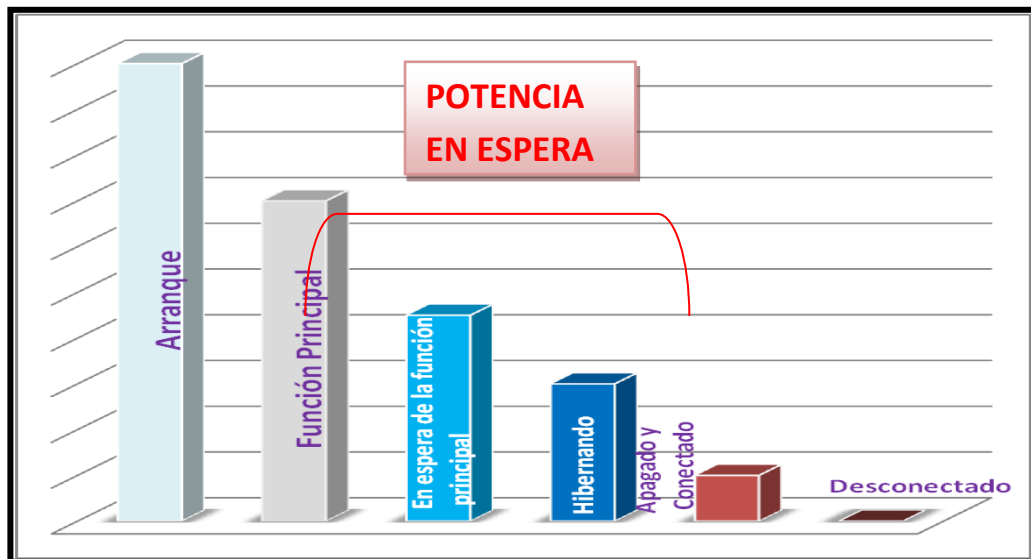
Donde;

**PT:** Potencia Total [kW]

**P<sub>op</sub>:** Potencia de operación normal del equipo [kW]

**P<sub>inact</sub>:** Potencia en espera de hacer una actividad el equipo [kW]

**P<sub>s</sub>:** Potencia cuando está apagado el equipo pero conectado [kW]



**Fig. [4.3]** Potencia en Espera de Electrodomésticos

La Fig. [4.3] presenta un resumen de los valores de potencia en los diferentes modos de operación correspondientes a cada artefacto eléctrico, el cual registra a manera de porcentaje los valores de la “Potencia en Espera” medida.

Las estrategias para la disminución del consumo de energía sería precisamente apuntar a este tipo de equipos en su mayor parte.

Para aquellos se propone las siguientes líneas de acción como conclusiones a lo anterior:

Estudios han certificado que un 10% del consumo residencial total es debido a la Potencia en Espera y ésta puede aumentar hasta el 30% según el incremento de equipos.

#### **4.6.2 Promoción de tecnologías que integren un bajo consumo de energía por potencia en espera**

La Tabla [4.3] que presentamos a continuación son los aparatos eléctricos que entran dentro del rango de la administración de la demanda según las encuestas en la ciudad de Guayaquil.

Clase	Equipo	En funcionamiento [W]	En espera de función principal [W]	Apagado y Conectado [W]
Entretenimiento	Televisor Convencional	132	0	3.435
	Plasma o Lcd	587	0	1.6
	Reproductor Dvd	10.5	5.7	0.97
Equipo de Cómputo	Computadora CPU	77.75	0	4.3
	Monitor	26.4	0	2
	Laptop	31.3	0	0.23
	Microonda	1390	2.54	2.54
	Impresora	823	3.89	3.89
	Ups	15.2	11.73	11.73
<b>Total</b>		<b>3093.15[W]</b>	<b>23.86[W]</b>	<b>30.695[W]</b>

**Tabla [4.3]** Administración de la Demanda en Electrodomésticos [W]

Con los datos obtenidos podemos observar que del total de los equipos de entretenimiento y de cómputos, el 1% del total de consumo pertenece cuando los aparatos mencionados están en estado de “Apagado y conectado”, mientras que un 0.8% en estado “En espera de función principal”, sumando en un porcentaje total de

1.8% en “Potencia en Espera”. Por consiguiente si se logra incrementar la cantidad de aparatos eléctricos en el hogar éste porcentaje aumentará proporcionalmente.

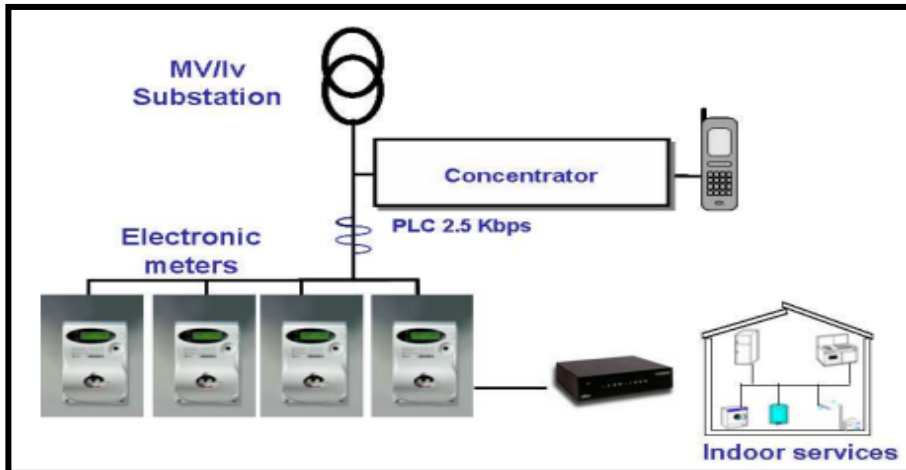
La desconexión de los aparatos de entretenimiento y equipos de cómputo como podemos observar ayudará a la reducción del consumo de energía eléctrica.

#### **4.6.2 Planes de Acción**

1. Desconexión de equipos.
2. Establecer valores límite de consumo en potencia en espera de 1 a 4 W dependiendo el tipo de equipo.
3. Eliminación de equipo con tecnología obsoleta que pudiera estar conectado a la red eléctrica.

#### **4.6.3 Programas de alternativas**

Cabe mencionar que aplicando los planes de acción para los equipos con tecnología “En Espera”, lograremos un ahorro significativo. No obstante otro programa alternativo sería la participación de uso de medidores inteligentes adheridos a una red inteligente presenta también ventajas que podrían ser consideradas en la Gestión de la demanda.



**Fig. [4.4]** Uso de redes inteligentes en Administración de Energía en Residencias

En la Fig. [4.4] se presenta un esquema aplicable de gestión de demanda a una vivienda a través de medidores inteligentes y una infraestructura de comunicación, que a los abonados residenciales les permitiría medir sus curvas de carga diarias, donde usaría la información medidores inteligentes para entender mejor sus conductas relativas al consumo energético, detectar períodos pico y artefactos sensibles con tecnología de electrónica de potencia, y adoptar medidas para reducir estos máximos de demanda para conservar la energía obteniendo un ahorro significativo de ella;

## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS COSTO –BENEFICIO**

#### **5.1 TECNOLOGÍA INTELIGENTE**

Dentro del análisis de costo beneficio se ha tomado en cuenta una inversión inicial exhaustiva para realizar el cambio de la tecnología hasta ahora conocida por la tecnología futura denominada inteligente que dentro de las mismas se encuentran para refrigeradoras Inteligentes Inverter, Focos LED, Televisores LED, Acondicionadores Inverter, Lavadoras Inteligentes Inverter.

Acorde a las encuestas realizadas, se observó los diversos tiempos de funcionamiento dependiendo el electrodoméstico usado; y también un factor de uso característico del equipo.

##### **5.1.1 Refrigeradora**

Según las encuestas realizadas las refrigeradoras son la predominancia para aplicar programas de eficiencia de energía. La refrigeradora estándar que tomaremos como referencia según las encuestas es la de 10 pies cúbicos con una capacidad de almacenamiento neto de los compartimientos de enfriamiento.



<b>Características</b>	<b>Refrigeradora Convencional</b>	<b>Refrigeradora Inteligente</b>
<b>Capacidad</b>	10 pies <sup>3</sup>	10 pies <sup>3</sup>
<b>Consumo de Energía</b>	350 W	184 W
<b>Vida útil</b>	10 años	10 años
<b>Precio</b>	\$ 478	\$ 600

Una refrigeradora de tecnología inteligente respecto a la tradicional se presenta en la Tabla [5.1]:

**Tabla [5.1]** Cuadro de comparación de Refrigeradores

### 5.1.2 Iluminación

La mayor parte de la ciudad de Guayaquil tiene el sistema de iluminación con Lámparas Fluorescente Compactas (LFC), debido a las campañas de ahorro y eficiencia. A continuación presentaremos un análisis de costo beneficio con nuevo sistema de ahorro a través de la tecnología del Foco LED.

Un Foco LED respecto a la tradicional LFC (Lámpara Fluorescente Compacta), se presenta en la Tabla [5.2]

<b>Características</b>	<b>LFC</b>	<b>Foco LED</b>
<b>Energía</b>	32W	5W
<b>Energía en Forma de luz</b>	80%-90%	95%
<b>Vida útil</b>	1 año	3 años
<b>Apertura del flujo luminoso</b>	360°	120°
<b>Precio</b>	\$ 3.5	\$ 28

**Tabla [5.2]** Cuadro de comparación de Focos

### **5.1.3 Televisores**

Según las encuestas, hay televisores convencionales (CTR) pero paulatinamente van desapareciendo y se van equipando las viviendas de tecnología Plasma o LCD como lo indican los centros comerciales de electrodomésticos con mayor apogeo en la zona urbana de Guayaquil.

A continuación el cuadro de tecnología de Televisores LED respecto a los LCD y Plasmas, donde este último solo existe a partir de 42 pulgadas (Ver Tabla [5.3]).

<b>Características</b>	<b>Plasma</b>	<b>LCD</b>	<b>LED</b>
<b>Alta Definición</b>	42"	42"	42"
<b>Vida Útil</b>	25000 horas	50000 horas	100000 horas
<b>Consumo de Energía</b>	120 a 160 W	100 a 120 W	20 W
<b>Resolución</b>	1000 : 1	500 : 1	100000 : 1
<b>Precio</b>	\$ 1005	\$ 991	\$ 1151

**Tabla [5.3]** Cuadro de comparación de Televisores

Debido a la similitud de características tanto de consumo y de precio en las tecnologías para el próximo análisis se considerará como base a los televisores presentados en tabla, mientras que a los CTR no se los analizará.

#### **5.1.4 Acondicionador de Aire**

En las viviendas el acondicionador de aire debe estar bien regulado, es decir, su uso no debe exagerar con temperaturas bajas.

Según las encuestas el acondicionador de aire de mayor consumo de los abonados es de 12000 BTU. A continuación la Tabla [5.4]:

Características	Convencional	Inverter
Capacidad	12000 BTU	12000 BTU
Consumo de Energía	1200 W	840 W
Vida Útil	10años	10 años
Precio	\$600	\$800

**Tabla [5.4]** Cuadro de comparación de Acondicionadores de Aire

### 5.1.5 Lavadora

Según las encuestas la lavadora de mayor uso es la que posee una capacidad de 35 lb. A continuación la Tabla [5.5] que nos presenta una comparación entre las características:

Características	Convencional	Inverter
Consumo de Energía	350 W	245 W
Capacidad	35 Lb	35 Lb
Vida Útil	10años	10 años
Precio	\$ 778	\$ 1007

**Tabla [5.5]** Cuadro de comparación de Lavadoras

### **5.1.6 Análisis de resultados**

El precio de venta al público en equipos de nueva tecnología es mayor en todos los electrodomésticos analizados. En el caso de las fuentes de ahorro potencial de energía, el consumo de la refrigeradora es un 30% respecto a las convencionales; en segundo lugar está la iluminación, que llega hasta un ahorro del 85% respecto a los llamados LFC o Focos ahorradores; la tercera fuente potencial son los televisores a quienes, la nueva tecnología supera con un 88% en su mayoría a los plasmas, y los LCD. La cuarta fuente potencial son los acondicionadores de aire cuyo consumo es un 60% ahorrador que los llamados de Ventana; como quinta fuente potencial es la lavadora donde la nueva tecnología supera en consumo con un 30% respecto a las convencionales.

## 5.2 PARÁMETROS ECONÓMICOS DE EVALUACIÓN

Para los resultados de nuestro proyecto nos basaremos en tres herramientas económicas para justificar la rentabilidad del proyecto, como es el caso del Valor presente (VP) y Valor actual neto (V.A.N), además de la anualidad (A).

### 5.2.1 Valor Presente (VP)

El valor presente es el valor actual de uno o más pagos que habrían de recibirse en el futuro, a continuación la siguiente expresión:

$$VP = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

Donde;

En donde:

VP = Valor presente

VF = Cantidad futura

1 = Constante

i = Tasa de interés anual

n = unidad de años

### 5.2.2 Anualidad (A)

Una anualidad es una sucesión de pagos, depósitos o retiros, generalmente iguales, que se realizan en períodos regulares de tiempo.

La anualidad en el proyecto es un valor constante en dólares del consumo del artefacto a evaluar en un año. La anualidad la determinaremos de la siguiente manera:

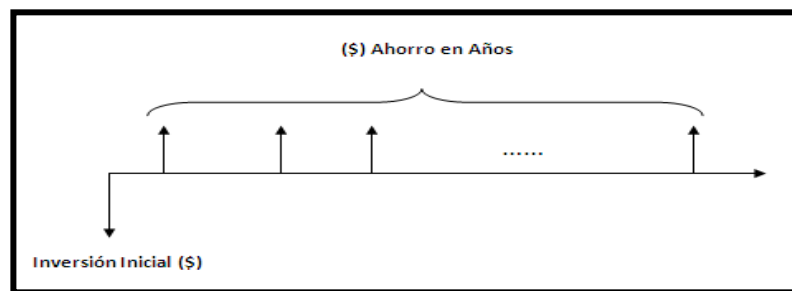
**A**= Potencia del artefacto [kW]\*Tiempo horas (año) [h]\*Tarifa [\$/[kWh]]

## Inversión Inicial

Es el valor en dólares que representará un desembolso por comprar inicialmente un artefacto o electrodoméstico respectivo.

### 5.2.3 Valor Actual Neto (V.A.N).-

Permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto (Ver Fig. [5.1]).



**Fig. [5.1]** Esquema del Análisis V.A.N

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1+k)^i} - I_0$$

Donde;

$V_i$ : Representa los flujos de caja en cada periodo  $i$ .

$I_0$ : El valor del desembolso inicial de la inversión.

K: Tasa de Descuento (Interés)

N: Número de períodos considerado.

### 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS FUENTES POTENCIALES DE AHORRO

#### 5.3.1 Iluminación

Para justificar la rentabilidad del proyecto en la iluminación, en virtud de que los análisis de ambas tecnologías deben tener un mismo periodo de evaluación (3 años), nos vamos a valer del Valor Presente, ya que ésta herramienta nos proporciona trasladar todos los valores futuros (compra de artefacto) por algún desembolso, a un valor presente.

El siguiente estudio considera a la actual tecnología como el foco ahorrador (LFC), mientras que a la nueva tecnología como el foco Led.

**Actual Tecnología:** Focos Ahorradores (LFC)

**Inversión Inicial:** Es el valor de la compra inicialmente del LFC

$I_0 = \$3.5$

**Valor Presente:**

$$VP = \sum \frac{VF}{(1+i)^n}$$



**LFC.-** En los focos ahorradores para poder igualar a la vida útil del Foco Led, tendremos que comprar 2 LFC (desembolso), los que los trasladaremos a Valor Presente:

$$\begin{aligned}VF &= \$ 3.5 \\i &= 0.08 \\n &= 2\end{aligned}$$

$$VP = \frac{3.5}{(1 + 0.08)^1} + \frac{3.5}{(1 + 0.08)^2}$$
$$VP = \$6.241$$

**Anualidad.-** Para poder igualar a la vida útil del Foco Led, tendremos dos anualidades calculadas de la siguiente manera:

$$A = 0.032 \text{ [kW]} * 8760 \text{ [h]} * 0.09 \text{ [$/[kWh]]}$$

$$A = \$25.228$$

**Total a Pagar:** Es la suma de todos los valores de gastos del proyecto (inversión inicial, anualidades, valores presentes)

$$\text{Total} = \$3.5 + \$25.228 + \$25.228 + \$6.241$$

$$\text{Total} = \$60.197$$

Una vez analizado la actual tecnología, analizaremos la nueva tecnología.

### **Nueva Tecnología: Foco Led**

**Focos Led.-** En los Focos Led's no tendremos que trasladar ningún valor presente ya que es la referencia de análisis de comparación.

**Inversión Inicial:** Es el valor de la compra inicialmente del Foco Led.

$$I_0 = \$28$$

**Anualidad.-** Para los focos Led debido a su vida útil tendremos que calcular 2 anualidades.

$$A = 0.005 \text{ [kW]} * 8760 \text{ [h]} * 0.09 \text{ [$/[kWh]]}$$

$$A = \$3.942$$

**Total a Pagar:** Es la suma de todos los valores de gastos del proyecto (inversión inicial, anualidades)

$$\text{Total} = \$28 + 2 * \$3.942$$

$$\text{Total} = \$35.884$$

Como pudimos observar en cuanto a iluminación, la nueva tecnología ahorra una ventaja a pagar del 40.389% por sobre la antigua.

### 5.3.2 Televisión

Para justificar la rentabilidad del proyecto en la televisión, en virtud de que los análisis de las tres tecnologías deben de tener un mismo periodo de evaluación (12 años), nos vamos a valer del Valor Presente, ya que esta herramienta nos proporciona trasladar todos los valores futuros (compra de artefacto) por algún desembolso, a un valor presente.

El siguiente estudio considera a la actual tecnología como el plasma y el Lcd, mientras que a la nueva tecnología como televisor Led.

**Tecnología Actual:** Televisor Plasma

**Inversión Inicial:** Es el valor de la compra inicialmente del plasma.

$$I_0 = \$1005$$

**Valor Presente:**

$$VP = \sum \frac{VF}{(1+i)^n}$$

**Plasma.-** En los plasmas para poder igualar a la vida útil del televisor Led, tendremos que comprar 1 plasma (desembolso) adicional, donde dicho desembolso lo trasladaremos a Valor Presente:

$$VF = \$ 1005$$

$$i = 0.08$$

$$n = 6$$

$$VP = \frac{1005}{(1 + 0.08)^6}$$

$$VP = \$633.302$$

**Anualidad.-** Para poder igualar a la vida útil del Foco Led, tendremos once anualidades calculadas de la siguiente manera:

$$A = 0.16 \text{ [kW]} * 8760 \text{ [h]} * 0.09 \text{ [$/[kWh]]}$$

$$A = \$126.144$$

**Total a Pagar:** Es la suma de todos los valores de gastos del proyecto (inversión inicial, anualidades, valores presentes)

$$\text{Total} = \$1005 + 11 * \$126.144 + \$633.302$$

$$\text{Total} = \$3025.886$$

**Tecnología Actual:** Televisor LCD

**Inversión Inicial:** Es el valor de la compra inicialmente del LFC

$$I_0 = \$991$$

**Valor Presente:**

$$VP = \sum \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

**LCD.-** En los LCD para poder igualar a la vida útil del televisor Led, tendremos que comprar 3 LCD (desembolso) adicionales, donde dichos desembolsos los trasladaremos a Valor Presente:

$$\begin{aligned}VF &= \$ 991 \\i &= 0.08 \\n &= 3, 6, 9\end{aligned}$$

$$VP = \frac{991}{(1 + 0.08)^3} + \frac{991}{(1 + 0.08)^6} + \frac{991}{(1 + 0.08)^9}$$
$$VP = \$1906.933$$

**Anualidad.-** Para poder igualar a la vida útil del televisor LCD, tendremos once anualidades calculadas de la siguiente manera:

$$A = 0.12 \text{ [kW]} * 8760 \text{ [h]} * 0.09 \text{ [$/[kWh]]}$$

$$A = \$94.608$$

**Total a Pagar:** Es la suma de todos los valores de gastos del proyecto (inversión inicial, anualidades, valores presentes).

$$\text{Total} = \$991 + 11 * \$94.608 + \$1906.933$$

$$\text{Total} = \$3938.621$$

**Nueva Tecnología:** Televisor Led

**Televisor Led.-** En los televisores Led's no tendremos que trasladar ningún valor presente ya que es la referencia de análisis de comparación.

**Inversión Inicial:** Es el valor de la compra inicialmente del televisor Led.

$$I_0 = \$1151$$

**Anualidad.-** Para los televisores Led's debido a su vida útil tendremos que calcular 11 anualidades.

$$A = 0.02 \text{ [kW]} * 8760 \text{ [h]} * 0.09 \text{ [$/[kWh]]}$$

$$A = \$15.768$$

**Total a Pagar:** Es la suma de todos los valores de gastos del proyecto (inversión inicial, anualidades).

$$\text{Total} = \$1151 + 11 * \$15.768$$

$$\text{Total} = \$1324.448$$

Como pudimos observar en cuanto a televisión, la nueva tecnología ahorra una ventaja a pagar del 56.229% por sobre la antigua tecnología de los plasmas y un 65.506% por sobre los LCD's.

### **Refrigeración y Lavadora**

Para el caso del refrigerador, acondicionador de aire y lavadora la herramienta económica a utilizar para justificar la rentabilidad del proyecto para dichos electrodomésticos será el V.A.N ya que la

actual tecnología respecto a la nueva posee un mismo periodo de evaluación.

### **Calculo del V.A.N.**

En la Tabla [30] de resultados se determinó el valor Neto Actual (V.A.N.) en base a un interés del 8% anual, una tarifa eléctrica de 0.09 \$/ [kWh] ya que ésta encierra el rango de consumo de mayor cantidad de abonados, y un periodo de tiempo de acuerdo a la vida útil de cada electrodoméstico.

Cabe recalcar que dicho análisis a diferencia del Valor presente, se lo realizó en base a Ahorro de Energía. (Ver Anexo 5)

Según la tabla [5.6] la aplicación de la nueva tecnología en refrigeración (refrigerador, acondicionador de aire) y lavadora son rentables.

**Tabla [5.6] Rentabilidad de la Nueva Tecnología (V.A.N)**

TECNOLOGÍA	LAVADORA	ACONDICIONADOR DE AIRE	REFRIGERADORA
	INTELIGENTE	SPLIT INVERTER	INVERTER
<b>INVERSIÓN INICIAL (\$)</b>	229	200	122
Ahorro (Año)			
1	82.782	283.824	130.8744
2	82.782	283.824	130.8744
3	82.782	283.824	130.8744
4	82.782	283.824	130.8744
5	82.782	283.824	130.8744
6	82.782	283.824	130.8744
7	82.782	283.824	130.8744
8	82.782	283.824	130.8744
9	82.782	283.824	130.8744
10	82.782	283.824	130.8744
<b>VAN</b>	<b>\$326.47</b>	<b>\$1,704.48</b>	<b>\$756.18</b>

#### 5.4 CERTIFICADOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES (CER'S)

El análisis Costo-Beneficio de este proyecto se lo realizará basándose en las normas y reglamentaciones vistas en capítulo 2 mediante las cuales para la aplicación de la norma ACM0002, se utilizaron las siguientes fuentes para calcular el factor de emisión de las centrales de generación térmica del sistema eléctrico de Ecuador (ver Fig. [5.2]) ya que a ellas se les realiza el programa energético:



Combustible	Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Valor Calorífico neto TJ 10 <sup>3</sup> /tonne	Valor calorífico Neto Tj/gal	contenido de carbono tC/TJ	Contenido de carbono tC/gal	Tasa de Oxidación %	Factor de emisión (tC/gal)	Factor de emisión (t CO <sub>2</sub> /gal)
Fuel Oil	0.96	40.4	0.000147	21.1	0.003098	1	0.003098	0.011358
Diesel	0.88	43	0.000143	20.2	0.002893	1	0.002893	0.010609
Nafta	0.74	44.5	0.000125	20	0.002493	1	0.002493	0.009141
Crudo	0.86	42.3	0.000138	20	0.002754	1	0.002754	0.010098
Otros*(residuo de refinación de petróleo)	0.86	40.2	0.000131	20	0.002617	1	0.002617	0.009597
Natural Gas	0.00074	48	0.000001	15.3	0.000015	1	0.000015	0.000056

**Fig. [5.2] Factores de emisión: Generación Térmica.**

Para obtener ingresos por los Certificados de Reducción de Emisiones (CER's) se debe calcular un factor de emisiones del país en función de la generación que se dispone.

Dada la “Guía de Formulación de Proyectos MDL” para el sistema eléctrico de Ecuador le corresponde un factor de emisión equivalente a:

**0,62678 tCO<sub>2</sub>/MWh**

Cabe señalar que estos valores deben ser actualizados anualmente utilizando la última información disponible para los tres años previos a la fecha de implementación del proyecto MDL. En esta actualización se deberá incluir una revisión de la información nacional; así como los cambios y actualizaciones que se generen en la metodología ACM0002.

Como se mencionó en la sección anteriormente el Programa de Ahorro y Eficiencia de Energía generará en un año un promedio de 1'867120.1MWh

(Ver Anexo 6), por lo que la cantidad de CO<sub>2</sub> que se puede enviar a la atmosfera es:

$$\begin{aligned} \text{TonCO}_2 &= 0.62678 \text{TonCO}_2 / \text{MWh} * 1'867'120 \text{MWh} \\ &= 1'170'273.47 \text{TonCO}_2 \end{aligned}$$

El precio aproximado que se puede recibir por una tonelada de CO<sub>2</sub> en el mercado es muy variable. Se conoce que por cada tonelada se pagará USD \$15 hasta el 2012 y de allí en adelante solo \$10 (según datos proporcionados por el CORDELIM).

$$\$ CER' s = \$ CER' s_{<2012} + \$ CER' s_{>2012}$$

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación las siguientes conclusiones de este informe:

- 1) El mes cuya mayor demanda de energía es el mes de marzo a las 15:30 según la energía facturada al finalizar el año del 2011, mes por el cual se debe intensificar las campañas y estrategias de ahorro de energía.
- 2) Las curvas típicas de los usuarios residenciales guardan relación de comportamiento entre sus grupos de consumo tanto en los días hábiles como en los días semihábiles respectivamente.
- 3) El 50% de los abonados residenciales se encuentran en el rango de de consumo de 0 a 130 [kWh], el 45% en el rango de 131 a 500 [kWh] y solo el 5 % de los abonados caen en el rango de mayores a 500 [kWh] donde los programas deben de repercutir en los dos primeros rangos mencionados para disminuir el consumo.
- 4) Las curvas típicas de los abonados residenciales difieren entre los rangos de 0 a 130 [kWh]; 131 a 500 [kWh]; Mayores a 500 [kWh] debido a que existen entre los mismos diferencia de uso de artefactos domésticos respectivamente.
- 5) La estacionalidad de las curvas típicas de los abonados residenciales no difieren en cuanto al comportamiento del uso de consumo. Mientras que las curvas típicas de la estación invierno difieren a las de verano en cuanto a su magnitud logrando ser mucho mayores, lo que nos motiva a implementar los programas de ahorro en dicha estación invernal.

- 6) Las encuestas realizadas nos indican que los usuarios que comprendidos entre los rangos de 0 a 130 [kWh] poseen un porcentaje de uso las refrigeradoras (67%), iluminación (11%), televisores (6%), ducha (6%) y computadoras (3%) como los electrodomésticos principales. El porcentaje de uso de electrodomésticos en el rango de 131 a 500 [kWh] son la refrigeradora (55%), la iluminación (14%), el acondicionador de aire (10%), el televisor (6%) y la lavadora (4%).
- 7) El porcentaje de uso de los electrodomésticos en el rango mayores a 500 [kWh] son la refrigeradora (39%), bombas de agua (13%), la iluminación (10%), televisores (9%) y computadoras (8%).
- 8) A nivel general los cinco primeros artefactos residenciales en cuanto a su mayor uso son: el refrigerador, los focos ahorradores, la televisión, el acondicionador de aire y la lavadora.
- 9) Los equipos que contribuyen al pico de demanda máxima del sistema son la refrigeradora, el televisor, la computadora y la bomba de agua.
- 10) La desconexión de los aparatos de entretenimiento y equipos de cómputo como podemos observar ayudará a la reducción del consumo de energía eléctrica.
- 11) El ahorro de energía de la nueva tecnología, ubica al sistema de iluminación con el 85% y a la televisión con el 88% respecto a la tecnología anterior.
- 12) Los análisis de costos-beneficios contribuyen a que la compra de nueva tecnología es rentable.

13) Se estima que los ingresos debido a la venta de los certificados de emisión de CO<sub>2</sub> CER's en los primeros años a un precio de \$ 15 es de \$ 17'554102.1

A continuación las siguientes recomendaciones de este informe:

- 1) En la ciudad de Guayaquil se debería incentivar el desarrollo de este tipo de programa en ahorro de energía, ya que reduce de manera significativa el impacto medio ambiental.
  - 2) El uso de la nueva tecnología, en unión con la administración y buen uso de la potencia en espera de algunos electrodomésticos aumentaría el nivel de confort y ahorro en los abonados residenciales.
- 14) Se recomienda según este estudio, realizar alianzas de trabajo para promover la comercialización de tecnologías de alta eficiencia energética en el mercado.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

[1]CENACE, Informe Anual 2011, Diciembre 2011.

[2]Okuda, T. – Valencia, M. – Rodríguez, A., Variación Estacional de la posición del frente Ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas, Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador 1983.

[3]Banco Central del Ecuador, Estadísticas Macroeconómicas, [www.bce.fin.ec](http://www.bce.fin.ec), fecha de consulta abril 2011.

[4]EMPRESA ELECTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, Análisis resumido de la facturación de EEPG-EP, Departamento de Control de Calidad, Diciembre 2011.

[5]Somoza, J., Modelos para la estimación y proyección de la demanda de electricidad en el sector residencial cubano, Instituto Nacional de Investigaciones Económicas (INIE), Diciembre 2006.

[6]CONELEC, Pliego Tarifario para Empresas Eléctricas, Diciembre 2011.

[7]CONELEC, Cargos Tarifarios, <http://www.conelec.gob.ec/documentos.php?cd=3073&l=1>, fecha de consulta Marzo 2012.

[8]EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, Diagrama Unifilar Enero 2012, Enero 2012.

[9]EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, G

TechnologyNetviewer-EMELEC,<http://191.9.208.87/gviewer/Login.aspx>, fecha de consulta Marzo 2012.

[10]EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, Formulación del Plan Integral de Reducción de Pérdidas Técnicas, marzo 2012.

[11]Pita, S., Determinación del tamaño muestral, <http://www.fisterra.com/mbe/9muestras/9muestras2.asp#parametros>, fecha de consulta Marzo 2012.

[12] Zurita, G., Probabilidad y Estadística "Fundamentos y Aplicaciones", ESPOL, Centro de difusión y publicaciones, Junio 2008.

[13] Sánchez, I.- Pérez, H., Potencial de ahorro energético por mejora en el consumo de potencia en espera de equipos electrónicos en hogares y oficinas. Recomendaciones normativas, Noviembre 2011.

[14]Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable, 2007

[15]Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Anexo Técnico - Programa Renovadora, Eléctrica de Guayaquil, Junio 2011

[16]Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities, Julio 1996.

[17]FLUKE, User Manual1744/1743 Power Quality Logger, 2006

[18]Alencastri, D.- Layman,G, Producción De Electricidad Mediante Colectores Solares Térmicos En Los Sectores Rurales De La Costa Ecuatoriana. Aspectos Técnicos Y Económicos, ESPOL, 2011.

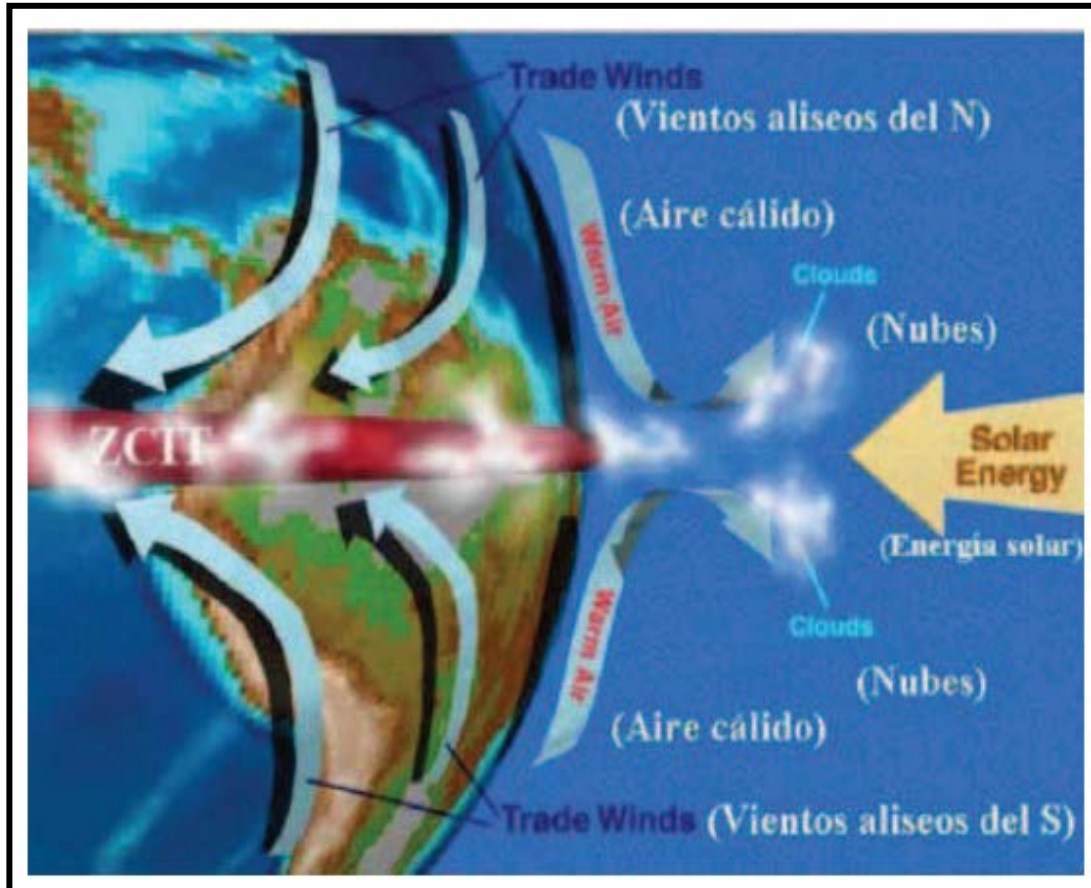
[19] Valenzuela, D.- Ginatta, G, Guía Ecuatoriana para la Formulación de Proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, Coordinador de Promoción de Inversiones, CORPEI, 2008



**ANEXOS**

## Anexo 1

Localización en zona de convergencia Intertropical (Ecuador)



Fuente: <http://www.dhn.mil.ve/noticia/noticia5.html>

## Anexo 2

### Cuadro de Valores nominales del Analizador de Energía 1744 Power Quality Logger

<b>1744 PowerQualityLogger</b>	<b>Serial number: 21348CA/XD</b>
<b>Measurementperiod: 10 minutes</b>	
<b>Nominal voltage: 120 V</b>	
<b>Voltage: 115 V</b>	<b>Voltage transformer ratio: 1</b>
<b>Current: 1500 A</b>	<b>Current transformer ratio: 1</b>
<b>Date Time: 17/01/2,012 14:50:00 - 24/01/2,012 14:50:01</b>	

## Anexo 3

### Encuestas del sector residencial de Guayaquil

# CAMPAÑA DE REDUCCION Y AHORRO DE ENERGÍA

¿Le gustaría llevar una reducción del pago en sus planillas, usando equipos electrodomésticos eficientes y con un bajo precio? ¿Cuál es su tarifa eléctrica?



1. ¿Qué equipo es el que usa más en su casa? \_\_\_\_\_
2. ¿Cuál es su electrodoméstico o aparato eléctrico preferido?: \_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos cuartos posee su hogar?

ELECTRODOMÉSTICOS	CANT	MARCA	TAMAÑO (hp/pulg/pie)	HORAS DE USO Diario/Semanal /anual	HORA ESPECÍFICA Día/Semana/ mes	HORA/MIN ENCHUF.
BOMBA DE AGUA						
CALENTADOR DE AGUA						
LICUADORA						
DUCHA ELÉCTRICA						
EQUIPO DE SONIDO/ GRABADORA						
FOCO AHORRADOR /INCANDESCENTE						
HORNO / MICRO ONDA						
PLANCHA						
TOSTADORA / SANDUCHERA						
OLLA ARROCERA						
LAVADORA						
REFRIGERADORA						
COMPUTADORA						
TELEVISOR						
COCINA ELECTRICA						
VENTILADOR						
UPS						
ACONDICIONADOR DE AIRE						
IMPRESORA						
SECADOR /PLANCHA CABELLO						
DVD/VHS						

4. *Usted se cataloga como un abonado de acuerdo a que rango de ingresos*

<i>mayor a \$500</i>	
<i>entre \$300-\$500</i>	
<i>menor a \$300</i>	

5. *¿Cuántos miembros son en su familia?*

6. *¿Cuántos miembros en su familia trabajan?*

## Anexo 4

### Tabla de comparación de Curvas de Encuestas y Curvas Típicas

#### CONSUMO 0-130 [kWh]

HORA		DIAS HÁBILES		DIAS SEMIHÁBILES	
		ENCUESTA	CURVA TÍPICA	ENCUESTA	CURVA TÍPICA
0:00	1:00	0.70817755	0.954893151	0.74531201	0.953846093
1:00	2:00	0.70817755	0.877372077	0.74531201	0.845219008
2:00	3:00	0.70817755	0.794040143	0.74531201	0.796745557
3:00	4:00	0.76742754	0.743862709	0.81921811	0.790970727
4:00	5:00	0.76742754	0.722658782	0.80998793	0.728885072
5:00	6:00	0.87461924	0.737342947	1.1037892	0.724385983
6:00	7:00	1.06643685	0.76013277	0.90238210	0.728216887
7:00	8:00	1.25381647	0.824016324	1.99001712	0.823429352
8:00	9:00	0.76742754	0.86805427	0.78615023	0.915005636
9:00	10:00	1.00441396	0.932609244	0.84772171	0.993163097
10:00	11:00	1.00441396	0.915340359	1.04483913	0.988208496
11:00	12:00	0.84360610	1.048303143	0.89239429	0.990384934
12:00	13:00	1.05519967	1.003711417	0.82384705	1.136205962
13:00	14:00	0.71664183	1.034401387	0.82384705	1.165976023
14:00	15:00	0.86192281	1.117891191	0.99629154	1.10661418
15:00	16:00	1.05508177	1.089913092	0.93638316	1.168032726
16:00	17:00	1.08047463	1.040043955	0.88094665	1.128558725
17:00	18:00	1.41466888	1.108098077	1.12799389	1.10306879
18:00	19:00	1.40211743	1.085473078	1.42904182	1.010952579
19:00	20:00	1.65570739	1.328309855	1.48835888	1.23298518
20:00	21:00	1.40210897	1.387690941	1.38285952	1.309170212
21:00	22:00	1.16934961	1.370254608	1.19345147	1.196258499
22:00	23:00	0.90285609	1.282651983	0.94321109	1.248950475
23:00	0:00	0.80974896	1.112728767	0.83234732	1.064244015

## CONSUMO DE 131-500 [kWh]

HORA		DIAS HÁBILES		DIAS SEMIHÁBILES	
		ENCUESTA	CURVA TÍPICA	ENCUESTA	CURVA TÍPICA
0:00	1:00	1.27688444	1.07068162	1.2725604	1.06096705
1:00	2:00	0.97089421	0.87536664	0.9725939	0.89560824
2:00	3:00	0.67101269	0.79802234	0.7207563	0.86232567
3:00	4:00	0.63491584	0.73926804	0.6544829	0.79308678
4:00	5:00	0.60992571	0.70175211	0.6279737	0.72435573
5:00	6:00	0.70524356	0.70185676	0.6898288	0.74817632
6:00	7:00	1.00556707	0.79636628	0.7897183	0.7212041
7:00	8:00	1.085621	0.88587003	0.8680271	0.7788481
8:00	9:00	0.98014689	0.89663007	0.9337704	0.86910885
9:00	10:00	0.91905022	0.87021254	0.8871729	0.93182617
10:00	11:00	0.83122539	0.88128961	0.8857515	0.9742322
11:00	12:00	0.77337003	0.95405637	0.72723604	0.93266009
12:00	13:00	0.77809472	0.99686274	0.74844337	1.01409473
13:00	14:00	0.72960065	1.01510563	0.97549997	1.03869876
14:00	15:00	0.82956363	1.02832833	0.94614536	1.05394486
15:00	16:00	0.88220242	1.05704885	0.99279034	1.02129437
16:00	17:00	0.74857066	1.01987855	0.76800133	1.07039624
17:00	18:00	0.76884971	1.02127515	0.77560064	1.10775379
18:00	19:00	1.10027838	1.06920721	1.09836544	1.09099969
19:00	20:00	1.26729909	1.27853914	1.23876601	1.22983836
20:00	21:00	1.51493012	1.33903444	1.52178441	1.32379671
21:00	22:00	1.73225965	1.36018633	1.80312195	1.3264583
22:00	23:00	1.8481885	1.29377022	1.82207899	1.22403723
23:00	0:00	1.33630541	1.21291619	1.27927616	1.15587642

## CONSUMO MAYOR A 500 [kWh]

HORA		DIAS HÁBILES		DIAS SEMIHÁBILES	
		ENCUESTA	CURVA TÍPICA	ENCUESTA	CURVA TÍPICA
0:00	1:00	0.820415276	1.032297565	1.160954595	1.138469998
1:00	2:00	0.574255527	0.970225393	0.663344595	1.038529537
2:00	3:00	0.574255527	0.854698785	0.663344595	0.862366747
3:00	4:00	0.574255527	0.829451586	0.663344595	0.833280797
4:00	5:00	0.574255527	0.778611267	0.663344595	0.746281134
5:00	6:00	0.574255527	0.741002607	0.663344595	0.790599548
6:00	7:00	1.289242341	0.817495752	1.116937436	0.818775677
7:00	8:00	0.873107528	0.828661333	0.846140105	0.684405284
8:00	9:00	0.73250108	0.788473816	0.846140105	0.799660623
9:00	10:00	0.837998115	0.829621768	0.846140105	0.849648876
10:00	11:00	0.837998115	0.835098539	0.846140105	0.829490746
11:00	12:00	0.890746632	0.858976828	0.907071942	1.13698675
12:00	13:00	1.10525727	0.981629522	1.089867452	0.97368571
13:00	14:00	0.941498569	0.981582273	0.724276432	1.029933426
14:00	15:00	0.84503125	1.051376768	0.741012376	1.069684467
15:00	16:00	0.901296336	1.143192175	1.081304498	1.048174508
16:00	17:00	0.901296336	1.102943911	1.221886431	1.09946368
17:00	18:00	0.950528285	1.080329815	0.93753786	1.075705815
18:00	19:00	1.379853076	1.121253121	1.218495372	1.106877617
19:00	20:00	1.173450378	1.19122017	1.42658978	1.200663041
20:00	21:00	1.127841935	1.256086917	1.282818268	1.152298115
21:00	22:00	1.875385626	1.254180288	1.519668441	1.258807531
22:00	23:00	1.875385626	1.237019398	1.496079696	1.127336555
23:00	0:00	1.769888591	1.173448839	1.374216023	1.233453501



## ANEXO 5

### CÁLCULOS DE AHORRO DE ENERGÍA DEL V.A.N.

REFRIGERADORA				
TECNOLOGÍA	[W]	[kWh] al Año	Diferencia [Kwh] al Año	Ahorros [\$] al Año
CONVENCIONAL \$478	350	3066	---	---
INTELIGENTE \$600 Inversión Inicial \$600-\$478=\$122	184	1611.84	1454.16	130.8744

ACONDICIONADOR DE AIRE				
TECNOLOGÍA	[W]	[kWh] al Año	Diferencia [Kwh] al Año	Ahorro [\$]
CONVENCIONAL \$600	1200	10512	---	---
INTELIGENTE \$800 Inversión Inicial \$800-\$600=\$200	840	7358.4	3153.6	283.824

LAVADORA				
TECNOLOGÍA	[W]	[kWh] al Año	Diferencia [Kwh] al Año	Ahorro [\$]
CONVENCIONAL \$778	350	3066	---	---
INTELIGENTE \$1007 Inversión Inicial \$1007-778=\$229	245	2146.2	919.8	82.782

## Anexo 6

Tabla de Energía por Equipo Electrodoméstico según encuestas

	REFRIGERADORA	FOCOS LED	TELEVISOR LED	ACONDICIONADOR DE AIRE	LAVADORA
PERIÓDO DE ANÁLISIS [HORAS]	8760	3285	2920	2555	1095
POTENCIA NUEVA TECNOLOGÍA[H]	350	32	132	1200	350
ENCUESTA [MODA ]	1	2	1	1	1
RANGO DE CONSUMO 0-130 KWH	3066000	210240	385440	3066000	383250
TOTAL ABONADO 0-130 KWH	827844,528	56766,48192	104071,8835	827844,528	103480,566
TOTAL 0-130 [MWH]	270008				
ENCUESTA [MODA]	1	8	2	1	1
RANGO DE CONSUMO 131-500 KWH	3066000	840960	770880	3066000	383250
TOTAL ABONADOS 131-500 KWH	239817				
TOTAL 131-500 [MWH]	735278,922	201676,5043	184870,129	735278,922	91909,86525
ENCUESTA[MODA ]	1	9	4	1	1
RANGO DE CONSUMO MAYOR A 500 KWH	3066000	946080	1541760	3066000	383250
TOTAL ABONADOS MAYOR A 500 KWH	29372				
TOTAL MAYOR A 500 [MWH]	90054,552	27788,26176	45284,57472	90054,552	11256,819
TOTAL POR APARATO ELECTRICO[MWH]	1653178,002	286231,248	334226,5872	1653178,002	206647,2503
TOTAL MWH	4133461,089				

Tabla de Consumo energético aplicando la actual Tecnología

	REFRIGERADORA	FOCOS LED	TELEVISOR LED	ACONDICIONADOR DE AIRE	LAVADORA
PERÍODO DE ANÁLISIS [HORAS]	8760	3285	2920	2555	1095
POTENCIA NUEVA TECNOLOGÍA[H]	184	5	20	840	245
ENCUESTA [MODA ]	1	2	1	1	1
RANGO DE CONSUMO 0-130 KWH	1611840	32850	58400	2146200	268275
<b>TOTAL ABONADO 0-130 KWH</b>	<b>270008</b>				
TOTAL 0-130 [MWH]	435209,6947	8869,7628	15768,4672	579491,1696	72436,3962
ENCUESTA [MODA]	1	8	2	1	1
RANGO DE CONSUMO 131-500 KWH	1611840	131400	116800	2146200	268275
<b>TOTAL ABONADOS 131-500 KWH</b>	<b>239817</b>				
TOTAL 131-500 [MWH]	386546,6333	31511,9538	28010,6256	514695,2454	64336,90568
ENCUESTA[MODA ]	1	9	4	1	1
RANGO DE CONSUMO MAYOR A 500 KWH	1611840	147825	233600	2146200	268275
<b>TOTAL ABONADOS MAYOR A 500 KWH</b>	<b>29372</b>				
TOTAL MAYOR A 500 [MWH]	47342,96448	4341,9159	6861,2992	63038,1864	7879,7733
TOTAL POR APARATO ELECTRICO[MWH]	869099,2925	44723,6325	50640,392	1157224,601	144653,0752
<b>TOTAL MWH</b>	<b>2266340,994</b>				

Tabla de Consumo energético aplicando la Nueva Tecnología

$$\text{Total} = 4'133461,089 - 2'266340,994 = 1'867120,1 \text{ [MWh]}$$