

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**OPTIMIZACION DE COSTOS EN LA FACTURACION ELECTRICA  
APLICADOS A LA PEQUEÑA Y MICRO EMPRESA BASADOS EN UNA  
CORRECTA APLICACIÓN DEL MARCO REGULATORIO Y LA LEY DE  
CONCESIONES ELÉCTRICAS Y SU REGLAMENTO. DL 25844 – DS 093-2003**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**RUBY ALIAGA BAUTISTA**

**PROMOCIÓN  
2005-I**

**LIMA – PERU  
2008**



**OPTIMIZACION DE COSTOS EN LA FACTURACION ELECTRICA  
APLICADOS A LA PEQUEÑA Y MICRO EMPRESA BASADOS EN UNA  
CORRECTA APLICACIÓN DEL MARCO REGULATORIO Y LA LEY DE  
CONCESIONES ELÉCTRICAS Y SU REGLAMENTO. DL 25844 – DS 093-2003**

Mi eterno agradecimiento a los  
seres que más quiero en este mundo,  
Eva y Paco mis padres.

## SUMARIO

Es conocido que uno de los factores en el desarrollo de la industria, es la de optimizar los costos del proceso productivo, la misma que abarca tres grandes áreas, aguas, combustibles y electricidad, el tener un control adecuado del tratamiento y operación de las mismas, garantizara costos menores del proceso productivo.

En el tema eléctrico mucho se ha hablado sobre las posibilidades de ahorro, sin embargo estas aun no son difundidas fehacientemente, es mas, se dijo que con la operación del Gas de Camisea los costos de la electricidad se reducirían, sin embargo vemos que al contrario estos se han incrementado, y no porque Camisea sea ineficiente, lo que sucede es que la Política Energética en materia de precios unitarios de la electricidad responde a variables macroeconómicas de las cuales Camisea recién forma parte, pero que al final terminara beneficiando solo al sector industrial Limeño, debido a la Centralización. Si creyéramos que un aserradero en Loreto, o una panadería en Puno recibirá gas natural para la operación de sus equipos estamos equivocados, y mientras tanto que?.

Actualmente vemos como muchas pequeñas y medianas empresas que apuntan esfuerzos a la agroindustria, la exportación de alcachofas, páprika, espárragos, ha aumentado, con lo cual el requerimiento de la operación de equipos se ira incrementando, por lo tanto el complementar estas actividades con una asesoría correcta en materia eléctrica para que sus costos operativos sean menores, ayudara mucho en el proceso productivo.

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	
1.1 Objetivo de la tesis	2
1.2 Alcances	3
<b>CAPITULO II</b>	
<b>SECTOR ELECTRICO EN EL PERU Y EL MARCO LEGAL</b>	
2.1 Actividades dentro del Sector Eléctrico	5
2.1.1 Generación	5
2.1.2 Transmisión	5
2.1.3 Distribución	6
2.2 Estructura del Sector Eléctrico	6
2.3 Marco Regulatorio en el Perú	7
<b>CAPITULO III</b>	
<b>ANALISIS CONCEPTUAL DE POLITICA TARIFARIA</b>	
3.1 Descripción del Sistema Tarifario en el Perú	8
3.1.1 Sistemas de Precios de Electricidad	8
3.2 Metodología para la fijación de las tarifas	9
3.2.1 Precios Máximos de Generador a Distribuidor de Servicio Público	9
3.2.2 Precios Máximos de Transmisión	10
3.2.3 Precios Máximos de Distribución	10
3.3 Componentes de las tarifas	11
3.3.1 Tarifa de Generación	11
3.3.2 Tarifa de Transmisión	12
3.3.3 Tarifa de Distribución	12
a) Determinación de las tarifas de Distribución Eléctrica	12
3.4 Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación al usuario Final	15
3.4.1 Opciones Tarifarias	15

## VII

a) Tarifa MT2 y BT2 – (2E2P)	18
b) Tarifa MT3 y BT3 – MT4 y BT4 (1E1P)	19
c) Tarifa BT5 (2E)	20
d) Tarifa BT5B (1E)	21
e) Tarifa BT5C (1E)	21
f) Tarifa BT6 (1P)	21
g) Tarifa BT7 – Usuarios de Servicio Prepago	22

### **CAPITULO IV**

#### **COMPORTAMIENTO ELÉCTRICO DE LAS PEQUEÑAS Y MICROEMPRESAS**

4.1 Diagramas de carga eléctrica de estos usuarios	23
4.2 Estudio del Sistema Eléctrico de las Pequeñas y Microempresas	25

### **CAPITULO V**

#### **METODOS DE AHORRO DE ENERGÍA**

5.1 Descripción de sistemas de ahorros de energía	30
5.1.1 Selección de la Correcta Opción Tarifaria	30
a) ¿Qué tarifa es la más óptima?	30
5.1.2 Factor de Calificación	31
5.1.3 Proceso productivo	32
5.1.4 Funcionamiento de Equipos y Control de la Máxima Demanda	32
5.1.5 Conexión en Media Tensión	34
5.1.6 Contratos Estacionales	34
5.1.7 Independización de Suministros	35
5.1.8 Compensación de Energía Reactiva	35
5.1.9 Control de la Iluminación	35

#### **CAPITULO VI MEDICION Y REGISTRO DE LA ENERGÍA EN LAS PEQUEÑAS Y MICROEMPRESAS**

6.1 Monitoreo de la Energía	37
6.2 Energía Consumida	38
6.3 Registro de la Producción	39
6.4 Índice Energético	40
6.5 Seguimiento	45
6.6 Plan de Eficiencia Energética	47
6.6.1 El grupo de Eficiencia Energética	47

**CAPITULO VII****ADMINISTRACION DE LA ENERGIA**

7.1 Como iniciar la administración de la Energía	49
--	----

**CAPITULO VIII****EVALUACION TECNICA ECONOMICA EN LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AHORROS DE ENERGIA**

8.1 Aplicación de los Sistemas de Ahorro de Energía	54
8.1.1 Elección de Correcta opción Tarifaria	54
a) Suministro Existente	
b) Suministro nuevo	
8.1.2 Factor de Calificación	62
8.1.3 Suministro Eléctrico en Media Tensión	64
8.1.4 Compensación de Energía Reactiva	66
8.2 Conclusión de los Ahorros Aplicados a estos usuarios	68

**CAPITULO IX****IDENTIFICANDO LA PROBLEMÁTICA**

9.1 Descripción del Problema	69
9.2 Expectativas del ahorro de energía.	69

**CAPITULO X****PROPUESTA DE SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGIA**

10.1 Propuesta	70
----------------	----

**CAPITULO XI****ANALISIS INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD**

11.1 Formación de un grupo de trabajo	71
11.2 Difusión del Proyecto	71

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	72
---------------------------------------	----

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	73
---------------------	----

## **INTRODUCCION**

Es sabido que el OSINERG, ente regulador del sistema eléctrico establece las diferentes opciones y condiciones de facturación para un usuario final, pero la pregunta es: Si el usuario final esta informado de estas opciones y condiciones?, y la respuesta es muy sencilla NO, ellos no lo saben, su interés esta centrado mas en los pagos de impuestos a la SUNAT, Municipalidades, etc, pero de electricidad muy poco. Es mas, de acuerdo a Ley de Concesiones Eléctricas cada cuatro (4) años se establecen nuevas condiciones de facturación con la finalidad de mejorar y/o optimizar el sistema de facturación eléctrico, pero esta información solo llega a determinado sector, Cual es?, a las empresas de Consultoría Eléctrica, una especie de estudio de abogados pero dedicados a desentrañar cada palabra y párrafo de Resoluciones, Directivas, Reclamos, los mismos que utilizan para afianzar y asesorar al Sector Comercial, Industrial Estatal – Privado, y así generar un negocio por demás interesante, las Consultoras están formadas en su totalidad por Ingenieros Electricistas o Mecánico - Electricistas, que añaden a sus conocimientos técnicos (motores, transformadores, armónicos, flickers, líneas de transmisión, protección, etc) conocimientos legales sobre facturación eléctrica, una combinación que hoy en día resulta fundamental para el Sector Industrial.

## **CAPITULO I GENERALIDADES**

### **1.1 Objetivo de la tesis**

El presente trabajo pretende como objetivo final, establecer la unión o matrimonio entre el alumno egresado de la Universidad y la Realidad Eléctrica de nuestro país, la cual es desconocida cuando éste deja las aulas.

Muchas veces nos preguntamos cuando llegamos a una fábrica o empresa a efectuar nuestras primeras practicas profesionales o nuestro primer trabajo, por que utilizan en sus tableros de distribución llaves cuchillas o operan con motores que a todas luces son anticuados, o simplemente no cuentan con elementos que mejoraría su producción, la respuesta es sin ninguna duda “la inversión que esta involucraría”, dejándonos a nosotros (los ingenieros que recién empezamos) las ganas de aplicar todo lo que nos enseñaron respecto a nuestra rama, los motores de alta eficiencia, los transformadores con menos perdidas a base de silicona como medio aislante, luminarias con mayor nivel de iluminación, balastos electrónicos, cables eléctricos con mayor capacidad de corriente (NYY), etc.

Ante eso no podemos quedarnos cruzados de brazos, nuestra misión, SOLUCIONAR PROBLEMAS, y si no podemos optimizar los costos de facturación eléctrica con la implementación de nueva tecnología, entonces debemos mirar otro lado, del cual no nos enseñan mucho, pero que los resultados son mas interesantes que los que hubiéramos conseguido aplicando lo que se nos enseñó. Un ejemplo de esto bastara para poder entender la importancia de este tema; Una empresa dedicada al rubro textil, facturaba mensualmente en promedio S/. 1,300.00 nuevos soles, un simple cambio de opción tarifaria permitió que su nueva facturación sea de S/. 400.00, si, este cambio es real y representa una reducción del 69% de la facturación de este suministro, entonces la pregunta que nos podríamos hacer es evidente, ¿Lograríamos dichos ahorros con un cambio de la tecnología en sus maquinas para esta empresa?, creo que vacilaríamos en la respuesta, pero al final lo negaríamos. Ah!, y lo mas importante ¿Cuánto costo efectuar este cambio?, pues sencillamente nada, la legislación actual permite efectuar cambios de tarifa sin que estos

generen un costo al cliente. Pues bien, ahora podemos entender lo que un alumno egresado puede efectuar en cualquier fabrica o empresa de haber tenido un conocimiento mayor de la Legislación Vigente en materia tarifaria o en el mejor de los casos, haber participado directamente en trabajos prácticos llevados por un estamento de la universidad que brinde servicios a la industria nacional y que formen parte de su adiestramiento antes de culminar su carrera. Por lo tanto se establecen los siguientes objetivos:

- Establecer alternativas de reducción de los costos de facturación por consumo eléctrico para pequeñas y micro empresas a nivel nacional, basadas en la normativa vigente de la Ley de Concesiones Eléctricas, las cuales se van renovando y/o cambiando cada cuatro años.
- Determinar factores de costos de consumo eléctrico, de diferentes rubros empresariales por sectores geográficos y condiciones de facturación, estableciendo valores estándares que permitirán su identificación para luego proponer mejoras en el mismo.
- Buscar un acercamiento entre la Universidad y el Sector Empresarial (Mediana, Pequeña y Microempresa), fomentando la aplicación de la ingeniería eléctrica basada en la Normativa Tarifaria vigente, Realidad Nacional y Políticas Energéticas, A fin de crear conciencia en el estudiante de la aplicación practica de los conceptos de ahorro energético.
- Crear una entidad universitaria de apoyo al microempresario peruano con la finalidad de asesorarlo en materia eléctrica, involucrando directamente al estudiante universitario.

## **1.2 Alcances**

Nuestro sistema eléctrico en materia de facturación (a nivel nacional) esta organizado y dividido por sectores típicos de distribución, la misma que responde a las características operativas de cada sector (consumo por cliente, potencia instalada, longitud de redes).

Cada lugar del país (con ésta clasificación), esta definido por un determinado sector típico de distribución, los cuales tienen pliegos tarifarios para las tarifas que rigen a nivel nacional, dichos sectores están clasificados de acuerdo a la densidad poblacional y son los siguientes:

Sector de Distribución Típico 1: Urbano de Alta Densidad

Sector de Distribución Típico 2: Urbano de Media Densidad

Sector de Distribución Típico 3: Urbano de Baja Densidad

Sector de Distribución Típico 4: Urbano Rural

Sector de Distribución Típico 5: Rural

Sector de Distribución Especial: Villacuri

Teniendo en cuenta la distribución de esta clasificación, podemos afirmar que gran parte de la pequeña y micro empresa se ubica en las ciudades de alta y media densidad por lo que la expectativa de difundir políticas de ahorro basadas en una correcta elección tarifaria son auspiciosas; Sin embargo la aplicación de la optimización tarifaria puede realizarse en cualquier lugar del país y cualquier sector típico de distribución ya que en todas ellas existe pliegos tarifarios para cada una de las tarifas fijadas y por ende diferencias de sus precios unitarios, que es lo que se busca al final para una reducción en los costos de facturación.

De esta forma, a los agroindustriales de las pampas de Ica, que pertenecen al sector Típico 2, los agricultores de la zona de Tarapoto Rural - Bellavista del sector típico 5, o ganaderos de la zona de Cangallo perteneciente al sector típico 5, tienen alternativas de facturación para sus pequeñas plantas de producción, y/o fomentar la implementación de las mismas con un bajo costo de su costo productivo.

## **CAPITULO II**

### **SECTOR ELÉCTRICO EN EL PERÚ Y EL MARCO LEGAL**

#### **2.1 Actividades dentro del Sector Eléctrico**

Con la finalidad de contar con un mercado eficiente y competitivo la Ley de Concesiones Eléctricas, divide las actividades del sector eléctrico en generación, transmisión, y distribución, además promueve la especialización de las empresas eléctricas en cada una de estas actividades. Asimismo establece el régimen de libertad de precios para que los suministros puedan efectuarse en condiciones de competencia.

##### **2.1.1 Generación**

La generación es llevada a cabo por empresas estatales o privadas, las cuales producen electricidad a partir de centrales hidroeléctricas o termoeléctricas. Esta actividad se desarrolla en un mercado de libre competencia donde cualquier empresa puede instalar equipos de generación de electricidad. Sin embargo en el caso de explotar recursos hidráulicos o geotérmicos para centrales mayores a 10 MW, el operador requiere de una concesión del Ministerio de Energía y Minas.

##### **2.1.2 Transmisión**

La transmisión tiene como principal objetivo facilitar las transferencias de energía desde los generadores a los clientes, para lo cual se debe cubrir los costos de transmisión a través de un peaje por conexión que es pagado por los generadores a los operadores de los sistemas de transmisión a través de un peaje por conexión que es pagado por los generadores a los operadores de los sistemas de transmisión. Cabe resaltar que éstos últimos requieren de una concesión cuando sus instalaciones afectan a bienes del estado.

##### **2.1.3 Distribución**

El nuevo marco regulatorio permite que la distribución de electricidad pueda ser desarrollada por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, de acuerdo con el sistema de concesiones y autorizaciones establecidos por el MEM, que estipula que las empresas requieren de una concesión cuando la potencia instalada es mayor a los 500 kW.

Los concesionarios de distribución están obligados a prestar servicio eléctrico a quien lo requiera dentro de su área de concesión. Además, están obligados a tener contratos vigentes con las empresas generadores que cubran sus requerimientos de potencia y energía

## 2.2 Estructura del Sector Eléctrico

En cuanto a la estructura del sector eléctrico, la Ley de Concesiones eléctricas ha determinado la existencia de cinco actores principales:

- Los clientes o usuarios, que están divididos en dos categorías: clientes libres (demanda mayor a 1000kW) quienes actualmente representan el 46% del consumo de energía y clientes regulados, los cuales representan el 54% del consumo.
- Las empresas eléctricas, que pueden ser generadoras, transmisoras o distribuidoras, y que operan en forma independiente.
- El Comité de Operación Económica del Sistema (COES) del sistema interconectado nacional, es un organismo de carácter técnico que coordina la operación del sistema al mínimo costo, garantizando la seguridad en el abastecimiento de la electricidad.
- El estado, representado por el MEM a través de la Dirección General de Electricidad (DGE), que ejerce las funciones en materia normativa dentro del sector, y además, es responsable del otorgamiento de concesiones y autorizaciones para participar en el sector eléctrico.
- El Supervisor de la Inversión en Energía, encargado de la regulación del sector eléctrico e integrado por la Comisión de Tarifas Eléctricas (CTE), el organismo Supervisor de la Energía (Osinerg) y el instituto de Defensa de la Libre Competencia y la Propiedad Intelectual (Indecopi).

- La comisión de tarifas eléctricas es el organismo técnico y autónomo, responsable de fijar tarifas máximas de generación, transmisión y distribución, así como establecer las fórmulas tarifarias de electricidad aplicables a los clientes regulados.

- Osinerg es la entidad con autonomía funcional, técnica, administrativa y económica, pertenecientes al MEM, encargada de fiscalizar el cumplimiento de las disponibles legales y técnicas relacionadas con las actividades de los sectores eléctricos e hidrocarburos.

- Indecopi vela por la aplicación de normas de libre competencia, así como otras normas de su competencia, en los sectores eléctricos e hidrocarburos.

### **2.3 Marco Regulatorio en el Perú.**

El marco regulatorio en el Perú esta dada por la Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley N° 25844 de noviembre 1992, actualizado a marzo 2007) y su Reglamento:

- Decreto Supremo N° 099-93-EM
- Decreto Supremo N° 043-44-EM

Entre las principales normas de la Ley de Concesiones Eléctricas y su reglamento, está la reorganización del sector eléctrico, en generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, define regímenes de concesión, establece el procedimiento de cálculo para las tarifas de electricidad y fija la operación coordinada de la generación a mínimo costo entre otras.

## **CAPITULO III**

### **ANÁLISIS CONCEPTUAL DE POLÍTICA TARIFARIA**

#### **3.1 Descripción del Sistema Tarifario en el Perú.**

El marco normativo en el Perú está dado por la Ley de Concesiones Eléctricas, el cual asegura una oferta eléctrica confiable, garantiza el funcionamiento eficiente del sector y la aplicación de una tarifa para los consumidores finales considerando el uso óptimo de los recursos energéticos disponibles.

Los títulos II y V de la ley nos hablan acerca de las tarifas de energía en el Perú y sobre los sistemas de precios de la electricidad.

El sistema tarifario en el Perú está a cargo de la Comisión de Tarifas Eléctricas, el cual es un organismo técnico y descentralizado del sector energía y minas. Este organismo es responsable de fijar las tarifas de energía eléctrica y las tarifas de transporte e hidrocarburos líquidos por ductos, de transporte y distribución de gas natural por ductos.

#### **3.1.1 Sistemas de precios de la Electricidad**

Los precios regulados reflejarán los costos marginales de suministro y se estructurarán de modo que promuevan la eficiencia del sector. Estarán sujetos a regulación de precios:

- La transferencia de potencia y energía entre generadores.
- Los retiros de potencia y energía en el COES que efectúen los distribuidores y usuarios libres.
- Las tarifas y compensaciones de sistemas de transmisión y distribución.
- Las ventas de energía de generadores a concesionarios de distribución destinados a servicio público de electricidad.
- Las ventas a usuarios de servicio público de electricidad.

### **3.2 Metodología para la Fijación de las Tarifas**

La Ley de Concesiones Eléctricas describe las metodologías para obtener los precios máximos de generación, transmisión y distribución de electricidad, a la vez es el ente regulador encargado de fijar las tarifas mediante la aplicación de dichas tarifas.

#### **3.2.1 Precios Máximos de Generador a Distribuidor de Servicio Público**

Las ventas de electricidad a un distribuidor, destinadas al servicio público de electricidad, se efectúan en los puntos donde se inician las instalaciones del distribuidor. (Tarifas en barra).

Las tarifas en barra y sus fórmulas de reajuste son fijadas anualmente por Osinerg y entrarán en vigencia en los meses de mayo y noviembre de cada año. Para lo cual el subcomité de generadores y transmisores, efectúan los cálculos correspondientes, en la actividad que corresponda.

Para lo cual se proyecta la demanda para los próximos 24 meses y se determina un programa de obras de generación y transmisión factibles de entrar en operación en dicho período, se determina el programa de operación que minimice la suma del costo actualizado de operación y el costo de racionamiento para el período de estudio, tomando en cuenta, las series hidrológicas históricas, los embalses y los costos de combustible.

Se calcula los costos marginales de corto plazo esperados de energía del sistema, para los bloques horarios que establezca la Comisión de Tarifas Eléctricas, se determina el precio básico de la energía por bloques horarios, como un promedio de los costos marginales antes calculados, y la demanda actualizados al 31/03 del año correspondiente.

Se determina el tipo de unidad generadora más económica para suministrar potencia adicional durante las horas de demanda máxima anual del sistema eléctrico, a la vez se determina el precio básico de la potencia de punta.

Se calcula para cada una de las barras del sistema, un factor de pérdidas un factor de pérdidas de potencia y un factor de pérdidas de energía en la transmisión.

Finalmente se determina el precio de la potencia de punta en barra, para cada una de las barras del sistema, agregando al precio básico de la potencia de punta los valores unitarios del peaje de transmisión y el peaje por conexión. También se calcula el precio de energía en barra, para cada una de las barras del sistema, multiplicando el precio básico de la energía nodal correspondiente a cada bloque horario por el respectivo factor nodal de energía. (Los factores nodales de energía se calculan considerando las pérdidas marginales y la capacidad

del sistema de transmisión). En las barras del sistema secundario de transmisión el precio incluirá el peaje correspondiente de dicho sistema.

El subcomité de generadores y transmisores presentará al Osinerg los correspondientes estudios técnico-económicos de las propuestas de precios en barra, que explique y que justifique lo siguiente:

La demanda de potencia y energía del sistema eléctrico para el período de estudio, el programa de obras de generación y transmisión, los costos de combustibles, costos de racionamiento, la tasa de actualización utilizada en los cálculos, costos marginales, precios básicos de la potencia de punta y de la energía, factores nodales de energía, el costo total de transmisión considerado, los valores resultantes para los precios en barra y la fórmula de reajuste propuesta.

### **3.2.2 Precios Máximos de Transmisión**

El Ministerio de Energía y Minas define el sistema principal y los sistemas secundarios de transmisión en cada sistema interconectado. El sistema principal permite a los generadores comercializar potencia y energía en cualquier barra de dicho sistema, mientras que los sistemas secundarios permiten a los generadores conectarse al sistema principal a comercializar potencia y energía en cualquier barra de éstos sistemas.

Los generadores conectados al sistema principal, abonan mensualmente a su propietario, una compensación para cubrir el costo total de transmisión, el cual comprende la anualidad de la inversión y los costos estándares de operación y mantenimiento del sistema económicamente adaptado. La compensación se abona separadamente a través de dos conceptos denominados ingresos tarifarios y peaje por conexión. Donde el ingreso tarifario será calculado en función a la potencia y energía entregadas y retiradas en barras, sin incluir el peaje respectivo. El peaje por conexión es la diferencia entre el costo total de transmisión y el ingreso tarifario. El peaje por conexión unitario es la diferencia entre el costo total de transmisión y el ingreso tarifario.

### **3.2.3 Precios Máximos de Distribución**

Las tarifas máximas a usuarios regulados, comprenden los precios a nivel generación, los peajes unitarios de los sistemas de transmisión correspondientes y el valor agregado de distribución (VAD).

### 3.3 Componentes de las Tarifas

Las tarifas de electricidad comprende el costo para el desarrollo de las actividades de generación, transmisión y distribución eléctrica, las cuales permiten la prestación del servicio público de electricidad (Fig 3.1).

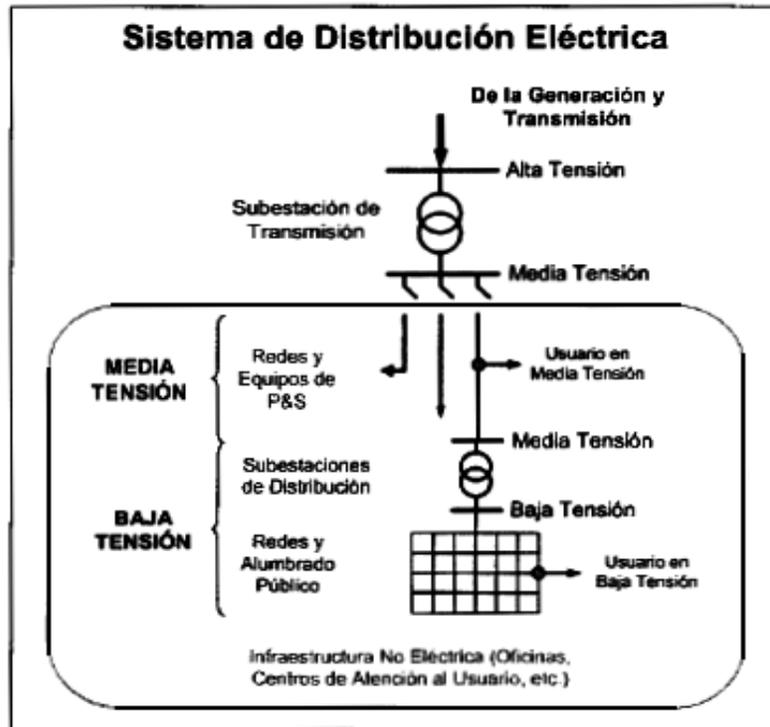


Fig. 3.1 Sistema de Distribución Eléctrica

**3.3.1 Tarifas de Generación:** Considera la tarifa de potencia más la tarifa de energía. La tarifa de potencia es siempre igual al costo de inversión en una unidad TG ciclo simple, sólo varía cuando los costos varían. La tarifa de energía depende de la demanda y la calidad de la oferta, a mayor demanda corresponde mayor precio, manteniendo la oferta invariable, a más oferta corresponde un menor precio, manteniendo la oferta invariable. Se regula cada 6 meses, en noviembre y mayo.

$$\text{Tarifa de Generación} = \text{Tarifa de Potencia} + \text{Tarifa Energía}$$

**3.3.2 Tarifa de Transmisión:** La tarifa de transmisión está compuesta por el ingreso tarifario, peaje unitario y la garantía por red principal de Camisea.

$$\text{Tarifa de Transmisión} = \text{Ingreso Tarifario} + \text{Peaje} + \text{GRP}$$

El ingreso tarifario, es el monto que los generadores deben transferir los transmisores, el peaje unitario es el monto que los consumidores deben pagar a los transmisores para completar los costos del servicio, y la garantía por red principal de camisea, es el monto por unidad necesaria que los consumidores transfieran a los concesionarios de la Red Principal de Camisea para completar sus ingresos garantizados. El peaje por conexión, disminuye si la demanda aumenta, el GRP disminuye si el consumo de gas se incrementa (principalmente en la generación con gas). Se regula cada año en el mes de mayo.

**3.3.3 Tarifa de Distribución:** La tarifa de distribución está representado por el VAD, valor agregado de distribución, el cual considera lo siguiente:

- Costos asociados al usuario (Cargos fijos).
- Las pérdidas estándar de distribución.
- Costos de inversión, mantenimiento y operación asociados a la distribución.

$$\text{Tarifa de Distribución} = \text{Costos asociados al usuario} + \text{Pérdidas} + \text{VADMT} + \text{VADBT}$$

Los costos asociados al usuario, denominados cargos fijos, cubren los costos de lectura del medidor, procesamiento de la lectura, emisión, reparto y cobranza de la factura o recibo. Las pérdidas son las pérdidas inherentes de las instalaciones de distribución eléctrica. Los costos estándar de inversión y mantenimiento y operación se reconocen a través del VAD de media y baja tensión (VADMT y VADBT). El VAD es el costo necesario para poner a disposición del usuario, la energía eléctrica desde la salida del alimentador de media tensión (ubicada en la subestación de transmisión), hasta el empalme de acometida del usuario. Se regula cada 4 años en el mes de noviembre.

#### **a) Determinación de las Tarifas de Distribución Eléctrica**

La ley de Concesiones Eléctricas establece que el VAD se calculara para cada empresa de distribución eléctrica, considerando sectores típicos establecidos por el

Ministerio de Energía y Minas, a propuesta del Osinerg. Los sectores típicos representan un conjunto de empresas eléctricas con características técnicas similares en la disposición geográfica de la carga y los costos de operación y mantenimiento.



**Fig. 3.2 Determinación de las Tarifas de Distribución Eléctrica**

La actual legislación determinó que los sectores típicos establecidos son 5, (sector típico I, II, III, IV, V), donde el sector típico I, es el urbano de alta densidad, sector típico II, urbano de media densidad, sector típico III, es el urbano de baja densidad, sector típico IV, es el urbano rural, el sector típico V es el rural y el sector típico especial es el sistema de distribución eléctrica de Villacurí.

Después de seleccionar los sectores típicos, el Osinerg selecciona las empresas modelos representativas para cada sector, donde se realizará los estudios del costo del VAD (Fig 3.2).

TABLA N° 3.1 SECTORES TIPICOS

<b>Sector Típico</b>	<b>Sistema de Distribución Eléctrica (Empresa Modelo)</b>	<b>Empresa de Distribución Eléctrica Responsable</b>
1	Lima Sur	Luz del Sur
2	Huancayo	Electocentro
3	Caraz-Carhuaz-Huaraz	Hidrandina
4	Chulucanas	Electronoroeste
5	Valle sagrado 1	Electro Sur Este
Especial	Villacurí	Coelvisac

A la vez el Osinerg elabora los términos de referencia, los cuales establecen los objetivos, alcances y requerimientos técnicos del estudio, así como las etapas que deben seguir su desarrollo (recopilación de antecedentes, creación de la empresa modelo y cálculo de las tarifas de distribución eléctrica). Estos estudios son realizados por consultores precalificados, los cuales determinan el VAD, para cada sector típico. Los valores del VAD obtenidos por los consultores, son supervisados por consultores quienes no participaron en la convocatoria de la elaboración de los estudios de costos del VAD.

El valor obtenido del VAD no es uno real, sino imaginario, correspondiente a una empresa modelo eficiente correspondiente a cada sector típico. A partir de éstos cálculos se calculan los precios básicos para lograr que el concesionario imaginario obtenga 12% de retorno.

Posteriormente se estima la tasa interna de retorno (TIR), de los concesionarios considerando un período de análisis de 25 años evaluando los ingresos que habrían percibido, los costos de operación y manteniendo exclusivamente del sistema de distribución, incluyendo las pérdidas y el VNR <sup>1</sup> de las instalaciones de cada empresa.

El siguiente paso es revisar la rentabilidad del conjunto de concesionario. Si las tasas antes calculadas difieren en más de cuatro puntos de la tasa de actualización (12%), los VAD que les dan origen serán los definitivos, en caso contrario estos valores deberán ser ajustados.

---

<sup>1</sup> El VNR, representa el costo de renovar las obras y bienes físicos destinados a prestar el mismo servicio con la tecnología y precios vigentes. (Considera, gastos financieros, gastos por compensaciones de las servidumbres, y gastos por concepto de estudios y supervisión)

### 3.4 Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de Usuario Final

El sistema tarifario peruano está normado y regulado por el Osinerg, quien mejora y revisa las condiciones de aplicación cada 4 años y define las condiciones generales, donde se establece lo siguiente:

- El usuario tiene derecho a elegir la opción tarifaria que más se adecue a sus requerimientos.
- La empresa distribuidora está obligada a aceptar la elección tarifaria seleccionada por el usuario, la cual tiene vigencia de un año, vencido el plazo el cliente puede solicitar el cambio de opción tarifaria y puede variar la potencia contratada.
- Las opciones tarifarias tienen en cuenta el sistema de medición y contratación de potencia.
- La calificación de clientes es mensual y se actualiza automáticamente.

#### 3.4.1 Opciones Tarifarias

Se cuenta con opciones tarifarias en baja <sup>2</sup>y media<sup>3</sup> tensión la elección de cada una de éstas dependerá del nivel de tensión a la que se encuentre conectado el suministro. Las tarifas en baja tensión (BT2, BT3, BT4, BT5A, BT6, BT7) se aplican para potencias contratadas menores a 100 kW, superior a esta potencia se podrá optar por una tarifa en media tensión (MT2, MT3, MT4). Para el caso de las pequeñas Empresas y Microempresa (potencia contratada inferior a 60 kW) son aplicables las tarifas BT5A, BT2, BT3 y BT4.

---

<sup>2</sup> Aquellos que están conectados a redes con tensión de suministro sea igual inferior a 1kV

<sup>3</sup> Aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión es superior a 1kV y menor a 30 kV.

TABLA N° 3.2 OPCIONES TARIFARIAS MEDIA TENSION

Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
<b>Media Tensión</b>		
<b>MT2</b>	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Modalidad de facturación de potencia activa variable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cargo fijo mensual.</li> <li>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</li> <li>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</li> <li>d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta.</li> <li>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta.</li> <li>f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta.</li> <li>g) Cargo por energía reactiva.</li> </ul>
<b>MT3</b>	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable. Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cargo fijo mensual.</li> <li>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</li> <li>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</li> <li>d) Cargo por potencia activa de generación.</li> <li>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</li> <li>f) Cargo por energía reactiva.</li> </ul>
<b>MT4</b>	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P) Energía: Total del mes. Potencia: Máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cargo fijo mensual.</li> <li>b) Cargo por energía activa.</li> <li>c) Cargo por potencia activa de generación.</li> <li>d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</li> <li>e) Cargo por energía reactiva.</li> </ul>

**TABLA N° 3.3 OPCIONES TARIFARIAS BAJA TENSION**

Baja Tensión	
<b>BT2</b>	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Modalidad de facturación de potencia activa variable.
<b>BT3</b>	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.
<b>BT4</b>	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P) Energía: Total del mes Potencia: Máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.
<b>BT5A</b>	Medición de dos energías activas (2E) Energía: Punta y Fuera de Punta
<b>BT5B</b>	Medición de una energía activa (1E) Energía: Total del mes
<b>BT5C</b>	Alumbrado Público, medición de una energía activa (1E) Energía: Total del mes
<b>BT6</b>	Medición de una potencia activa (1P) Potencia: Máxima del mes
<b>BT7</b>	Servicio Prepago de Energía Eléctrica Medición de Energía Activa

**a) Tarifa MT2 y BT2 - (2E2P)**

Estas opciones tarifarias consideran precios diferentes para la facturación de potencia y energía en horas de punta<sup>4</sup> o en horas fuera de punta<sup>5</sup>.

Para la facturación de los consumos de energía activa en horas de punta, se exceptúa los días domingos, los días feriados nacionales del calendario nacional y los feriados extraordinarios programados en días hábiles.

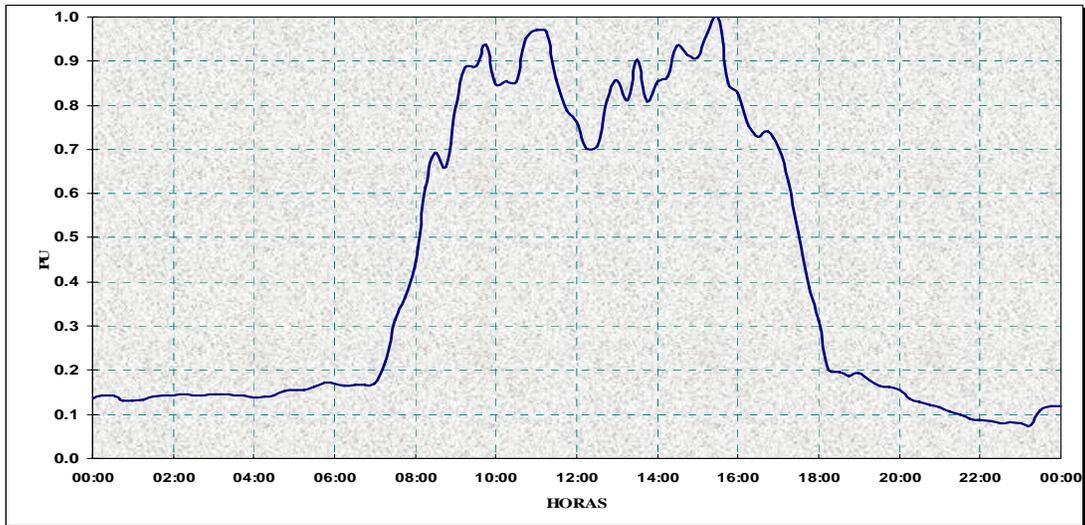
- **Facturación del cargo por potencia activa de generación.** En este caso la potencia activa de generación es dada por la máxima potencia activa registrada mensual en horas de punta.
- **Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución.** Estas opciones tarifarias consideran precios diferentes para la facturación de la potencia, en la modalidad potencia variable, efectuada en horas de punta o bien en horas fuera de punta.
- **Facturación de Potencia en horas de Punta.** Es igual a la potencia a facturar en horas de punta por el costo mensual de potencia activa, por uso de las redes de distribución de horas de punta.
- **Facturación por exceso de Potencia Activa.** Es igual al producto del exceso de potencia para la remuneración del uso de las redes, por el cargo mensual por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta. El exceso de potencia para la facturación del uso de las redes es igual a la diferencia entre la potencia a facturar en horas fuera de punta menos la potencia a facturar en horas de punta para la remuneración de las redes de distribución, siempre y cuando sea positivo. En caso contrario será igual a cero.

Las tarifas MT2 y BT2 es recomendable aplicarlas cuando se tenga demanda alta en horas fuera de punta, y demanda baja en horas de punta.

---

<sup>4</sup> Se entiende por HP al período comprendido entre las 17 y 23 horas de cada de día de todos los meses del año.

<sup>5</sup> Se entiende por HFP al período no comprendido en las horas de punta.



**Fig. 3.3 Diagrama de Carga – Tarifa MT2 y BT2**

**b) Tarifa MT3, BT3 (2E 1P) - MT4 Y BT4 (1E,1P)**

Estas opciones tarifarias consideran precios diferentes para las facturaciones de potencia de acuerdo a su calificación tarifaria, como presentes en punta o presentes fuera de punta.

- **Facturación de la Energía Activa** Para la facturación de los consumos de energía activa en horas de punta, exceptúan los días domingos y los feriados nacionales del calendario nacional extraordinarios programados en días hábiles.

**Calificación del Usuario**

La calificación del usuario será efectuada por la empresa de distribución según el uso de la potencia en horas de punta o fuera de punta del usuario.

El usuario será calificado como presente en punta cuando el cociente entre la demanda media del mismo en horas de punta y la demanda máxima es mayor o igual a 0,5. En la determinación del consumo en horas de punta, se exceptuará los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular y los feriados nacionales del calendario regular anual, en el caso el equipo de medición lo permita.

En caso contrario el usuario será calificado como presente en fuera de punta.

$$CT = \frac{EA \text{ HP}}{HPT \times MDL \text{ (mes)}}$$

CT  $\geq$  0,5 Cliente Presente en Punta

CT  $<$  0,5 Cliente Fuera de Punta

Para aquellos usuarios que no cuenten con equipos de medición adecuados para efectuar la calificación, la distribuidora instalará a su costo los equipos de medición apropiados por un período mínimo de 7 días calendarios consecutivos.

La vigencia de la calificación del usuario se realizará automáticamente mensualmente de acuerdo a las lecturas si el suministro tiene medición adecuada de potencia y energía para calificación, en caso contrario, definirá el período de vigencia de la calificación mayor a 3 meses, menor a un plazo mayor al de la vigencia de la opción tarifaria.

Antes de los 60 días calendarios de cumplirse el período de vigencia de la calificación, la distribuidora comunicará al usuario si desea el cambio de una nueva calificación, de no dar respuesta de 15 días, la distribuidora asumirá que el usuario desea mantener su calificación.

- **Facturación del cargo por Potencia Activa de Generación** Una vez calificado el usuario, la potencia activa de generación a facturar, está dada por la máxima potencia activa registrada mensual. Si no se cuenta con un sistema de medición adecuado para el registro de potencia, se considerará la potencia activa contratada por el uso de redes de distribución para la facturación de potencia.
- **Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución** Una vez calificado el usuario, la facturación será la potencia activa a facturar, expresada en kW, por el cargo mensual de potencia activa por uso de las redes de distribución. La potencia activa a facturar se define en función a la modalidad de contratación ya sea potencia variable o potencia contratada<sup>6</sup>.

### c) Tarifa BT5A (2E)

Podrán optar por esta tarifa aquellos usuarios en BT cuya demanda máxima mensual sea menor a 50 kW en hora fuera de punta, y menor a 20 kW, en hora de punta.

---

<sup>6</sup> La facturación por potencia contratada, se factura en forma constante para todos los meses. En este tipo de facturación se considera consumos estacionales y no estacionales.

El costo de conexión y el cargo de reposición y mantenimiento para los usuarios con la opción tarifaria BT5A, será equivalente al costo de conexión y de reposición y mantenimiento de la opción tarifaria BT3.

Para la facturación del consumo de energía activa, se podrán exceptuar los días domingos, los días feriados nacionales del calendario y los feriados nacionales extraordinarios programados en días hábiles. Siempre y cuando el usuario asuma los costos de inversión correspondiente a una nueva medición adicional, en caso contrario sólo se considerará los domingos y feriados nacionales.

**d) Tarifa BT5B (1E)**

Sólo podrán optar por esta opción tarifaria los usuarios alimentados en baja tensión (BT) con una demanda máxima mensual de hasta 20 kW o aquellos usuarios que instalen un limitador de potencia de 20 kW nominal o un limitador de corriente equivalente en horas de punta. Es éste último caso, la empresa podrá exigir la instalación de una conexión con la capacidad de registrar adecuadamente el consumo de energía en las horas fuera de punta.

**e) Tarifa BT5C (1E)**

Esta opción tarifaria aplicaran las empresas distribuidoras de electricidad sólo a los usuarios finales. En caso de iluminación especial de parques, jardines plazas y demás instalaciones de alumbrado adicional a cargo de las municipales, podrán elegir esta opción tarifaria y cualquier otra opción tarifaria binomia.

**f) Tarifa BT6 (1P)**

Podrán optar por esta opción tarifaria los usuarios alimentados en BT, con alta participación en horas punta o con demanda de potencia y consumo predecible, como avisos luminosos, cabinas telefónicas y similares, no comprendidas el uso residencial. La demanda máxima mensual para acceder a esta opción tarifaria es de 20 kW.

La empresa podrá solicitar al usuario que instale un limitador de potencia o un limitador de corriente equivalente con la finalidad de garantizar que su demanda no exceda el límite de la potencia contratada.

**g) Tarifa BT7 - Usuarios del Servicio Prepago**

Podrán optar por la opción tarifaria BT7, aquellos usuarios en baja tensión que posean un equipo de medición con las características especiales requeridas por el servicio prepago, que su demanda máxima sea de 20 KW, que el punto de suministro se encuentre en las zonas determinadas por la empresa distribuidora para la prestación del servicio público en la modalidad de prepago.

- **Facturación de energía activa** Los mismos usuarios adquirirán un monto de energía para el uso posterior, en los lugares habilitados para tal fin por la empresa distribuidora. Posteriormente los usuarios habilitarán en el equipo de medición instalado en su domicilio el importe energía adquirido.

La cantidad de energía adquirida por el usuario para su uso posterior no tendrá fecha de vencimiento.

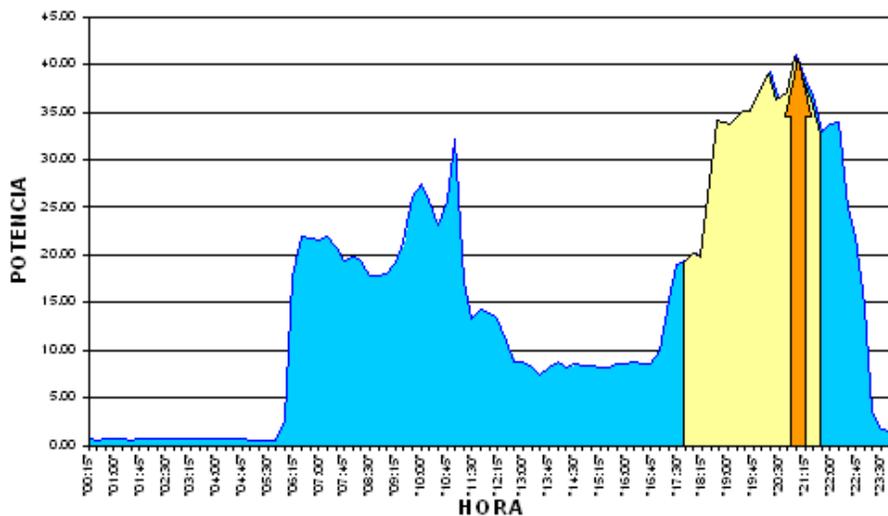
Una vez agotada la cantidad de energía adquirida en forma anticipada por el usuario prepago, el equipo de medición interrumpirá el servicio hasta que el usuario adquiriera una nueva cantidad de energía.

## CAPITULO IV COMPORTAMIENTO ELÉCTRICO DE LAS PEQUEÑAS Y MICROEMPRESAS

### 4.1 Diagramas de carga eléctrica de estos usuarios

Para la evaluación de las cargas eléctricas, se ha realizado un análisis de los diagramas de carga eléctrica en diversas empresas, enmarcadas en diferentes rubros:

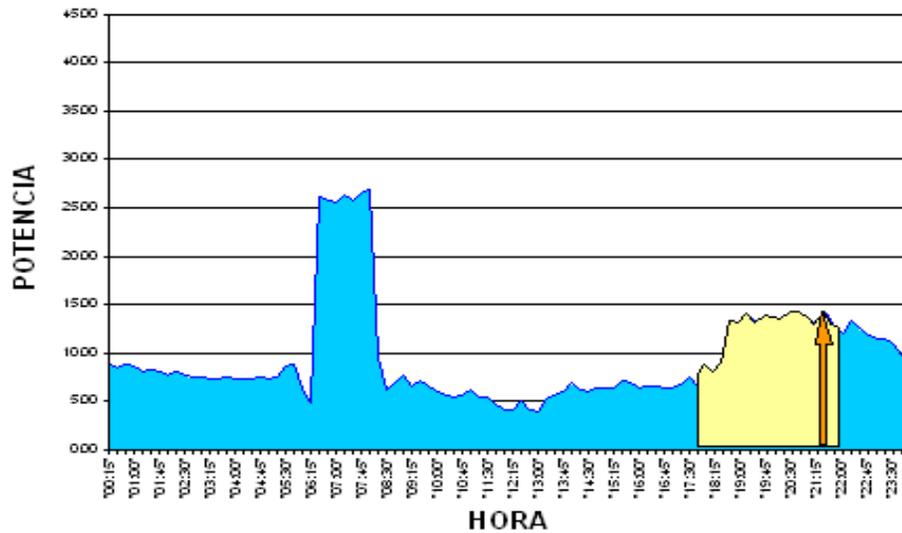
#### - Diagrama de Carga de un Gimnasio



**Fig. 4.1 Diagrama de Carga de un Gimnasio**

Empresa dedicada a la práctica de deportes, la cual cuenta con 3 turnos de operación, de acuerdo a su diagrama de carga se puede apreciar que la demanda máxima del sistema se da en horas punta razón por la cual este suministro, es un cliente presente en punta. La energía en horas fuera de punta es superior comparada con la energía en horas punta. Estos parámetros son importantes conocerlos para poder determinar lo más factible en términos de ahorro de energía.

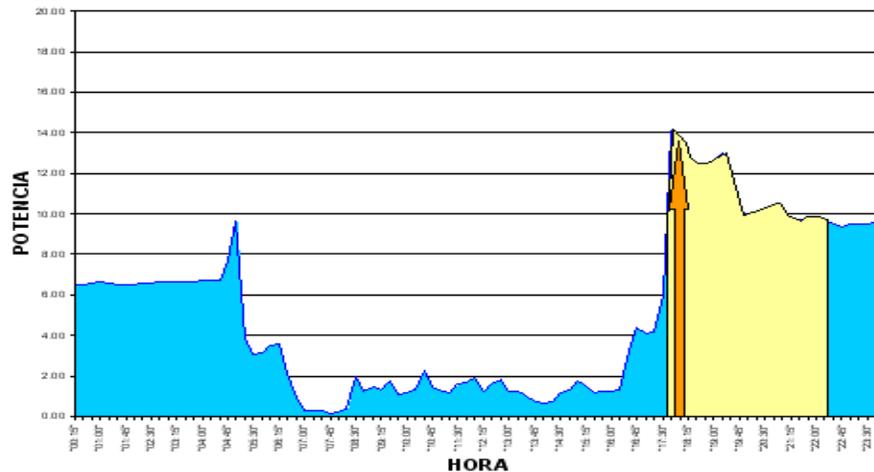
### - Diagrama de Carga de un Grifo



**Fig. 4.2 Diagrama de Carga de un Grifo**

Empresa dedicada a la venta de gasolina y diesel, de acuerdo a su diagrama de cargas se puede determinar que la demanda máxima del sistema se da en horas fuera de punta, se puede observar que existe un pico entre las 6:15 y 8:30 am, debido al encendido de 4 bombas simultáneamente, las cuales fueron encendidas durante un solo día, éste hecho hizo que las facturas de los siguientes 6 meses (Potencia redes de distribución) sean afectadas por tener modalidad de facturación Potencia Variable, la cual considera el promedio de la potencia de las 2 demandas superiores de los 6 últimos meses.

### - Diagrama de Carga Distribuidora de Automóviles



**Fig. 4.3 Diagrama de Carga Distribuidora de Automóviles**

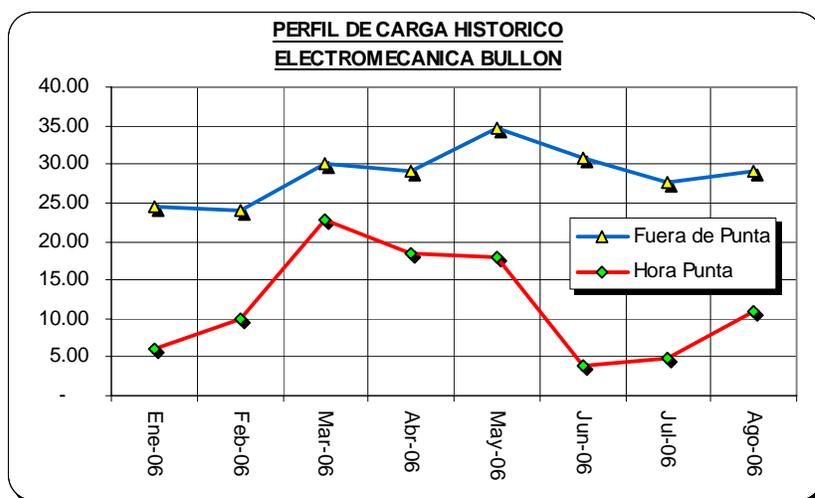
Compañía dedicada a la comercialización de automóviles, se puede apreciar que la demanda máxima se da en horas punta, y que la energía en horas de punta y horas fuera de punta son casi equivalentes, en este caso si hubiera un adecuado asesoramiento en el proceso productivo, haríamos que la demanda máxima del sistema se de en horas fuera de punta, lo cual influiría notablemente en los costos de la facturación.

Los diagramas de carga responden a necesidades particulares de cada actividad. Pero operan en forma desordenada y sin planificación en materia de ahorro de energía, generalmente por falta de conocimiento, o un correcto asesoramiento en política de cultura del ahorro.

#### 4.2 Estudio del Sistema Eléctrico de las Pequeñas y Microempresas

Para establecer las pautas del presente trabajo, se muestra un resumen de las características eléctricas de determinadas empresas pertenecientes a diferentes rubros, entre las cuales tenemos:

- **Rubro Metal Mecánica – Electromecánica Bullon** (Suministro N° 1327792)



**Fig. 4.4 Perfil de Carga – Electromecánica Bullon**

Empresa dedicada al servicio de doblado, rolado y corte de planchas metálicas (entre otros); De acuerdo a su registro histórico de consumos, su mayor demanda la realiza en horas fuera de punta, contando con un solo turno de operación, razón por la cual la energía

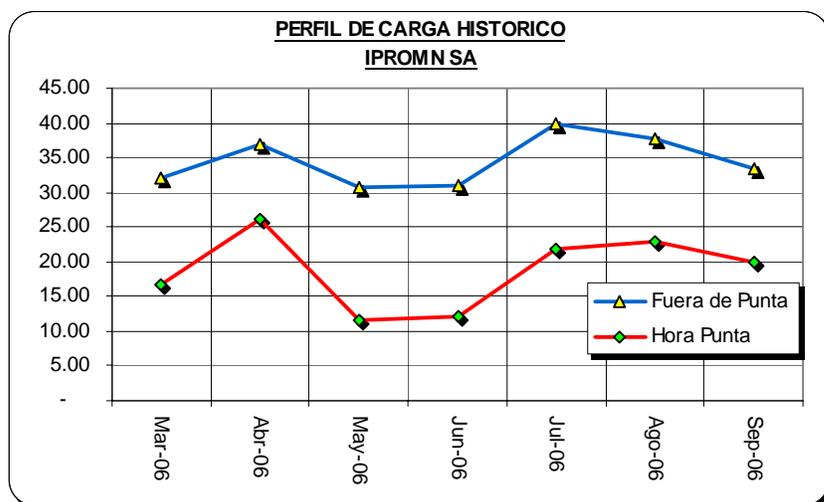
activa en horas punta es mínima. En la siguiente tabla se resume el consumo de sus principales parámetros eléctricos:

**TABLA N° 4.1 PARAMETROS ELECTRICOS – ELECTROMECHANICA  
BULLON**

Mes	MD FP (Kw)	MD HP (Kw)	EAFP (Kwh)	EAHP (Kwh)	E. Reactiva (Kvarh)
Ene-06	24.48	5.96	6719	95.8	13462.7
Feb-06	24.00	10	8314	124	16623
Mar-06	29.98	22.74	8472	138.1	16912
Abr-06	29.18	18.52	8645	147.9	17223
May-06	34.60	18	8814.8	153	17521
Jun-06	30.78	3.92	8943	154.7	17769
Jul-06	27.58	4.86	9077	150.7	18041
Ago-06	29.12	10.82	9243	164.1	18358.5

Nótese que la energía activa en horas punta representa solo el 1.61% de la energía activa total consumida, así mismo la relación entre la energía reactiva y activa (factor de potencia) es de 0.45, lo cual hace apto al sistema, para la instalación de un banco de condensadores.

- **Rubro metal mecánica IPROMN SA** (Suministro N° 400828)



**Fig. 4.5 Perfil de Carga – Ipromnsa**

Industria dedicada al servicio metal mecánico, se puede apreciar que de acuerdo a su registro histórico de consumos, el mayor consumo de cargas se realiza en horas fuera de punta, ya que el horario de trabajo de esta empresa se da entre 8:00 am y 7:00 pm.

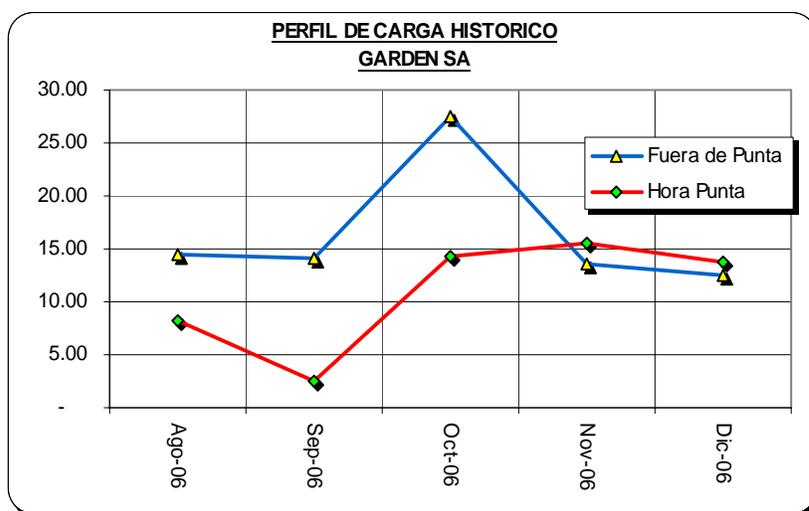
En la siguiente tabla se resume el consumo de sus principales parámetros eléctricos.

**TABLA N° 4.2 PARAMETROS ELECTRICOS – IPROMNSA**

Mes	MD FP (Kw)	MD HP (Kw)	EAFP (Kwh)	EAHP (Kwh)	E. Reactiva (Kvarh)
Mar-06	32.16	16.76	2717.8	240.5	5263.8
Abr-06	36.84	26.2	2826.8	254.4	5473
May-06	30.80	11.6	2999.9	277.2	5473
Jun-06	31.00	12	2905	262	5621.2
Jul-06	40.00	21.8	3129.8	289.7	6061
Ago-06	37.60	22.8	3236.6	304.2	6296
Sep-06	33.36	19.96	3316	313.1	6433

La energía activa en horas punta representa solo el 8% de la energía activa total consumida, así mismo la relación entre la energía reactiva y activa (factor de potencia) es de 0.50, por lo tanto también se puede instalar banco de condensadores con finalidad de reducir sus costos de facturación.

- **Rubro hotelero Garden S.A.** (Suministro N° 1566946)



**Fig. 4.6 Perfil de Carga – Garden**

Empresa dedicada al rubro hotelero, de acuerdo a su registro histórico de consumos, su mayor demanda la realiza en horas fuera de punta pese a que éste funciona las 24 horas.

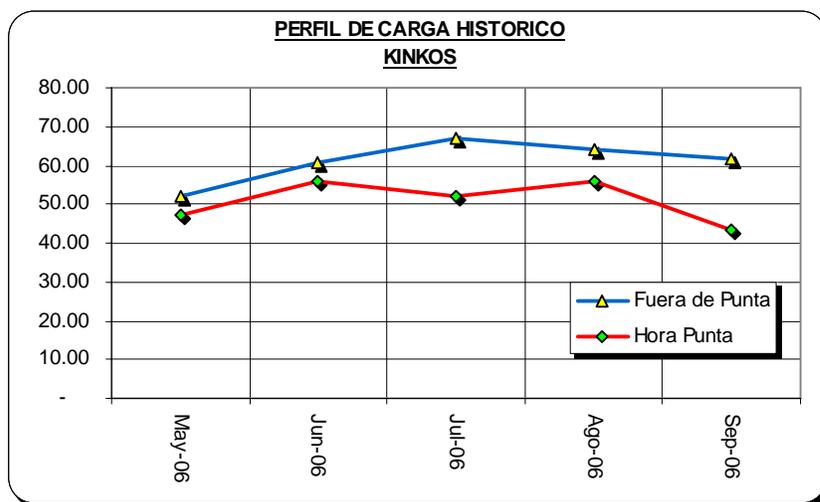
En la siguiente tabla se resume el consumo de sus principales parámetros eléctricos.

**TABLA N° 4.3 PARAMETROS ELECTRICOS – GARDEN**

Mes	MD FP (Kw)	MD HP (Kw)	EAFP (Kwh)	EAHP (Kwh)	E. Reactiva (Kvarh)
Ago-06	14.49	8.22	2004	189	0
Sep-06	14.04	2.58	2127	165	0
Oct-06	27.57	14.34	1866	165	0
Nov-06	13.50	15.6	1794	444	0
Dic-06	12.57	13.71	1599	219	0

Se puede apreciar que la energía reactiva es nula, ya que el mayor consumo de cargas se da por las termas eléctricas (resistencias, no consumen energía reactiva), las otras cargas son fluorescentes o televisores.

- **Rubro Imprenta – Kinkos** (Suministro N° 166218)



**Fig. 4.7 Perfil de Carga – Kinkos**

Empresa dedicada a la impresión de libros, revistas, otros; De acuerdo a su registro histórico de consumos, se puede apreciar que el consumo eléctrico es similar tanto en horas punta como en horas fuera de punta ya que el consumo de carga es continuo las 24 horas del día.

En la siguiente tabla se resume el consumo de sus principales parámetros eléctricos:

**TABLA N° 4.4 PARAMETROS ELECTRICOS – KINKOS**

<b>Mes</b>	<b>MD FP (Kw)</b>	<b>MD HP (Kw)</b>	<b>EAFP (Kwh)</b>	<b>EAHP (Kwh)</b>	<b>E. Reactiva (Kvarh)</b>
May-06	52.05	47.1	9,069	2,206.5	9400
Jun-06	60.60	55.8	10,779	2,680	9850
Jul-06	66.90	51.9	13,083	3,042	12589
Ago-06	63.90	55.95	11,191	2,421	10523
Sep-06	61.65	43.35	11,409	2,251.5	9865

La energía activa en hora punta representa solo el 19% de la energía activa total consumida, así mismo la relación entre la energía reactiva y activa (factor de potencia) es de 0.78, lo cual lo hace apto para la instalación de banco de condensadores.

De acuerdo a los perfiles de carga de los diferentes suministros evaluados, se ha determinado que el 80% de ellos, opera en horas fuera de punta (mañana – tarde) con un consumo mínimo en horas punta; Otra particularidad es que su máxima demanda en horas punta en promedio es menor a los 20 Kw, condiciones que nos ayudaran a identificar potenciales sectores donde puedan aplicarse correcciones tarifarias, y por ende asesorar a dicho sector.

Nuestro sistema de generación eléctrica esta conformada por centrales de base y centrales de punta, puntos importantes que contribuyen a la formación de los precios unitarios que se facturan y nos facturan como clientes finales; Debido a que nuestras centrales de base (Hidráulicas) no cubren la totalidad de la demanda del país en las denominadas horas punta (18:00 a 23:00 horas), esta es cubierta por centrales de punta (Térmicas), razón por la cual los precios unitarios de la energía activa en horas punta y fuera de punta pueden tener diferencias entre el 123% al 793%, el dependiendo de que tarifa horaria pueda optar cliente final, punto importante para optimizar los costos de facturación por consumo eléctrico.

Cabe señalar que en las tablas se mostraron los consumos reactivos de cada suministro, con factores de potencia que ameritarían la implementación de un sistema de compensación reactiva, sin embargo, nuevamente, una correcta elección tarifaria podrá evitar efectuar una inversión de este tipo.

## **CAPITULO V METODOS DE AHORRO DE ENERGIA**

### **5.1 Descripción de sistemas de ahorro de energía**

Como ya hemos visto, las pequeñas y microempresas operan en forma desordenada y sin planificación en materia energética, según esto describiremos algunos criterios para un adecuado ahorro de energía.

#### **5.1.1 Selección de la Opción Tarifaria.**

Para una correcta elección tarifaria es importante conocer los parámetros eléctricos a facturar, para lo cual se deben realizar mediciones de carga con un equipo analizador de redes instalado en el alimentador general del suministro con intervalos de cada 15 minutos, lo que es compatible con el tiempo de registro de los medidores instalados por las distribuidoras de electricidad, las mediciones pueden ser efectuadas por un período de 48 a 72 horas, éstas mediciones permitirán conocer entre otros los siguientes parámetros:

- Máxima demanda del suministro.
- Picos de consumo eléctrico
- Consumos horarios de energía y potencias
- Factor de Potencia.
- Tensiones y Corrientes por Fase.

Con estos parámetros fácilmente se puede determinar la mejor tarifa de nuestro sistema.

#### **a) ¿Que tarifa es la más óptima?**

Una tarifa será optima dependiendo exclusivamente de la forma de operación del suministro; Por ejemplo, la tarifa 3 (BT3 ó MT3), es más apropiada para aquellos suministros que tengan un consumo de Energía en Horas Punta que represente menos del 24 % de la Energía Activa Total o en todo que tengan un trabajo en Horas Punta (17 a 23 horas), hasta las 20 horas; Si por el contrario, su Energía en Horas Punta es mayor al 24 %

de la total, la mejor tarifa será la 4 (BT4 ó MT4), estos suministros por lo general trabajan hasta las 22 horas ó todo el día (tres turnos).

La tarifa 2 (BT2 ó MT2) es recomendable para aquellos suministros que trabajen hasta las 18 horas (6 de la tarde), o en todo caso cuando la Potencia en Horas Punta represente un 46% de la Potencia Fuera de Punta. En el caso de esta tarifa, es necesario indicar que si no se cumple con mantener una potencia en Horas Punta mucho menor a la de Fuera de Punta, esta tarifa será la más cara de todas. Como puede apreciarse cada tarifa depende en sí, de como trabaje el suministro.

Es importante tener en cuenta, que la elección de una correcta opción tarifaria depende también de la ubicación geográfica (departamento) del suministro ya que los precios de las tarifas están en función al tipo de generación eléctrica con el que se cubra la energía en horas punta.

### **5.1.2 Factor de Calificación**

Otro parámetro importante a tener en cuenta, para el ahorro de energía es el factor de calificación.

Si es que el suministro se encuentra en tarifa BT3, MT3 ó BT4, MT4 un factor importante para la facturación es analizar el factor de calificación. Es la relación de los consumos en Horas Punta, respecto a la Máxima Demanda del suministro (sea ésta en

Horas Punta o Fuera de Punta), y su expresión esta dado por la siguiente expresión:  

$$FC = [(Energía Activa en Horas Punta) / HPT] / (Máxima Demanda del mes).....(1).$$
 De acuerdo a la ley vigente, si un suministro posee un factor de calificación mayor a 0.5, se considera que es un cliente en Horas Punta, y si este factor es menor a 0.5 calificará como cliente Fuera de Horas Punta.

Pero la importancia de este factor radica, en que si el suministro es considerado como cliente en Hora Punta, el rubro Máxima Demanda será facturado a un precio caro, en comparación al de cliente Fuera de Punta. Por ejemplo, La Distribuidora LUZ DEL SUR para clientes en baja tensión, tiene un precio unitario de Máxima Demanda de S/. 45.14 para clientes Fuera de Punta, y de S/. 54.78 cuando el suministro califica como cliente Presente en Horas Punta; Esto quiere decir que a mayor consumos en Horas Punta, la facturación mensual se puede incrementar en un 20 %, por lo tanto es recomendable reducir (si es posible) los consumos en este horario.

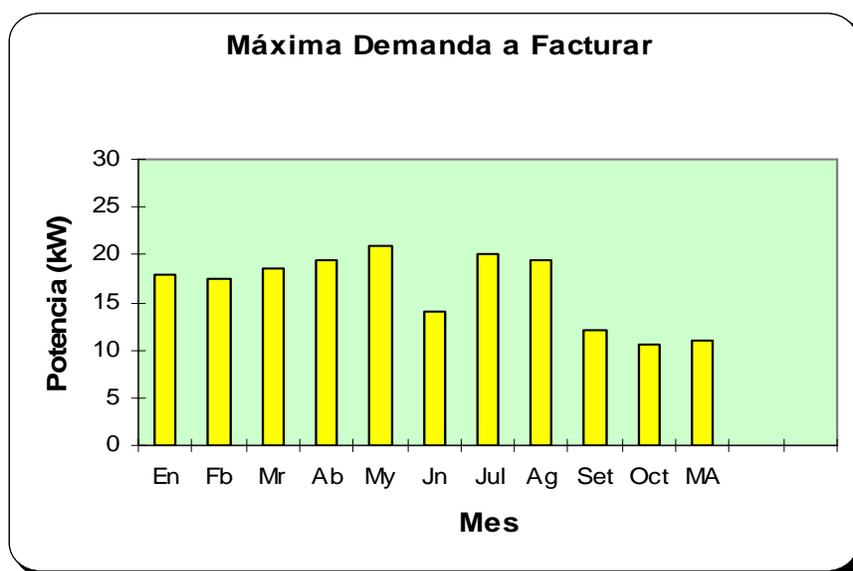
### 5.1.3 Proceso Productivo

Para poder determinar una correcta opción tarifaria se debe conocer el proceso productivo de la empresa, las características de las cargas que funcionan tales como su potencia, nivel de tensión, tipo de arranque de las cargas, la frecuencia de funcionamiento, entre otras.

### 5.1.4 Funcionamiento de Equipos y Control de la Máxima Demanda

Un parámetro muy importante a controlar es la máxima demanda, el mal control de éste influye notablemente en nuestra facturación como veremos a continuación:

Sabemos que la máxima demanda facturada (para clientes con modalidad de facturación, potencia variable) es el promedio de los dos valores superiores de máxima demanda leída de los seis últimos meses incluyendo el mes a facturar. (El período de integración de la máxima demanda y energía, se da cada 15 minutos).

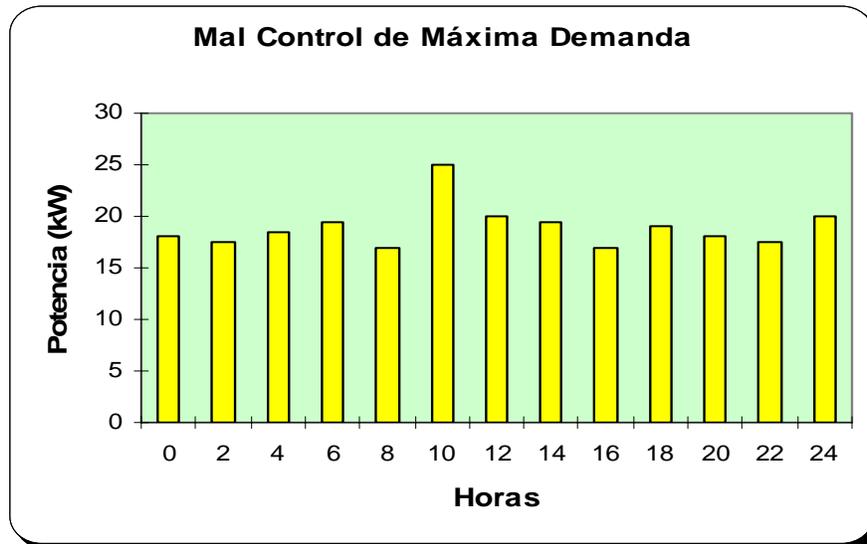


**Fig. 5.1 Máxima Demanda a Facturar**

En este caso la máxima demanda a facturar sería el promedio de la demanda máxima leída de los meses de Julio y Agosto. Analizaremos el siguiente ejemplo:

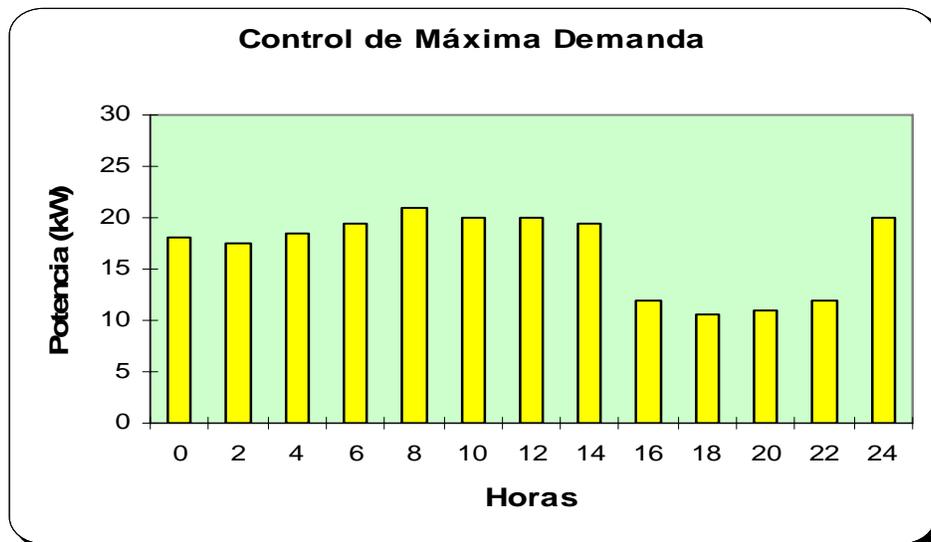
Si arrancamos simultáneamente varios motores eléctricos, esto provocará un pico, y quedará registrado en el sistema cómo la máxima demanda leída del mes, éste valor prevalecerá durante los próximos seis meses, lo cual afectará la facturación

considerablemente. También podemos observar que éste cliente tiene consumos elevados en horas punta. Como se puede ver en el gráfico:



**Fig. 5.2 Mal Control de Máxima Demanda**

Para administrar y controlar de manera adecuada, la máxima demanda debemos de reducir los picos, desplazar la carga de hora punta a fuera de punta, la carga consumida debe ser constante, los picos de preferencia no deben darse durante las horas punta, se debe tener un crecimiento ordenado y planificada de la carga, como se ve a continuación:



**Fig. 5.3 Control de Máxima Demanda**

Con éstas medidas podemos cambiar la calificación del cliente a un usuario fuera de punta, lo cual puede representar ahorros bastante significativos.

Podemos concluir, que es adecuado programar el funcionamiento de los equipos y máquinas de tal manera que se permita el uso eficiente de la potencia, por ejemplo no encender dos o tres máquinas de gran potencia simultáneamente, no tener cargas eléctricas encendidas sin uso, y en la medida de lo posible no se debe programar proceso productivo entre las 18:00 y 23:00 horas, de lo contrario el consumo de carga en este período debe ser mínimo, lo cual conllevaría a mejores condiciones de operación y mantenimiento, menor consumo de energía eléctrica, aumentaría la vida útil de los equipos.

### **5.1.5 Conexión Media Tensión**

En algunos casos es conveniente evaluar la conexión en media tensión siempre y cuando la potencia contratada sea superior a 100 kW, se puede optar cambiar el nivel de tensión de 220 a 10000. Realizar este cambio, permitirá reducir la facturación mensual considerablemente ya que los precios unitarios de la Máxima Demanda en media tensión representan aproximadamente, el 50% de los precios en baja tensión. Por ejemplo, el precio unitario en baja tensión de potencia (Luz del Sur - Noviembre 2000) fue de S/. 45.1035 fuera de punta, y en media tensión fue de S/. 21.8429 fuera de punta.

Para optar por un suministro en Media Tensión, es necesario contar con una subestación de transformación, y estas pueden ser de los siguientes tipos: Biposte, Convencionales, Compactas, Integradas. Realizar un proyecto de este tipo, implica realizar una inversión a mediano plazo, ya que una vez financiada la subestación, este tendrá un tiempo de retorno del capital invertido, para al final (18 - 24 meses) convertirse en ganancia para su empresa. Recuerde que, para reducir costos de su inversión puede solicitar el sistema de medición en baja tensión, esto le ahorrará el equipamiento del sistema de medición.

### **5.1.6 Contratos Estacionales**

Para la empresas que trabajan en períodos específicos, del año, sería conveniente evaluar la posibilidad de realizar contratos estacionales. Para que el costo de potencia por redes de distribución no se afecte por el período de 6 meses.

### **5.1.7 Independización de Suministros**

Si los procesos son independientes, sería adecuado, evaluar la posibilidad de contar con más de un suministro, para contar con suministros de acuerdo a las necesidades exactas de las cargas.

### **5.1.8 Compensación de Energía Reactiva**

La mayoría de cargas industriales (motores, transformadores, equipos de alumbrado, etc), para su funcionamiento absorben corriente activa y reactiva del sistema; La primera de ellas (activa) es la que genera el funcionamiento en sí de los equipos, mientras la segunda solo se toma momentáneamente (crear campos magnéticos), sin embargo esta corriente reactiva, sigue circulando inútilmente creando perdidas al sistema eléctrico del suministro como en el de la Distribuidora Ambas corrientes crean sus respectivas potencias, Potencia Activa (KW) y Potencia Reactiva (kVAR), la suma de ambas es la Potencia Aparente (KVA).

La relación entre KW y KVA, se conoce como factor de potencia ( $\cos \phi$ ) y su valor varía entre 0 y 1; Por ejemplo, si este factor tiene un valor de 0.60, significará que el suministro tiene corrientes reactivas altas, por lo tanto serán penalizadas por estar reduciendo la capacidad efectiva del sistema eléctrico, si por el contrario tiene un factor de potencia de 0.97, la penalización es nula. Con la finalidad de anular el pago por el rubro de Exceso de Energía Reactiva, es necesario instalar Condensadores, los cuales mejoran el factor de potencia.

### **5.1.9 Control de la Iluminación**

#### **a) Ventajas de las lámparas fluorescentes**

- Aportan más luminosidad con menos watts de consumo.
- Tienen bajo consumo de corriente eléctrica.
- Poseen una vida útil prolongada (entre 5 mil y 7 mil horas).
- Tienen poca pérdida de energía en forma de calor.
- Las lámparas de última generación de 36 watts modelo T-8 con respecto al modelo T-12 iluminan igual, cuestan igual, duran igual, sin embargo consumen 10 % menos de energía.

#### **b) Equipos de Iluminación Eficiente Lámparas de Descarga**

- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión
- Lámparas de luz mixta
- Lámparas con halogenuros metálicos
- Lámparas de vapor de sodio

**TABLA N° 5.1 CUADRO COMPARATIVO DE EFICIENCIA Y COLOR DE LUZ**  
**CUADRO COMPARATIVO DE EFICIENCIA Y COLOR DE LUZ PARA LÁMPARAS**  
**DE DESCARGA CON UNA POTENCIA DE 250 WATTS**

Tipo de lámpara	Potencia W	Flujo lúmenes	Color de luz	Eficacia lm/W
Vapor de mercurio a alta presión	250	12500	blanca/azulada	50.00
Luz de mixta	250	5500	blanca	22.00
Halogenuros metálicos	250	19000	blanca	69.09
Vapor de sodio	250	25500	amarilla	98.18

## **CAPITULO VI MEDICION Y REGISTRO DE LA ENERGÍA EN LAS PEQUEÑAS Y MICROEMPRESAS**

Con el objetivo de mostrar, como las pequeñas y medianas empresas pueden reducir los costos de la facturación energética haciendo uso de la información cotidiana acerca del uso de la energía y sus procesos de producción, se realiza mediciones y monitoreo de energía lo cual consiste en recopilar, interpretar y comparar resultados de la información obtenida de las diferentes tipos de energía usados en la empresa, con el fin de medir su desempeño y buscar alternativas de mejora.

### **6.1 Monitoreo de la Energía**

Existen diversas formas de identificar oportunidades de ahorro y usar de manera eficiente la energía, entre otras destacan:

- Inspeccionar físicamente el edificio, equipos y maquinarias, con el fin de identificar fallas y medir la eficiencia.
- Campañas de concientización, motivación e involucramiento, del personal.
- Establecer equipos de mejora, asignar responsables de la energía, capacitar al personal.

Las grandes empresas y las Pymes administran la energía en forma diferente, lo cual incluye, la estructura organizacional, la disponibilidad de expertos, las barreras organizacionales y la escala de operación.

A diferencia de las grandes empresas, que suelen contar con un gerente responsable del uso de la energía y herramientas organizacionales, lo cual permite dar un seguimiento a los programas de eficiencia energética, las pymes están más interesadas en los ahorros directos que puedan obtener del monitoreo de la energía.

La principal diferencia entre una Pyme y una gran empresa, es la escala de operación, mientras que para una gran empresa la principal preocupación es conocer cuántos equipos de monitoreo va instalar, las pymes tienen mayor dificultad para justificar la inversión.

## 6.2 Energía Consumida

La principal fuente de información de los costos de energía son las facturas, en general, la mayoría de las pymes en Perú tienen costos elevados, sin embargo muy pocas llevan un registro del consumo y del costo de la misma y con frecuencia desconocen, cuales son los conceptos que integran los costos.

En el caso de la energía térmica, los principales combustibles que utiliza la pyme, son gasolina, diesel, gas natural y gas LP.

### 6.2.1 Costo de la Energía

Para hallar los costos de energía, recopilaremos los datos obtenidos en las facturas de energía y los ordenaremos en una tabla como la que se muestra en el siguiente formato:

**TABLA N° 6.1 DATOS DE FACTURACIÓN**

Periodo			Datos de facturación (\$)						Total	
No.	Inicio	Fin	Eléctrica	Diésel	Gas LP	Gas Natural	Combustible	Gasolina		Otros
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
Subtotal										
%										

Posteriormente se debe homogenizar los datos referentes al consumo energético en Joules. Para lo cual es recomendable que se lleve un registro del consumo de energía en su empresa, puede usar para ello una tabla similar al siguiente formato:

**TABLA N° 6.2 REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGIA**

Periodo			Datos de Consumo de energía (kJ)													Total
			Eléctrica		Diésel		Gas LP		Gas Natural		Combustóleo		Gasolina		Otros	
No.	Inicio	Fin	MWh	MJ	Bl	MJ	m <sup>3</sup>	MJ	m <sup>3</sup>	MJ	Bl	MJ	Bl	MJ	MJ	
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
Subtotal																
%																

### 6.3 Registro de la Producción

Para registrar la producción, definamos una unidad de producción que sea representativa del consumo energía en la empresa, la siguiente tabla muestra algunos ejemplos de unidades de producción que se podrían emplear:

**TABLA N° 6.3 REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGIA**

Industria	Unidad de Producción (UP)
Aluminio	ton
Pasteurizadora	hl
Pulpa y papel	ton
Minería	ton
Refinerías	m <sup>3</sup>
Cemento	ton
Acero	ton
Malta y cerveza	hl
Tratamiento de agua	m <sup>3</sup> de agua tratada
Hoteles	Cantidad de huéspedes

Se debe de tratar que las lecturas de consumo coincidan, lo más preciso posible, con los periodos de producción.

TABLA N° 6.4 PERIODOS DE PRODUCCION

Periodo			Producto:
No.	Inicio	Fin	Unidad de producción @
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

@ Especificar las unidades de producción

#### 6.4 Índice Energético

Podemos definir que el índice energético se define como la cantidad total de la energía consumida por unidad de producto fabricado o servicio ofrecido:

$$IE = \frac{\text{Energía total consumida}}{\text{Unidad de producción}}$$

El IE se utiliza para monitorear y evaluar las acciones de ahorro energético que se aplique a un proceso o equipo. Los datos de IE sirven para establecer los límites de control del consumo de energía en la empresa.

Cada empresa tiene un perfil de consumo diferente y diversas unidades de producción, por lo que es muy importante elegir un indicador, que efectivamente, represente la relación entre el consumo de energía y la cantidad de producto obtenido o servicio técnico brindado. Por ejemplo en un hotel puede ser KJ/huésped. El IE nos ayudará a entender los patrones de consumo de la empresa, lo cual debemos redefinir bien antes de proponer cambios o medidas. Cuando el índice se desvía de sus valores de referencia establecidos para el tipo de proceso, puede haber oportunidades de mejoras en la eficiencia energética. Estas variaciones energéticas pueden estar ocasionadas por las variaciones climatológicas o la calidad de la materia prima.

Algunas señales que se ven reflejadas en el IE y que indican una operación deficiente en la planta son, mal funcionamiento innecesario o deficiente del equipo, instrumentación y controles en mal estado, o tubos de luz dañados entre otras anomalías.

TABLA N° 6.4 INDICES ENERGETICOS

Período			Unidad de producción @ (UP*)	Consumo de energía kJ	Índice energético (IE) kJ/UP
No.	Inicio	Fin			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

@ Especificar unidades: libros, toneladas, piezas, etc.

\* UP = Unidades de Producción

Veremos un ejemplo, para una empresa que se dedica al tratamiento de agua donde se definió como unidad de producción la cantidad en m<sup>3</sup> de agua tratada, de tal forma que los datos de producción y consumo de energía son los siguientes:

TABLA N° 6.5 DATOS DE PRODUCCION

Período			Producto: Agua tratada
No.	Inicio	Fin	Unidad de producción (m <sup>3</sup> )
1	19-12-02	20-01-03	664,433
2	20-01-03	19-02-03	481,140
3	19-02-03	19-03-03	531,739
4	19-03-03	22-04-03	620,395
5	22-04-03	22-05-03	654,301
6	22-05-03	19-06-03	813,392
7	19-06-03	17-07-03	918,561
8	17-07-03	18-08-03	983,884
9	18-08-03	18-09-03	1,126,335
10	18-09-03	20-10-03	902,393
11	20-10-03	18-11-03	783,195
12	18-11-03	18-12-03	584,551

El cual tiene el siguiente consumo de energía:

TABLA N° 6.6 CONSUMO DE ENERGIA

Período			Datos de Consumo de energía (kJ)														Total
			Eléctrica		Diésel		Gas LP		Gas Natural		Combustóleo		Gasolina		Otros		
No.	Inicio	Fin	MWh	MJ	Bl	MJ	m <sup>3</sup>	MJ	m <sup>3</sup>	MJ	Bl	MJ	Bl	MJ	MJ	MJ	
1	19-12-02	20-01-03	792	2,851,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,851,200	
2	20-01-03	19-02-03	940	3,384,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,384,000	
3	19-02-03	19-03-03	950	3,420,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,420,000	
4	19-03-03	22-04-03	930	3,348,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,348,000	
5	22-04-03	22-05-03	820	2,952,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,952,000	
6	22-05-03	19-06-03	732	2,635,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,635,200	
7	19-06-03	17-07-03	738	2,656,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,656,800	
8	17-07-03	18-08-03	780	2,808,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,808,000	
9	18-08-03	18-09-03	722	2,599,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,599,200	
10	18-09-03	20-10-03	832	2,995,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,995,200	
11	20-10-03	18-11-03	744	2,678,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,678,400	
12	18-11-03	18-12-03	718	2,584,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,584,800	
Subtotal			9,598	34,912,800												34,912,800	
			%	100												100	

Por lo tanto tenemos los siguientes índices energéticos:

TABLA N° 6.7 INDICES ENERGETICOS

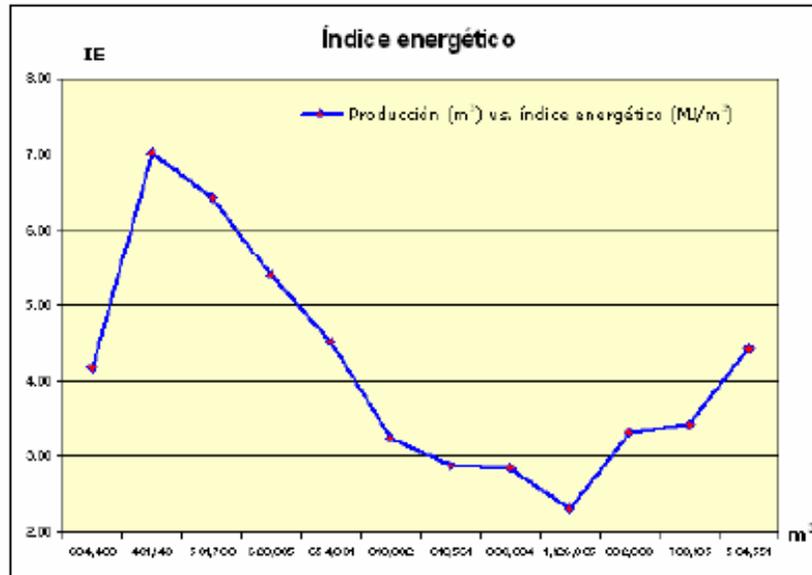
Período			Producto: Agua tratada		
			Unidad de producción @ (UP*)	Consumo de energía MJ	Índice energético (IE) MJ/m <sup>3</sup>
No.	Inicio	Fin			
1	19-12-02	20-01-03	684,433	2,851,200	4.17
2	20-01-03	19-02-03	481,140	3,384,000	<b>7.03</b>
3	19-02-03	19-03-03	531,739	3,420,000	6.43
4	19-03-03	22-04-03	620,395	3,348,000	5.40
5	22-04-03	22-05-03	654,301	2,952,000	4.51
6	22-05-03	19-06-03	813,392	2,635,200	3.24
7	19-06-03	17-07-03	918,561	2,656,800	2.89
8	17-07-03	18-08-03	989,884	2,808,000	2.85
9	18-08-03	18-09-03	1,126,335	2,599,200	<b>2.31</b>
10	18-09-03	20-10-03	902,393	2,995,200	3.32
11	20-10-03	18-11-03	789,195	2,678,400	3.42
12	18-11-03	18-12-03	584,551	2,584,800	4.42

@ Especificar unidades: litros, toneladas, piezas, etc.

\* UP = Unidades de producción = m<sup>3</sup>

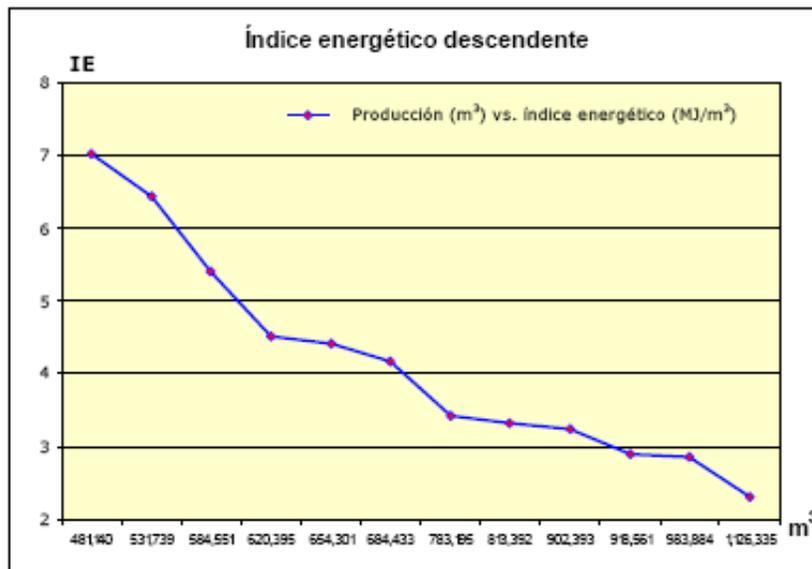
Como se observa, el índice energético tiene un mínimo en setiembre, cuando la producción de agua tratada fue mayor, y un máximo en febrero, cuando la producción fue menor, y el IE promedio es de 3.81 kJ/m<sup>3</sup>.

Para poder analizar mejor los datos graficaremos IE vs Producción, ya que las mayorías de las instalaciones y equipos son más eficientes cuando trabajan a su máxima capacidad.



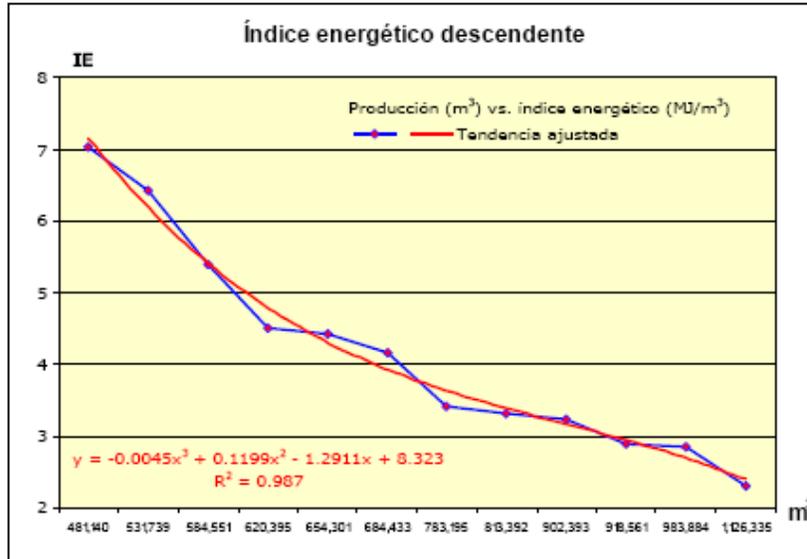
**Fig 6.1 Índice Energético**

Ordenaremos los datos de mayor a menor, para tener una tendencia de comportamiento energético.



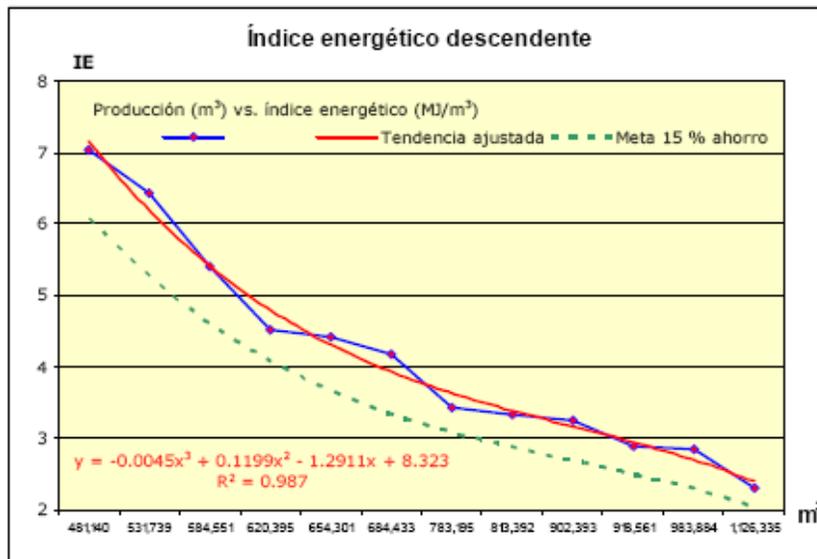
**Fig 6.2 Índice Energético Descendente**

Después de obtener una línea de tendencia, puede establecerse una meta de disminución del índice energético, esto es, una meta de ahorro de energía. Por lo tanto para disminuir el índice energético, es necesario obtener el mismo nivel producción, con el mínimo de energía.



**Fig 6.3 Línea de Tendencia**

Por lo tanto si administramos de manera adecuada la energía podremos obtener puede lograrse entre 15% y 20% de ahorro, esto se representa en el siguiente gráfico.



**Fig 6.4 Índice Energético Descendente**

Las actividades de administración de energía son aquellos en los que, todo el personal debe tomar parte, sin embargo, para que todas estas actividades tengan éxito, se debe contar con el apoyo de los jefes de la empresa.

Además del IE existen otros parámetros de comparación que pueden servir para establecer metas de ahorro, como por ejemplo, los índices energéticos de conservación de la energía los cuales son índices de consumo para determinados procesos. A continuación veremos valores de IE de empresas representativas del sector en cuestión, que muestran un seguimiento cotidiano del uso de la energía en sus procesos.

**TABLA 6.8 INDICE ENERGETICO DE CONSERVACION DE ENERGIA**

Industria	IECE@
Aluminio	67.8 GJ/ton
Pasteurizadora	15.9 GJ/hi
Pulpa y papel	24.5 GJ/ton
Minería	0.38 GJ/ton
Refinerías	9.4 GJ/m <sup>3</sup>
Cemento	4.8 GJ/ton
Acero	23.2 GJ/ton
Malta y cerveza	0.25 GJ/hi

@ Índice Energético de Conservación de la Energía

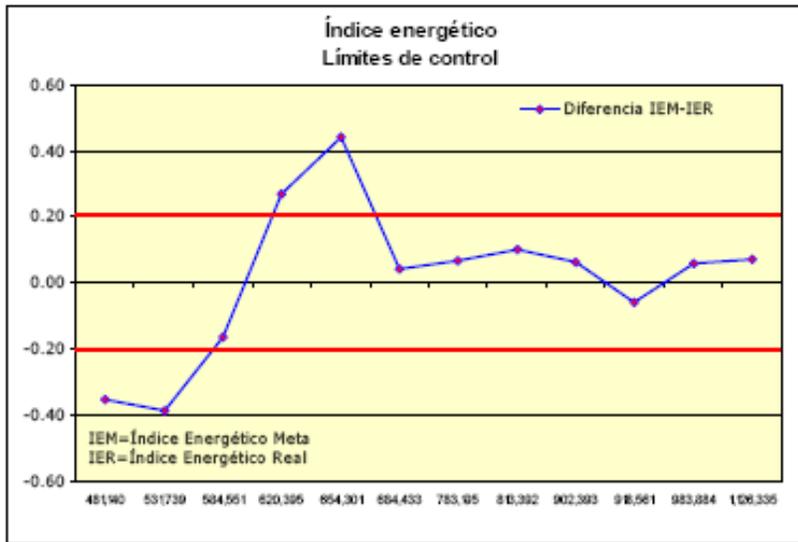
### 6.5 Seguimiento

Con los datos de tendencia del IE, establezca los límites de control de las diferencias de índices energéticos (metas – reales). Es conveniente elaborar una tabla de control como la siguiente:

**TABLA 6.9 SEGUIMIENTO**

Mes	Índice energético Real	Índice energético Meta	Diferencia	Cumple los límites de control	
				Si	No
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
9					
10					
11					
12					

Trazaremos un gráfico como se muestra a continuación:



**Fig 6.5 IE – Límites de Control**

Este gráfico permitirá conocer si el consumo de energía sobrepasa los límites y, de esta manera buscar los factores, que motivaron este desvío, lo cual nos servirá para evitar altos consumos y aprender de la experiencia, este control permitirá:

- Identificar errores de las facturas
- Detectar problemas

- Unir las acciones con los ahorros
- Proponer mejoras con base en el clima, proyectos de expansión y/o cambios
- Reportar los avances

## **6.6 Plan de Eficiencia Energética**

Generalmente, las empresas tienen, muchos argumentos para no llevar a cabo un plan de acción en materia de uso eficiente de la energía, algunos de ellos son:

- Falta de interés
- No sabe por dónde empezar
- No conoce su potencial de ahorro
- No hay apoyo por parte de la dirección (\$, tiempo)
- La energía no se considera una prioridad
- La situación financiera no lo permite
- No hay personal

Para implementar un plan de acción es necesario:

1. Decidir cómo se llevará la administración del uso de la energía.
2. Considerar cómo se implantará el plan entre los empleados.

En general, para desarrollar un plan deben responderse las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el compromiso de su empresa con la eficiencia energética?
- ¿Cuál es la disposición de capital humano para proyectos de eficiencia energética?
- ¿Cuenta con soporte financiero para el proyecto?
- ¿Cómo planea la eficiencia energética?
- ¿Cómo monitorea los resultados?
- ¿Cuáles son las estrategias de comunicación en la empresa?

### **6.6.1 El grupo de eficiencia energética**

Una de las preguntas centrales del plan de eficiencia energética consiste en definir quienes deben participar en la implantación y seguimiento del mismo, el rol de las siguientes personas puede ser el siguiente:

Se debe contar con un líder, que informe los avances al director general, al departamento jurídico, y a finanzas, desarrolle los objetivos y las metas iniciales, el ingeniero de planta puede recopilar los datos de la energía, y de las instalaciones en general, define un alcance y bosqueja un plan.

El equipo responsable del plan de eficiencia energética deberá:

- Reunir, ordenar, costear, y priorizar las ideas para ahorrar energía.
- Definir las acciones a implementar.
- Identificar y coordinar las acciones de eficiencia energética.
- Establecer un mecanismo para involucrar a todo el personal.
- Preparar el plan de eficiencia energética.
- Revisar y reportar los avances.

Se debe tener en cuenta, que éste equipo no es estático, no durará por siempre, su meta es incorporar el plan de eficiencia dentro de la planeación corporativa, donde será administrado junto con las finanzas, las instalaciones y el personal.

## **CAPITULO VII ADMINISTRACION DE LA ENERGIA**

### **7.1 Como iniciar la administración de la Energía**

Antes de iniciar la implementación de un programa integral de ahorro y uso eficiente de la energía, debemos de analizar hasta que punto se tiene establecido una cultura de administración de la energía. El simple hecho de solicitar que se comience a controlar el consumo de energía de una empresa no es suficiente para motivar directamente a los responsables de la administración de la energía y/o a los usuarios finales. La mayoría de ellos anteponen otras prioridades, como la supervivencia de la organización, o su propio desarrollo profesional, al uso eficiente de la energía.

Para lograr una adecuada administración de la energía, el primer paso consiste en lograr que el personal se involucre en los proyectos, de uso eficiente de la energía y desarrollen las siguientes actividades:

- Monitoreo y Registro de los Consumos
- Establecimiento de metas de ahorro.
- Identificación y corrección de averías
- Motivar al personal al uso eficiente de la energía
- Identificar y poner en marcha proyectos para el uso eficiente de la energía en la empresa.

Uno de los objetivos que se recomienda cumplir a la brevedad posible es lograr que el personal se una al proyecto de uso eficiente de la energía y mantenga un compromiso hacia este.

Con el fin de sensibilizar a los integrantes de la empresa, sobre todo a los directivos, es necesario realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de la energía en la empresa.

Una herramienta sencilla de aplicar, es la Matriz de administrador de la energía, la cual ayudará a definir dónde está actualmente la empresa, y a donde se dirige. Con lo cual se identificará y describirá los aspectos relevantes de la administración, de la energía en la

empresa, a la vez se proporcionará un esquema de auto evaluación para la adecuada administración de la energía en la empresa.

**TABLA 7.1 ADMINISTRACION DE LA ENERGIA**

Nivel	Política energética	Organización	Motivación	Sistemas de Información	Posicionamiento ( <i>benchmarking</i> )	Inversión
4	La Política energética contiene un plan de acción, que incluye todas las áreas de la empresa y, a su vez, forma parte de una estrategia de protección al ambiente	La administración de la energía está totalmente integrada a la estructura administrativa. Existe una delegación clara de responsabilidades para el manejo de energía	Existe una clara utilización de los canales formales e informales de comunicación. El equipo a cargo de la administración de la energía mantiene comunicación a todos los niveles	La empresa define los objetivos a partir del análisis de los sistemas que afectan su operación, monitorea el consumo, identifica las fallas, cuantifica los ahorros y da seguimiento a los objetivos	Se realizan estudios de mercado para evaluar la eficiencia energética y el desempeño de la administración de la energía dentro y fuera de la organización	Se tiene una postura favorable a la inversión en proyectos de ahorro y uso eficiente de la energía; además, se busca utilizar nuevas tecnologías más eficientes
3	Existe una política energética formal, pero no se tiene el apoyo de los directivos	Existe un comité de energía, integrado por representantes de cada una de las áreas que componen la empresa	El comité de energía cuenta con un canal de comunicación principal para mantenerse en contacto con los miembros de la empresa	Se reportan algunos logros, obtenidos según mediciones hechas, sin embargo, no se reportan de manera efectiva los beneficios a los usuarios	Existen campañas regulares de concientización sobre el uso de la energía	Se aplica el mismo criterio de evaluación de proyectos
2	Existe una política energética poco elaborada, impuesta por el gerente general o por el gerente de mantenimiento	El encargado de la administración de la energía reporta los resultados a un comité <i>ad hoc</i> , sin embargo, la línea de mando y responsabilidades no está totalmente definida	Se tiene contacto con la mayoría de los empleados de la empresa a través de un comité <i>ad hoc</i> a cargo del gerente general	Se tiene un registro de los consumos de energía y el costo de la misma. Las unidades de energía empiezan a cobrar importancia en la compra de la misma	Sólo se capacita al personal directamente involucrado	Sólo se toma en cuenta la tasa de retorno como criterio para la evaluación de proyectos
1	Existe una serie de reglas no escritas al manejo de la energía en la empresa	La administración de la energía es una responsabilidad de tiempo parcial a cargo de personal con autoridad o influencia limitada	Se tiene contacto informal entre los departamentos de ingeniería y algunos empleados	Los costos se reportan con base en los datos reportados en las facturas. Los ingenieros archivan los reportes para uso interno, sin analizarlos	Sólo existen contactos informales para promover el uso eficiente de la energía	Sólo se autorizan los proyectos de bajo costo
0	No existen políticas explícitas	No existe un encargado de la administración de la energía	No se tiene contacto con los usuarios	No existe un sistema de información, no se lleva un registro del consumo de la energía	No se promueve la eficiencia energética	No se invierte en proyectos de eficiencia energética

Esta matriz es un forma fácil y rápida de establecer el perfil organizacional de la empresa. Cada columna de la matriz contiene uno de los seis aspectos que afectan a la empresa, organización, sistema de información, motivación.

Perfil de la Organización:

Si se traza una línea a través de cada una de las celdas de la tabla que mejor describe la situación de la empresa, podrá observar que existen algunos aspectos más avanzados que otros. Esto es normal y permite determinar qué aspectos de la administración de la energía requieren de una atención inmediata. Esto nos permite identificar los obstáculos para moverse a un reglón superior y decidir la estrategia para superarlos, identifica las oportunidades de mejora y planear cómo se llevarán a cabo.

A continuación definiremos los niveles en los que se encuentra cada uno de ellos:

**Nivel 0:** No existe administración de la energía en la empresa ni políticas energéticas, nadie tiene la responsabilidad de su uso eficiente, no se lleva un registro del consumo de energía ni programas de concientización.

**Nivel 1:** Aún cuando no existen políticas energéticas, la empresa cuenta con conocedores del tema, quienes se encargan de recopilar la información de consumo de combustible o energía eléctrica, sin embargo la información solo se usa en el área a su cargo. El especialista en energía da a conocer los problemas, a través de los canales informales, a los responsables del consumo de energía y trata de promover el uso eficiente de la energía.

**Nivel 2:** La Jefatura de la empresa, comprende la importancia, de la administración de la energía, pero en la práctica hay poco compromiso con el manejo de la misma. No se cuenta con el apoyo de la dirección general y la atención de este tema depende del interés y entusiasmo de los miembros del equipo.

**Nivel 3:** La jefatura de la empresa da más importancia a la administración de la energía, con personal de todas las áreas. La información de consumo de energía no sólo se recopila, sino que se analiza, Existe un programa para promover la eficiencia energética y las inversiones en la misma.

**Nivel 4:** Existe una clara administración en el consumo de la energía en todos los niveles de la empresa. El responsable de la administración de la energía utiliza los canales para promover la eficiencia energética entre los empleados. Existe un sistema de información, acerca de los consumos de los energéticos y ésta se orienta para orientar los esfuerzos de la administración de la energía.

### ¿Cómo usar la matriz para promover un cambio en la organización?

Para lograr un cambio en la administración de la energía usando la matriz, se debe identificar los factores de mayor impacto energético en la empresa, revisar el involucramiento de los empleados, medir la calidad y nivel de apoyo con el que se cuenta, concentrarse en la situación actual e identificar cuál será el siguiente paso.

Con el fin de mejorar la administración de la energía se puede marcar con puntos la situación actual de la empresa, como se aprecia a continuación:



**Fig 7.1 Matriz de Impacto Energético**

Este ejercicio nos dará el perfil de la empresa, en cuanto al balance de la administración de la energía.

Los picos representan las áreas en donde existe un avance, mientras que las depresiones muestran aquellas donde deben concentrarse los primeros esfuerzos.

Este paso deberían de realizarlo, también los mismos gerentes, y en caso exista diferencias con respecto a la matriz trazada inicialmente, discutan las diferencias que se presenten, tratando de llegar a un acuerdo respecto a la situación actual de la empresa.

En el gráfico trazado inicialmente, marque aquellas columnas que a juicio de usted contengan los aspectos más importantes, elija las 2 columnas en las que desea obtener una mejora inmediata. Haga una lista de los 5 mayores obstáculos, que se pueden presentar para lograr las mejoras y de 3 oportunidades para representar el desempeño.

Se puede observar que no siempre actuar en las columnas que están más bajas, nos asegura una mejora inmediata, puesto que pueden existir obstáculos difíciles de salvar desde su posición.

Escriba un reporte para la dirección general, en el que se incluya los resultados obtenidos, además debe de figurar las lista de obstáculos y oportunidades. Utilice estas acciones como punto de partida para elaborar un plan de eficiencia energética que cubre los siguientes 12 meses, incluya metas de corto plazo y especifique lo siguiente:

- Quienes son los responsables de cada una de las acciones que se van a llevar a cabo.
- Cómo se va a medir el avance de los progresos.

Una forma de medir los avances, puede ser la evaluación de las posiciones de la matriz de energía tras haber concluido el período de 12 meses.

**CAPITULO VIII**  
**EVALUACION TECNICA ECONOMICA EN LA APLICACIÓN DE LOS**  
**SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGIA**

**8.1 Aplicación de los Sistemas de Ahorros de Energía**

Para determinar el impacto de los sistemas de ahorro de energía, evaluaremos algunos suministros donde se puede, aplicar los criterios mencionados en el capítulo anterior.

**8.1.1 Elección de Correcta Opción Tarifaria**

**a) Suministro Existente**

Para escoger la mejor opción tarifaria, hallaremos los costos a facturar, para cada una de las tarifas. Se debe trabajar con los consumos históricos (recomendable los 12 últimos recibos de facturación eléctrica), ya que los consumos de carga eléctrica, generalmente no son constante en los diferentes meses del año.

En el siguiente cuadro observamos diferentes parámetros, tales como la máxima demanda, energía en hora punta, fuera de punta, y energía reactiva de los últimos meses del suministro N° 1734138 correspondiente a una sala tragamonedas.

**TABLA 8.1 PARAMETROS ELECTRICOS – SUM. 1734138**

Mes	MDL	MDFact	EAHP	EAHP	EATotal	ERLeída	ERFact	BT4	BT3	BT2
Ene	28.38	29.00	3,124.00	14,148.00	17,272.00	12,380.00	7,198.40	5,115.02	5,055.00	5,350.00
Feb	31.22	31.50	3,410.00	15,078.00	18,488.00	11,874.00	6,327.60	5,259.58	5,199.25	5,459.73
Mar	29.86	29.54	2,916.00	13,220.00	16,136.00	11,250.00	6,409.20	4,896.37	4,840.39	5,061.65
Abr	30.52	31.70	2,959.40	13,527.00	16,486.40	12,329.00	7,383.08	5,001.95	4,943.57	5,238.99
May	28.84	28.30	2,572.80	12,065.80	14,638.60	11,488.00	7,096.42	4,698.28	4,643.40	4,678.29
Jun	26.68	30.87	2,500.00	12,000.00	14,500.00	10,487.00	6,137.00	4,626.00	4,117.25	4,679.51
Promedio Mensual	29.25	30.15	2,913.70	13,339.80	16,253.50	11,634.67	6,758.62	4,932.87	4,799.81	5,078.03
Maximo Mensual	31.22	31.70	3,410.00	15,078.00	18,488.00	12,380.00	7,383.08			
Total de Energía/año			17,482.20	80,088.80	97,521.00	69,808.00				
Total año \$.								59194.4	57597.72	60936.34
Total año \$								19797.46	19263.45	20380.05

Obtenemos los costos a facturar mensualmente para cada tarifa, se saca un promedio del costo a facturar, apreciamos que la tarifa BT3 es la tarifa que más conviene a nuestro suministro. Es adecuado realizar éste tipo de análisis porque dependiendo del mes, de

acuerdo a los consumos puede ser que la tarifa más adecuada sea la BT4, BT3 o BT2 , (éste suministro no aplica para tarifa BT5A, por tener potencia en hora punta superior a 20 kW).

#### b) Suministro Nuevo

Para poder escoger la mejor opción tarifaria para un suministro nuevo primeramente se debe calcular la potencia instalada y la máxima demanda en el suministro:

En este cuadro presentamos la potencia a instalar en una nueva sala tragamonedas:

**TABLA 8.2 POTENCIA INSTALADA**

Descripción	Cantidad	Pot. Unitaria	Pot. Instalada	f.d.	f.s.	Máx. Dem.
Máquinas Tragamonedas	42	300	12600	0.8	1	10080
Fluorescentes de 36W	10	36	360	0.9	1	324
Reflectores	2	500	1000	1	1	1000
Dicroicos de 50W	3	50	150	0.9	1	135
Fluorescentes circulares	6	32	192	0.9	1	172.8
Letrero	1	800	800	0.9	1	720
Televisor	1	200	200	0.8	1	160
Equipo de sonido	1	200	200	0.8	1	160
Refrigeradora	1	250	250	0.8	1	200
Equipo de A.A.	1	6500	6500	0.9	1	5850
Equipo de A.A.	1	4500	4500	0.9	1	4050
Máquina Contadora	1	150	150	0.9	1	135
<b>Máx Demanda</b>			<b>26902</b>			<b>22986.8</b>

Después de hallar la potencia a contratar 30 kW, debemos analizar el futuro comportamiento de las cargas eléctricas del suministro. De esa manera se estimará la energía a consumir en horas punta y fuera de punta, con éstos datos determinamos la tarifa eléctrica más conveniente, es la tarifa (BT3), ya que éste suministro tiene un consumo de Energía en Horas Punta que representa menos del 24 % de la Energía Activa Total.

Es importante tener en cuenta, que la elección de una correcta opción tarifaria depende también de la ubicación geográfica (departamento) del suministro ya que los precios de las tarifas están en función al tipo de generación eléctrica con el que se cubra la energía en horas punta, para poder analizar lo indicado, veremos la variación de costos de un suministro ubicado en la ciudad de Iquitos –Loreto.

Para lo cual tenemos el pliego tarifario de Agosto – 2007 de algunas ciudades del Perú.

TABLA 8.3 PLIEGO TARIFARIO

<b>BAJA TENSIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Loreto</b>	<b>Piura</b>	<b>Huancayo</b>	<b>Tacna</b>	<b>Lima</b>	<b>Juliaca</b>	<b>Ancash</b>
<b>BT2 TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y</b>								
<b>CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>		<b>155.74</b>	<b>131.48</b>	<b>148.21</b>	<b>126.85</b>	<b>135.79</b>	<b>153.73</b>	<b>130.93</b>
Cargo Fijo Mensual	\$/mes	4.13	4.21	4.21	4.21	4.19	4.21	4.21
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. \$/kWh	21.78	12.96	13.72	13.68	13.43	11.52	12.93
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. \$/kWh	21.78	11.13	11.84	12.43	11.14	10.35	11.08
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	\$/kW-mes	27.04	28.15	27.16	28.31	26.04	27.21	27.21
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	\$/kW-mes	43.94	39.12	51.65	36.2	43.63	55.43	40.15
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	\$/kW-mes	33.12	31.88	35.6	27.99	33.33	40.98	31.32
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. \$/kVar.h	3.95	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
<b>BT3 TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y</b>								
<b>CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>		<b>182.05</b>	<b>157.21</b>	<b>176.67</b>	<b>152.48</b>	<b>151.03</b>	<b>182.41</b>	<b>156.46</b>
Cargo Fijo Mensual	\$/mes	3.51	3.58	3.58	3.58	3.55	3.58	3.58
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. \$/kWh	21.78	12.96	13.72	13.68	13.43	11.52	12.93
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. \$/kWh	21.78	11.13	11.84	12.43	11.14	10.35	11.08
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:								
Presentes en Punta	\$/kW-mes	27.46	28.59	27.58	28.75	21.3	27.63	27.64
Presentes Fuera de Punta	\$/kW-mes	18.43	19.19	18.51	19.29	14.41	18.54	18.54
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:								
Presentes en Punta	\$/kW-mes	44.67	40.42	51.62	37	43.45	56.14	41.11
Presentes Fuera de Punta	\$/kW-mes	40.47	37.31	45.79	33.72	39.72	50.62	37.55
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. \$/kVar.h	3.95	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
<b>BT4 TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA</b>								
<b>Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>		<b>160.27</b>	<b>144.76</b>	<b>163.52</b>	<b>139.14</b>	<b>138.18</b>	<b>171.25</b>	<b>144.06</b>
Cargo Fijo Mensual	\$/mes	3.51	3.58	3.58	3.58	3.55	3.58	3.58
Cargo por Energía Activa	ctm. \$/kWh	21.78	11.64	12.41	12.77	11.72	10.71	11.61
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:								
Presentes en Punta	\$/kW-mes	27.46	28.59	27.58	28.75	21.3	27.63	27.64
Presentes Fuera de Punta	\$/kW-mes	18.43	19.19	18.51	19.29	14.41	18.54	18.54
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:								
Presentes en Punta	\$/kW-mes	44.67	40.42	51.62	37	43.45	56.14	41.11
Presentes Fuera de Punta	\$/kW-mes	40.47	37.31	45.79	33.72	39.72	50.62	37.55
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. \$/kVar.h	3.95	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
<b>BT5A TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 2E</b>								
<b>a) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP</b>		<b>317.12</b>	<b>267.44</b>	<b>302.77</b>	<b>256.74</b>	<b>273.45</b>	<b>314.42</b>	<b>265.88</b>
Cargo Fijo Mensual	\$/mes	3.51	3.58	3.58	3.58	3.55	3.58	3.58
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. \$/kWh	87.64	75.39	86.85	73.54	78.73	88.2	75.44
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. \$/kWh	21.78	11.13	11.84	12.43	11.14	10.35	11.08
Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	\$/kW-mes	39.04	37.38	41.8	32.83	38.28	47.41	36.59
<b>b) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y 50kW en HFP</b>								
Cargo Fijo Mensual	\$/mes	3.51	3.58	3.58	3.58	3.55	3.58	3.58
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. \$/kWh	100.82	87.87	101.48	85.52	88.78	103.54	87.94
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. \$/kWh	21.78	11.13	11.84	12.43	11.14	10.35	11.08
Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	\$/kW-mes	39.04	37.38	41.8	32.83	38.28	47.41	36.59
<b>BT5B TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>								
Cargo Fijo Mensual	\$/mes	2.09	2.13	2.13	2.13	2.09	2.13	2.13
Cargo por Energía Activa	ctm. \$/kWh	45.03	33.67	38.23	33.9	30.38	37.77	33.67

Analizaremos el siguiente suministro:

**Datos Generales del Suministro**

Nº Suministro	439585
Pliego Tarifario	Ago-07
Departamento	Loreto

**TABLA 8.4 SUM 439585**

Descripción	Unidad	Consumo del mes
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.6
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.8
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366
ENERGIA REACTIVA	kVARh	1091
DEMANDA MÁXIMA HP	kW	16.52
DEMANDA MÁXIMA FP	kW	16.14

Calcularemos los montos a pagar con las diferentes tarifas en baja tensión:

**TABLA 8.5 TARIFA BT2**

**Baja Tensión**

Factor de Calificación= 0.85

Descripción	Unidad	BT2		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.60	0.2178	396.31
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.80	0.2178	1643.69
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh			
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0395	0.00
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN HP/FP	kW	17	27.04	446.70
POT. DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW	17	43.94	725.89
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW	0	33.12	0.00
				<b>3212.59</b>

**TABLA 8.6 COMPARACION DE TARIFAS BT3 Y BT4**

Descripción	Unidad	BT3		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.60	S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.80	0.2178	396.31
ENERGIA ACTIVA TOTAL				1643.69
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0395	0.00
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. DE GENERACIÓN HP/FP	kW	17	27.46	453.64
POT. DE DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW	17	44.67	737.95
EXC. POT. DISTRIBUCIÓN FP	KW			
				<b>3231.59</b>
Descripción	Unidad	BT4		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh		S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh			
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366	0.2178	2040.0
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0.00	0.0395	0.00
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN <b>HP</b> /FP	kW	17	27.46	453.64
POT. DISTRIBUCIÓN <b>HP</b> /FP	kW	17	44.67	737.95
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW			
				<b>3231.59</b>

**TABLA 8.7 COMPARACION DE TARIFAS BT5A Y BT5B**

Descripción	Unidad	BT5A		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.60	S/. 0.8764	S/. 1594.70
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.80	0.2178	1643.69
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh			
EREACTIVA	kVARh			
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN HP/FP	kW			
POT. DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW			
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW	-0.38	0.39	0.00
				<b>3238.39</b>
Descripción	Unidad	BT5B		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh		S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh			
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366.40	0.4503	4217.69
ENERGIA REACTIVA	kVARh			
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN HP/FP	kW			
POT. DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW			
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW			
				<b>4217.69</b>

Resumen:

**TABLA 8.8 COMPARACION EN BAJA TENSION**

Baja Tensión	Costo S/.
Tarifa BT2	3,212.59
Tarifa BT3	3,231.59
Tarifa BT4	3,231.59
Tarifa BT5A	3,238.39
Tarifa BT5B	4217.69

En este cuadro se puede observar que los cargos por energía activa en hora punta y fuera de punta para el departamento de Loreto no varían, esto se debe a que la generación

eléctrica en hora punta y fuera de punta se cubre con centrales térmicas y no hidráulica en este sector del país.

Ahora analicemos el mismo suministro pero con tarifas de la ciudad de Lima.

**TABLA 8.9 TARIFA BT2**

Descripción	Unidad	BT2		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.60	S/. 0.1343	S/. 244.37
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.80	0.1114	840.71
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh			
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0403	0.00
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN HP/FP	kW	17	26.04	430.18
POT. DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW	17	43.63	720.77
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW	0	33.33	0.00
				<b>2236.03</b>

**TABLA 8.10 TARIFA BT3**

Descripción	Unidad	BT3		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.60	S/. 0.1343	S/. 244.37
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.80	0.1114	840.71
ENERGIA ACTIVA TOTAL				
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0403	0.00
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. DE GENERACIÓN HP/FP	kW	17	21.30	351.88
POT. DE DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW	17	43.45	717.79
EXC. POT. DISTRIBUCIÓN FP	KW			
				<b>2154.76</b>

**TABLA 8.11 TARIFA BT4**

Descripción	Unidad	BT4		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh		S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh			
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366	0.1172	1097.7
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0.00	0.0403	0.00
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN HP/FP	kW	17	21.30	351.88
POT. DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW	17	43.45	717.79
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW			
				<b>2167.41</b>

**TABLA 8.12 TARIFA BT5A – BT5B**

Descripción	Unidad	BT5A		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.60	S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.80	0.7873	1432.57
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh		0.1114	840.71
EREACTIVA	kVARh			
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN HP/FP	kW			
POT. DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW			
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW	-0.38	0.38	0.00
				<b>2273.28</b>

Descripción	Unidad	BT5B		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh		S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh			
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366.40	0.3038	2845.51
ENERGIA REACTIVA	kVARh			
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN HP/FP	kW			
POT. DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW			
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW			
				<b>2845.51</b>

Resumen:

**TABLA 8.13 COMPARACION EN BAJA TENSION**

Baja Tensión	Costo S/.
Tarifa BT2	2,236.03
Tarifa BT3	2,154.76
Tarifa BT4	2,167.41
Tarifa BT5A	2,273.28
Tarifa BT5B	2845.51

En este cuadro se aprecia que existe diferencia de precios en las tarifas BT3 y BT4, para el mismo suministro pero ubicado en la ciudad de Lima. Esto es debido a que la energía en hora punta se cubre con centrales térmicas, lo cual eleva el precio de la energía en hora punta.

### 8.1.2 Factor de Calificación.

A continuación analizaremos el siguiente suministro con tarifas BT3 y BT4, presente en punta y fuera de punta para ver la incidencia e importancia del factor de calificación:

#### Datos Generales del Suministro

<b>Nº Suministro</b>	439585
<b>Pliego Tarifario</b>	Ago-07
<b>Departamento</b>	Loreto

**TABLA 8.14 SUM 439585**

Descripción	Unidad	Consumo del mes
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.6
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.8
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366
ENERGIA REACTIVA	kVARh	1091
DEMANDA MÁXIMA HP	kW	16.52
DEMANDA MÁXIMA FP	kW	16.14

Calcularemos los costos a facturar, para un cliente con  $f_c > 0.5$ , presente en hora punta.

**TABLA 8.15 TARIFA BT3 - PHP**

Descripción	Unidad	BT3 PHP		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.6	0.1343	244.37228
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.8	0.1114	840.71352
ENERGIA ACTIVA TOTAL				
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0403	0
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. DE GENERACIÓN HP/FP	kW	16.52	21.3	351.876
POT. DE DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW	16.52	43.45	717.794
EXC. POT. DISTRIBUCIÓN FP	KW			
				<b>2154.76</b>

**TABLA 8.16 TARIFA BT4 - PHP**

Descripción	Unidad	BT4 PHP		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh		S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh			
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366.4	0.1172	1097.74208
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0403	0
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN <b>HP</b> /FP	kW	16.52	21.3	351.876
POT. DISTRIBUCIÓN <b>HP</b> /FP	kW	16.52	43.45	717.794
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW			
				<b>2167.41</b>

**TABLA 8.17 TARIFA BT3 - FP**

Asumiendo un  $f_c < 0.5$ , Fuera de Punta:

Descripción	Unidad	BT3 FP		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh	1819.6	0.1343	244.37228
ENERGIA ACTIVA FP	kWh	7546.8	0.1114	840.71352
ENERGIA ACTIVA TOTAL				
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0403	0
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. DE GENERACIÓN HP/FP	kW	16.52	14.41	238.0532
POT. DE DISTRIBUCIÓN HP/FP	kW	16.52	39.72	656.1744
EXC. POT. DISTRIBUCIÓN FP	KW			
				<b>1979.31</b>

**TABLA 8.18 TARIFA BT4 - FP**

Descripción	Unidad	BT4 FP		
		Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe
ENERGIA ACTIVA HP	kWh		S/.	S/.
ENERGIA ACTIVA FP	kWh			
ENERGIA ACTIVA TOTAL	kWh	9366.4	0.1172	1097.74208
ENERGIA REACTIVA	kVARh	0	0.0403	0
DEMANDA MÁXIMA HP	kW			
DEMANDA MÁXIMA FP	kW			
POT. GENERACIÓN <b>HP</b> /FP	kW	16.52	14.41	238.0532
POT. DISTRIBUCIÓN <b>HP</b> /FP	kW	16.52	39.72	656.1744
EXCESO DE POT.ACT. DIST. FP	kW			
				<b>1991.97</b>

Resumen de Costos del suministro Presente en hora punta y fuera de punta.

**TABLA 8.18 COMPARACION DE TARIFAS PHP Y FP**

	PHP	FP
<b>Tarifa BT3</b>	2,154.76	1,979.31
<b>Tarifa BT4</b>	2,167.41	1,991.97

Se puede observar que la facturación mensual se incrementa por tener un factor de calificación presente en punta por lo tanto es recomendable reducir los consumos en este horario con lo cual lograríamos un ahorro anual de S/.2100.

### 8.1.3 Suministro Eléctrico en Media Tensión

Para poder analizar los ahorros a obtener al tener energía en media tensión analizaremos el siguiente suministro:

#### Datos Generales del Suministro

<b>Nº Suministro</b>	632205
<b>Pliego Tarifario</b>	Mar-04
<b>Departamento</b>	Lima

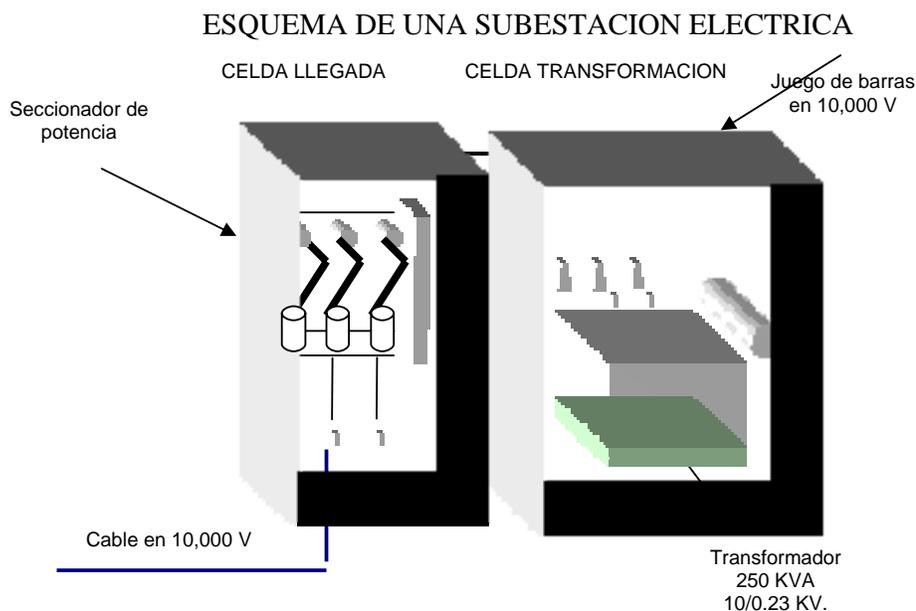
Actualmente nuestro suministro eléctrico tiene un consumo de 135.18 Kw, el mismo que se encuentra facturado en una tarifa de baja tensión (BT4 presente en horas punta), superando ampliamente su potencia contratada (potencia limite permitida), que es de 90 Kw; Por lo que la Distribuidora solicitara efectuar la ampliación de la potencia contratada.

Al respecto y dado las características de su consumo eléctrico (> 100 Kw), existen dos formas de ampliar la potencia contratada del suministro:

**Ampliación en Baja Tensión.-** Consiste en reemplazar el cable eléctrico general que alimenta actualmente al suministro, no variándose el voltaje del suministro (220 voltios), y dado el crecimiento de la empresa, se estima que la potencia a contratar será de aproximadamente 200 Kw, la misma que la distribuidora la valorizará aprox. en S/. 6,200.00, dependiendo además de la disponibilidad de sus redes eléctricas.

Esta ampliación de potencia, no implica ninguna variación en su facturación mensual, la cual haciendo una proyección al mes de Enero 2,005 será de S/. 17,970.48.

**Ampliación en Media Tensión.-** Consiste en implementar una subestación de transformación eléctrica, la cual será abastecida a una tensión de 10,000 voltios, para después trasformarla a 220 voltios, Dicha subestación requiere la habilitación de un ambiente que aloje los equipos a instalar (transformador, seccionador de potencia, celdas).



**Fig 8.1**

Los trabajos de habilitación de un suministro eléctrico en Media Tensión, implican una inversión aproximada de US \$ 33,439.00, los mismos que son recuperados en el tiempo, debido a lo siguiente:

- Una vez habilitado el suministro eléctrico en Media Tensión, la facturación se realizará con precios unitarios muchos mas baratos que un suministro en baja tensión, siendo su facturación mensual de S/. 12,199.24; Es decir se obtendrá un ahorro mensual de S/. 5,771.24.
- Considerando el ahorro obtenido, la inversión realizada será recuperada en 19 meses, para después convertirse en ahorro para la empresa; Ahorro que significa S/. 69,250.00 anuales.

Se puede observar que la facturación eléctrica del suministro eléctrico en Media Tensión será mucho mas barata que el de Baja Tensión, y esto debido, a los mejores precios unitarios de un suministro en Media Tensión.

#### 8.1.4 Compensación de Energía Reactiva

Para poder apreciar el ahorro que se puede obtener al compensar energía reactiva, trabajaremos con el suministro 632205, correspondiente a una empresa textil.

##### Datos Generales

Nº Suministro	632205 (LIMA)
Pliego Tarifario	Mar-04

**TABLA 8.19 ENERGIA REACTIVA**

Mes	Factor de Potencia	Exc. Energía Reactiva	Precio Unit Energía Reactiva	Facturación
Feb-04	0.79	21376.80	0.0437	934.17
Ene-04	0.77	20877.00	0.0438	914.41
Dec-03	0.75	21595.80	0.0438	945.90
Nov-03	0.77	18712.20	0.0438	819.59
Oct-03	0.77	15923.40	0.0439	699.04
Sep-03	0.77	16941.00	0.0439	743.71
Aug-03	0.78	16236.00	0.0439	712.76
Jul-03	0.78	18143.40	0.0438	794.68
Jun-03	0.78	17095.20	0.0438	748.77
May-03	0.78	17355.00	0.044	763.62
Apr-03	0.79	16414.80	0.0441	723.89
Mar-03	0.81	19563.60	0.0444	868.62
Sub total				9669.20
Total + IGV				11506.35

De acuerdo a las facturas de consumo eléctrico, se ha determinado que el suministro posee un factor de potencia promedio de 0.78, lo que origina el pago del rubro de exceso de energía, y que solo en el período de evaluación (marzo 03-febrero 04), la facturación por este rubro fue de 11506.35, por lo tanto se requiere un sistema de compensación reactiva para anular el pago de este rubro.

Este suministro cuenta con dos tableros generales, desde donde se abastece a las diferentes cargas del suministro. Con la finalidad de evaluar la capacidad del banco de

condensadores a instalar en cada tablero general del suministro, se efectuó mediciones eléctricas con analizadores de redes, los que permitieron determinar el factor de potencia de cada tablero.

**Tablero General 1.-** La demanda de éste tablero fue de 50 kW. Con un factor de potencia promedio de 0.77, presentando un régimen de trabajo constante.

Los niveles de tensión registrados fueron los siguientes:

**TABLA 8.20 NIVELES DE TENSION  $fp=0.77$**

Mes	Tensión (Voltios)		
	FASE R	FASE S	FASE T
Máximo	228.63	226.90	226.9
Mínimo	213.04	211.31	211.3
Promedio	219.58	218.51	217.29

Puede notarse como los niveles de tensión son muy variables, y de acuerdo al Código Nacional de Electricidad, la variación del nivel de tensión debe ser de +/- 5, por lo tanto los valores registrados, están dentro de las tolerancias establecidas, sin embargo en los fines de línea (cargas alejadas) la tensión debe ser menor, lo que puede estar originando una mala operación de equipos y/o dañándolos. Este parámetro es de vital importancia para seleccionar el banco de condensadores.

Teniendo en cuenta, la potencia reactiva registrada, así como su proyección en los consumos históricos del suministro, se ha determinado que el banco de condensadores a implementar será de tipo fijo de 36 kvar-260 voltios (25 Kvar en 220 voltios).

**Tablero General 2.-** La demanda de éste tablero fue de 50 kW, con un factor de potencia promedio de 0.812, presentando un régimen de trabajo variable.

Los niveles de tensión registrados en este tablero fueron los siguientes:

**TABLA 8.21 NIVELES DE TENSION  $fp=0.812$**

Mes	Tensión (Voltios)		
	FASE R	FASE S	FASE T
Máximo	225.2	226.90	226.9
Mínimo	207.8	209.60	209.6
Promedio	214.9	217.70	217

Presenta un nivel muy bajo de tensión, lo que puede estar perjudicando el normal funcionamiento de equipos y máquinas, y esto puede estar ocurriendo por que se esta superando la capacidad del conductor, por lo tanto es recomendable evaluar las instalaciones eléctricas.

Teniendo en cuenta, la potencia reactiva registrada, así como su proyección en los consumos históricos del suministro, se ha determinado que el banco de condensadores a implementar será de tipo semiautomático de 42 kVar – 260 voltios (30 kVar en 220 voltios).

La implementación de los bancos de condensadores permitirá optimizar la capacidad nominal de los alimentadores así como mejorar el factor de potencia del suministro. La inversión total de los bancos de condensadores asciende a un monto de U\$ 2 474.27; teniendo en cuenta el ahorro generado (U\$ 3 306.41); el tiempo de retorno de inversión será de 9 meses, lo que hace una inversión rentable para el suministro.

## **8.2 Conclusión de los ahorros aplicados a estos usuarios**

Con los ahorros obtenidos, se puede ver que existen diferentes maneras de lograr ahorros en nuestros suministros, muchas de las empresas no las aplican por desconocimiento. Como se vio en el primer caso, escoger la tarifa eléctrica más adecuada depende del dueño del suministro, si uno cuenta con una tarifa que no es el adecuada, se puede solicitar el cambio de manera gratuita, presentando una solicitud a la empresa concesionaria. Por otro lado si se desea instalar un banco de condensadores o tener energía en media tensión, se debe de invertir en éstos, pero el monto invertido se recupera después de un tiempo.

## **CAPITULO IX IDENTIFICANDO LA PROBLEMÁTICA**

### **9.1 Descripción del Problema**

Más del 80% de las pequeñas y microempresas en el Perú, tienen conocimientos vagos o nulos de la actual política tarifaria, los cuales gastan montos excesivos y generalmente no justificados en pagos de energía eléctrica, donde los únicos beneficiados son las empresas de distribución eléctricas (Luz del Sur, Enosa, etc), quienes sacan ventaja del poco conocimiento de la población, para que cada vez más éstas empresas aumenten sus ingresos.

### **9.2 Expectativas de ahorro de energía.**

Las expectativas de ahorro de energía serían bastante alentadoras ya que se puede lograr un ahorro de hasta el 80% del monto que se paga a los concesionarios eléctricos. Lo cual está en función de la tarifa eléctrica que tenga el suministro, y de las variaciones de carga eléctrica de cada una de éstas.

En realidades de otros países, saben que para ser competitivos en los diferentes mercados, deben de reducir sus costos de producción, entre los cuales están los costos energéticos, con la globalización de los mercados nos queda entonces, para poder sobrevivir considerar el factor de reducción de gasto económico a través del ahorro energético en el desarrollo de nuestras empresas, para lo cual la Universidad Nacional de Ingeniería no se quedará con los brazos cruzados, y propondrá una solución a éste problema, con lo cual colaborará de manera importante en el desarrollo de nuestro país.

## **CAPITULO X**

### **PROPUESTA EN LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGIA**

#### **10.1 Propuesta**

La UNI caracterizada por su afán de servicio a las grandes mayorías del Perú, en vista de que las pequeñas y microempresas carecen de información en lo que respecta a los sistemas de ahorro de energía. La facultad de ingeniería eléctrica formará un grupo de asesoría, con los estudiantes de los últimos años que estén interesados en la optimización de costos en tarifas, para lo cual deben contar con amplios conocimientos técnicos en la solución de problemas de ahorro de energía. Los cuales serán asesorados por especialistas. Para lo cual se solicitará la colaboración del Ministerio de Energía y Minas, Osinerg y entidades a fines.

Quienes a la vez brindarán asesoría a las pequeñas y microempresas en los siguientes aspectos:

- Guías para el ahorro de energía.
- Pasos para ahorrar energía
- Opción tarifaria más conveniente.
- Interpretación de las Facturas Eléctricas
- Medición y Registro de Energía en las Pymes
- Administración de energía
- Guía para el uso eficiente de la energía

## **CAPITULO XI**

### **ANÁLISIS INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD**

#### **11.1 Formación de un grupo de trabajo**

La UNI a través de la facultad de ingeniería eléctrica contará con un equipo de estudiantes que hayan obtenido las mejores calificaciones y estén interesados en realizar asesoría quienes solicitarán apoyo al rectorado para contar con un local con los recursos básicos. Asimismo se solicitará a las empresas eléctricas la donación de instrumentos de medida (megóhmetro, analizadores de redes, multímetros, entre otros), los cuales servirán para que los alumnos realicen las mediciones básicas y análisis de los suministros.

#### **11.2 Difusión del Proyecto**

Para difundir las bondades de éste proyecto se solicitará el apoyo del Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Trabajo, a la vez se puede solicitar entrevistas en televisión Programa cuarto poder), radio (Radio Programas del Perú), prensa escrita y en las asociaciones de Pymes. Donde se difunda la finalidad del proyecto y sus objetivos.

Las pequeñas y micro empresas interesadas en optimizar sus costos, sólo deberán enviar sus últimos 6 o 12 recibos de energía eléctrica, al grupo de estudiantes, quienes al cabo de cierto tiempo (una semana) analizarán los ahorros que se puedan lograr, y enviarán una respuesta al usuario.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- 1) Con el presente trabajo, se aplicará soluciones prácticas basadas en la correcta aplicación de Pliegos Tarifarios y características de consumo eléctrico de determinada empresa o sector empresarial a nivel nacional fomentando así la descentralización de estas soluciones.
- 2) El presente trabajo dará una visión clara al estudiante universitario de la realidad nacional en materia de facturación eléctrica, estableciéndola como una de los principales puntos coyunturales del empresario peruano.
- 3) Los alumnos de la Universidad Nacional de Ingeniería, capacitados en la optimización de costos en la facturación de tarifas, prestarán un invaluable aporte al desarrollo del Perú al colaborar con el surgimiento de las pequeñas y micro empresas.
- 4) La actual ley tarifaria, permite a las empresas optimizar sus costos de facturación eléctrica, pero un gran porcentaje de ellas desconocen la normativa en materia de ahorro energético.
- 5) El presente trabajo proporciona una guía práctica para establecer un sistema simple para monitorear la energía, a la vez muestra como las pequeñas y medianas empresas pueden reducir el costo de su facturación energética, haciendo uso de la información cotidiana acerca de la energía y sus procesos.
- 6) Un cambio simple de tarifa eléctrica, puede lograr ahorros bastante significativos.

**Recomendaciones**

- 1) Que los organismos pertinentes difundan los alcances de la normativa vigente, con el objetivo de que éstas sean aplicadas de manera adecuada.
- 2) Que el Ministerio de Energía y Minas, Osinerg coadyuven en la aplicación de ésta propuesta.
- 3) Estimular a los alumnos de la FIEE-UNI en el desarrollo de la investigación con prioridad en temas de ahorro energético.
- 4) Se propone utilizar equipos de medida de parámetros eléctricos, los cuales permitirán aun mas fortalecer los conocimientos del estudiando, pudiendo ser determinante para establecer pautas en el desarrollo de sus trabajos de optimización eléctrica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1) Ministerio de Energía y Minas, “Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento”- Perú, 1992.
- 2) Resolución de Consejo Directivo OSINERG N° 001, “Procedimiento para la Fijación de Precios Regulados” - Perú, 2003.
- 3) Ministerio De Energía y Minas, “Proyecto de Modificación de la Ley de Concesiones Eléctricas” - Perú, 2005.
- 4) Osinerg, “Norma Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final” - Perú, 2005.
- 5) Osinerg, “Norma Proceso de Regulación Tarifaria de los Sistemas de Distribución Eléctrica” – Perú, 2005.