



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA MICRO, PEQUEÑA Y
MEDIANA EMPRESA Y CASOS DE ESTUDIOS”.**

AUTORES

Juan Vásquez Villarroel

Eduardo Zamorano Vásquez

**SEMINARIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN ELECTRICIDAD**

CONCEPCIÓN – CHILE

AÑO 2015



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICO.

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA MICRO, PEQUEÑA Y
MEDIANA EMPRESA Y CASOS DE ESTUDIOS”.**

AUTORES

Juan Vásquez Villarroel

Eduardo Zamorano Vásquez

DOCENTE GUÍA

Fabricio Salgado Díaz

DOCENTES CORRECTORES

Luis Silva Oyarzun

Javier Riedemann Aros

AÑO 2015

Agradecimientos.

Agradecer ante todo a Dios por estar en esta instancia de mi carrera y también a mis padres Juana y Francisco por darme siempre su apoyo, confianza y ser una motivación para nunca decaer en las situaciones más difíciles. Tampoco quiero dejar fuera a compañeros, profesores y amigos en general que de alguna manera u otra me permitieron llegar a esta etapa de mi carrera.

Respecto a la tesis agradecer al profesor Fabricio Salgado quien nos guio y brindó su confianza durante la realización de este seminario, a mi compañero Juan Vásquez, a don Marcelo y don Erick quienes nos recibieron amablemente en sus respectivas empresas y nos permitieron realizar nuestro seminario.

Eduardo Zamorano.

Al finalizar un trabajo tan laborioso y lleno de dificultades como es la elaboración de una tesis, es inevitable no sentirse bien al poder terminar y entonces comienzo a recordar por todo los sacrificios por lo que tuvimos que pasar, por ejemplo estar trabajando en nuestra tesis a altas horas de la noche y luego levantarse para ir a clases, dejar de hacer otras cosas para estar trabajando en el proyecto o cuando se daña el disco duro de la computadora y no respaldas la investigación y así puedo contarles de las cosas que suelen pasar a la hora de estar con la elaboración de este seminario de título.

Pero también en ese momento recuerdo que esto no lo hubiera podido lograr sólo, pues muchas veces me desanimaba, perdía el entusiasmo y todo lo que tiende a pasar cuando las cosas no se nos están dando como queremos. Agradecer en primer lugar a Dios, que me dio ánimo de seguir adelante, agradecer a mi familia dándome apoyo en todo momento, a mis amigos y compañeros de universidad, a mi compañero de tesis Eduardo Zamorano quien fue un pilar fundamental en la realización de nuestra tesis, nuestro profesor guía Don Fabricio Salgado y toda esa gente que de una manera u otro siempre estuvo a mi lado apoyándome, dándome ánimo y apoyo.

Gracias a todos.

Juan Vásquez Villarroel.

Índice General.

	Pág
Resumen	1
Objetivo General	2
Objetivo específico	2
Introducción	3
Capitulo N°1. Las Pymes	4
1.1. Definición: Tipos de empresas.....	4
1.2. Las Pymes.....	8
1.3. Estatuto Pyme.....	8
1.4 Clasificación de empresas de menor tamaño en el mundo.....	13
Capitulo N°2. Eficiencia Energética	18
2.1 Definición: Tipos de eficiencias.....	19
2.2. Indicadores de eficiencia.....	29
2.3 Eficiencia energética en sistemas eléctricos y térmicos.....	29
2.3.1. Sistemas eléctricos	29
a) Medidas para administrar eficientemente la energía.....	30
b) Sistemas de refrigeración.....	39
c) Sistema de aire acondicionado.....	42
d) Motores eléctricos.....	44
e) Sistemas de iluminación.....	49
2.3.2. Sistemas térmicos	64
a) Principales pérdidas de calor por sistemas térmicos.....	64
b) Sistemas térmicos de mayor uso.....	70

Capítulo N°3. Aplicación de eficiencia energética en casos de estudios..	77
3.1. Panadería San pablo.....	77
a) Planteamiento del problema.....	77
b) Solución para aumentar la eficiencia energética.....	85
c) Propuesta y cálculo de iluminación.....	87
d) Evaluación de rentabilidad y periodo recuperación de la inversión...	118
3.2. Empresa EnergySur.....	121
a) Descripción del problema.....	121
b) Características Generales.....	121
c) Alternativas para mejorar la eficiencia energética.....	128
d) Evaluación de rentabilidad y recuperación de la inversión.....	136
Capítulo N°4. Conclusiones Generales.....	140
Bibliografía.....	143
Anexos	
Anexo A: Normativa chilena para instalaciones fotovoltaicas.....	151
Anexo B: Normativa chilena de eficiencia energética para distintos artefactos.....	153
eléctricos.	

Resumen.

En el presente Seminario se describen las principales características de las micros, pequeñas y medianas empresas en Chile y el mundo, junto con los principales métodos y acciones para hacer un uso más eficiente de la energía en sistemas térmicos y sistemas eléctricos, además aplicar estos conocimientos a los casos de estudios.

En el primer capítulo se describen las principales características y clasificación de las micro, pequeñas y medianas empresas en Chile y el mundo, o mejor conocidas en el país como Pymes, las cuales cumplen un rol de gran importancia ya que entregan trabajo a muchas personas y permiten el desarrollo de variados y nuevos focos de trabajo donde pueden surgir nuevas empresas.

En el segundo capítulo se abordan los aspectos más relevantes con respecto a la eficiencia energética donde se realiza una descripción del tema entregando definiciones, métodos sobre cómo aprovechar de mejor manera la energía en sistemas eléctricos y térmicos. Además se describen indicadores que pueden servir como modelo a seguir para poder mantener un control sobre la producción e ir conociendo la cantidad de energía que se requiere para una determinada faena, junto con el tiempo invertido para así tener datos y estadísticas de rendimiento e ir comparándolos con otros métodos o con él mismo a través del tiempo, revisar si con el tiempo se ha aumentado o disminuido el rendimiento, lo que se puede asociar, a un mejor o menor aprovechamiento de recursos energéticos.

En el tercer capítulo se desarrollan dos casos de estudio, donde se presenta una propuesta, que pretende disminuir la cantidad de energía consumida por las empresas estudiadas. En el primer caso se realiza el reemplazo de las luminarias del sector de ventas de una panadería por luminarias led, alimentadas por un sistema de paneles solares junto con todo el análisis económico correspondiente. En la segunda parte de este capítulo se realiza un análisis del consumo energético de dos termo tanques eléctricos de 200 y 250 litros de capacidad de agua, los cuales entregan agua caliente para la ducha de los trabajadores de EnergySur al final de la jornada laboral, todo esto con el objetivo de ver la posibilidad de reemplazar por dos termo tanque solares (Sistema de colector solar) y con esto disminuir los gastos finales de la empresa.

En el cuarto capítulo se efectúan las conclusiones correspondientes al seminario.

Objetivo general.

- Mostrar métodos de eficiencia energética y mostrar su aplicación a la micro, pequeña y mediana empresa.

Objetivos específicos.

- Informar acerca de la clasificación de las Pymes en Chile y el mundo.
- Conocer e identificar métodos de eficiencia energética en sistemas térmicos y eléctricos.
- Mejorar la eficiencia energética en Casos de Estudios.

Introducción.

La economía mueve al país y las grandes empresas son responsables de gran parte de la economía, del empleo, pero también las micro, pequeña y mediana empresas juegan un papel importante en esta tarea. La producción de productos o servicios que ofrecen estas pequeñas empresas son comúnmente las necesidades de la mayoría de la población.

Las empresas dependen de la energía, y ahorrar es primordial para los intereses económicos, donde existen formas o sistemas que permiten ahorrar energía aplicando la eficiencia energética en las instalaciones o procesos. La Eficiencia Energética busca maximizar lo mejor posible la cantidad de energía que se utiliza para realizar una determinada tarea, o aumentar el rendimiento utilizando la misma cantidad de energía.

Las mejoras en la eficiencia energética se suelen alcanzar incorporando procesos productivos de mejor rendimiento, como también utilizando tecnologías más modernas para aumentar la producción. Dentro de los planes que apuntan a una mejora en la eficiencia energética está; aumentar el rendimiento de los sistemas energéticos, no mal gastar la energía, incorporar nuevas tecnologías y medidas que ayuden a mejorar la eficiencia; Implementar medidas de eficiencia energética en los distintos sectores de la economía o lugares residenciales, provee desafíos para personas y empresas, porque se debe incorporar nuevas tecnologías de procesos o equipos que son más eficientes en el consumo, pero que suponen un gasto extra, y que en algunos casos estos gastos son demasiados elevados y poco convenientes económicamente, debido a este motivo las personas y empresas no están dispuestos a asumir este costo.

Capítulo N°1.Las Pymes.

Las Pymes son pequeñas y medianas empresas que ofrecen sus productos o servicios al igual que las grandes empresas pero en menor cantidad, son parte importante de la economía del país, por esto tienen necesidades específicas que son atendidas por el estado para que tengan un mejor desenvolvimiento, este tipo de empresas generan riquezas para el país, y son un motor de empleo importante ya que entregan en un alto porcentaje trabajo a las personas. Como empresas pequeñas que son, necesitan ayuda para poder competir con las grandes empresas, por eso necesitan incentivos económicos por parte del estado para que puedan surgir y sobrevivir en el mercado a través del tiempo. El estado ofrece líneas de créditos con condiciones especiales, los beneficios impositivos y la consultoría sin cargo que ayudan a mejorar la economía de estas empresas.

La mayoría de empresas Pymes, elaboran sus productos o prestan servicios, y uno de los factores importantes es la energía, ya que actualmente es de vital importancia en la economía e interés de cualquier empresa, más tratándose de empresas pequeñas como las Pymes que necesitan mantenerse y crecer día a día. En el presente capítulo se verá la definición de micro, pequeña y mediana empresa, las principales características e importancia en la sociedad chilena y el estatuto Pyme (ver capítulo 1.3), también la clasificación por ventas y número de trabajadores en Chile y en el mundo.

1.1. Definición: Tipos de Empresas [1].

Microempresas: Por lo general, la empresa y la propiedad son de propiedad individual, los sistemas de fabricación son prácticamente artesanales, la maquinaria y el equipo son elementales y reducidos, los asuntos relacionados con la administración, producción, ventas y finanzas son elementales y reducidas, el director o propietario puede atenderlos personalmente.

Características administrativas de las microempresas:

-Son de propiedad de pocas personas.

-Se concentran en determinadas ramas de la actividad, generalmente está centrada en la producción o comercialización de productos.

- No tienen más de dos niveles jerárquicos en sus estructuras organizacionales.
- Tienden a crecer y pasar de ser una microempresa a ser una empresa pequeña.
- No poseen más de 10 empleados.
- Sus ventas anuales son limitadas en cuanto a monto y volumen.
- Fuerte adaptabilidad de las unidades productivas.
- El dueño hace las veces de gerente, administrador, operario, vendedor, secretario.
- Generalmente los dueños no se fijan sueldo y toman los gastos personales de las entradas de dinero del negocio.
- Generalmente se compra la materia prima para el día a día, generando pérdidas por descuentos y despilfarro de material sobrante.
- Padece de dificultades económicas, de liquidez, margen bajo de ganancia.
- Generalmente no lleva contabilidad ni estadística.
- Si es una empresa familiar se ingresan los miembros al equipo de trabajo.

Pequeñas Empresas: En términos generales, las pequeñas empresas son entidades independientes, creadas para ser rentables, que no predominan en la industria a la que pertenecen, cuya venta anual en valores no excede un determinado tope y el número de personas que las conforman no excede un determinado límite.

La pequeña empresa tiene determinadas características que la distinguen de otros tipos de empresa (micro, mediana o grande empresa).

Según Jack Fleitman, autor del libro "Negocios Exitosos", las características principales de la pequeña empresa son las siguientes:

- Ritmo de crecimiento por lo común superior al de la microempresa y puede ser aún mayor que el de la mediana o grande.

- Mayor división del trabajo (que la microempresa) originada por una mayor complejidad de las funciones; así como la resolución de problemas que se presentan; lo cual, requiere de una adecuada división de funciones y delegación de autoridad.

-Requerimiento de una mayor organización (que la microempresa) en lo relacionado a coordinación del personal y de los recursos materiales, técnicos y financieros.

-Capacidad para abarcar el mercado local, regional y nacional, y con las facilidades que proporciona la red de internet, puede traspasar las fronteras con sus productos (especialmente si son digitales, como software y libros digitales) y servicios.

-Está en plena competencia con empresas similares (otras pequeñas empresas que ofrecen productos y/o servicios similares o parecidos).

- Utiliza mano de obra directa, aunque en muchos casos tiene un alto grado de mecanización y tecnificación.

-En muchos casos son empresas familiares; en las cuales, a menudo la familia es parte de la fuerza laboral de la pequeña empresa. Por ejemplo, el esposo es el gerente general, la esposa la gerente comercial, el hijo mayor el jefe de ventas y además, todos ellos participan de una u otra manera en la producción o prestación de servicios.

- Su financiamiento, en la mayoría de los casos, procede de fuentes propias (ahorros personales) y en menor proporción, de préstamos bancarios, de terceros (familiares o amistades) o de inversionistas.

-El propietario o los propietarios de pequeñas empresas suelen tener un buen conocimiento del producto que ofrecen o servicio que prestan y además, sienten pasión, disfrutan y se enorgullecen con lo que hacen.

- El flujo de efectivo es uno de los principales problemas con los que atraviesa la pequeña empresa, especialmente en sus inicios.

-Realizan compras de productos y servicios a otras empresas y hacen uso de las innovaciones, lo cual, genera crecimiento económico.

-Contribuye a la producción nacional y a la sociedad en general, aparte de los gastos y ganancias que generan.

-Un buen porcentaje de pequeñas empresas opera en la casa o domicilio de sus propietarios. Por ejemplo, peluquerías, consultorías.

Tiene sistemas administrativos menos jerárquicos y una fuerza laboral menos sindicalizada que la mediana y grande empresa.

Medianas Empresas: En este tipo de empresas intervienen más de cien personas, generalmente tienen sindicato, hay áreas bien definidas con responsabilidades y funciones, tienen sistemas y procedimientos automatizados.

La mediana empresa es aquella unidad económica con la oportunidad de desarrollar su competitividad en base a la mejora de su organización y procesos, así como de mejorar sus habilidades empresariales.

Las medianas empresas se caracterizan como aquellas que tienen:

- Un número de empleados mayor a 49 hasta 199.
- Posee un nivel de complejidad en materia de coordinación y control.
- Existen mayores exigencias en comunicación.
- Existe un crecimiento del volumen de operaciones que no le permiten al propietario ejercitar él sólo la gestión de decisiones y control.
- Incorpora personas que puedan asumir funciones de coordinación y control y, paulatinamente, funciones de decisión, lo que implica redefinir el punto de equilibrio y aumentar simultáneamente el grado de compromiso de la empresa.

1.2. Las Pymes

La pequeña y mediana empresa conocida también por su acrónimo Pyme o por la sigla PME es una empresa con características distintivas, y tiene dimensiones con ciertos límites ocupacionales y financieros prefijados por los Estados o regiones. Las Pymes son agentes con lógicas, culturas, intereses y un espíritu emprendedor específicos.

Las pequeñas y medianas son empresas totalmente independientes, con una alta predominancia en el mercado del comercio, quedando prácticamente fuera del mercado industrial debido a las grandes inversiones necesarias que se deben realizar. La legislación impone en cuanto a sus ganancias y números de trabajadores, los cuales si son superados convierten, por ley, una microempresa pasa ser una pequeña empresa, o una mediana empresa se convierte automáticamente en una gran empresa.

Importancia de las Pymes en la sociedad en Chile.

Las Pymes en Chile juegan un papel importante en el desarrollo económico del país y como se sabe la creación de empleos, además son parte de la dinámica social de los barrios en el país, específicamente en su mayoría las microempresas que están muy presentes en los barrios y que dan empleo a personas de su entorno permitiendo a los trabajadores y dueños de empresas surgir económicamente.

- **Las micro, pequeñas y mediana empresas en Chile y el mundo.**

En Chile el Ministerio de Economía tiene diferentes maneras de clasificar a las micros, pequeñas y medianas empresas. Esto está establecido en el Estatuto Pyme.

1.3. Estatuto Pyme [2].

En enero de 2010 se promulgó la Ley 20.416 que fija normas especiales para las Empresas de Menor Tamaño (EMT), conocida también como Estatuto Pyme, con el objetivo de facilitar el desenvolvimiento de éstas, mediante la adecuación y creación de normas regulatorias que regulan su iniciación, funcionamiento y término, en atención a su tamaño y grado de desarrollo.

En Chile se utilizó como criterio el ingreso anual por ventas y servicios del giro de la empresa, debido a su fácil fiscalización e implementación.

Es así, como se realizó la siguiente clasificación para el conjunto de empresas consideradas EMT:

- **Microempresa:** Empresa cuyos ingresos anuales por ventas y servicios y otras actividades del giro, no hayan superado las 2.400 UF (valor UF, \$ 20.996,49 el 29 de Marzo del 2010,) en el último año calendario.
- **Pequeña:** Empresa cuyos ingresos anuales por ventas y servicios y otras actividades del giro, sean superiores a 2.400 UF, pero inferiores a 25.000 UF en el último año calendario.
- **Mediana:** Empresa cuyos ingresos anuales por ventas y servicios y otras actividades del giro, sean superiores a 25.000 UF, pero inferiores a 100.000 UF en el último año calendario.

El resto de las empresas (que tuviesen ingresos anuales por ventas y servicios del giro mayores a 100.000 UF) quedan en la categoría de empresa grande. El concepto de ventas y servicios para estas definiciones se refiere al monto total de ellas, netas del Impuesto al Valor Agregado y a los impuestos específicos.

También existe la clasificación por el tamaño de la empresa y está dado por el número de trabajadores que ésta tenga, lo cual se explicita mediante una modificación al Código del Trabajo en relación a la Tabla N°1.1. *Estratificación por tamaño de empresas en Chile.*

En particular, la clasificación en términos del número de trabajadores es la siguiente.

- Microempresa:** empresa que tiene contratados de 1 a 9 trabajadores.
- Pequeña:** empresa que tiene contratados de 10 a 49 trabajadores.
- **Mediana:** empresa que tiene contratados de 50 a 199 trabajadores.
- **Gran empresa:** empresa que tiene contratados 200 trabajadores o más.

La clasificación de las empresas Pymes en Chile se realizan a través de dos medidas, la primera es en función de las ventas anuales y la segunda respecto al número de trabajadores.

Esto se encuentra en el Estatuto Pyme Ley N° 20.416

Tabla N°1.1.Estratificación por tamaño de empresas en Chile.

Tamaño de empresa	Clasificación por ventas	Clasificación por número de trabajadores
Micro	0 – 2.400 UF	0 – 9
Pequeña	2.400,01 UF – 25.000 UF	10 – 25
Mediana	25.000,01 UF – 100.000 UF	25 – 200
Grande	100.000,01 UF y mas	200 y mas

La manera más común de clasificar las empresas en Chile por parte del Estado es de acuerdo a la cantidad total de ventas anuales realizadas. Pero este criterio no está exento de deficiencias y no permite hacer comparaciones con otros países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), donde el criterio es clasificar las empresas de acuerdo al número de trabajadores.

El 6 de marzo de 2014 en la XIII Sesión del Consejo Nacional Consultivo de la Empresa de Menor Tamaño (EMT) se efectuó la presentación del Proyecto de Ley que modifica la Ley N°20.416 que fija Normas Especiales para las Empresas de Menor Tamaño (Estatuto Pymes 2.0). En esta Sesión se consideró la volatilidad que sufren las empresas a escala productiva, proponiendo incorporar como variable el “número de trabajadores” como criterio adicional.

Estratificación por ventas de las EMT en Chile.

Los datos fueron entregados por el Servicio de Impuestos internos (SII), la información sobre las ventas proviene de la declaración de impuestos anuales a la renta de la declaración mensual de IVA y los pagos previsionales mensuales del impuesto a la renta.

Tabla N° 1.2. Estratificación por ventas de las EMT

Tamaño	N° Empresas	Ventas	Empleo
Micro	70,5 %	1,8 %	10,5 %
Pequeña	23,5 %	8,2 %	18,8 %
Mediana	4,0 %	8,9 %	17,0 %
Grande	1,9 %	81,2%	53,7 %
Total	100 %	100 %	100 %

Como se aprecia en la Tabla N° 1.2. Las EMT representan el 98,1 % de empresas que existen en el país versus un 1,9% de las grandes empresas, además las EMT solo representan un 18,8 % en ventas en contra de un 81,2 % de las grandes empresas. En términos de generación de empleos las EM aportan con un 46,3 % en comparación a un 53,7% de las grandes empresas.

El Estatuto Pyme fija normas especiales para facilitar el funcionamiento de las Empresas de Menor Tamaño (EMT) tales como:

Permisos provisorios de funcionamiento.

Se faculta a los servicios públicos, incluida la autoridad sanitaria para entregarlos a las empresas que lo soliciten por 1ª vez, que sean nuevas, sin ventas, con un capital inicial de hasta UF 5.000 y con condiciones generales de cumplimiento dadas por la autoridad respectiva.

Permiso sanitario inmediato.

La autoridad sanitaria otorga a las microempresas cuyas actividades no presenten riesgo grave. Sujeto a solicitud y declaración jurada simple sobre cumplimiento y pago de derechos respectivos.

Patentes provisorias.

Se faculta a las municipalidades para otorgarlas a empresas que la solicitan por 1º vez, cuyo capital no exceda las UF 5.000, y con permisos o autorizaciones provisorios. Se mantiene el requisito de emplazamiento. Pueden otorgar plazos y/o facilidades de pago para estas patentes. Por ejemplo, el pago se puede hacer hasta en 12 cuotas o incluso exención de éste bajo criterios generales.

Términos de fiscalización.

Se modifica el rango superior de las multas:

- Con hasta 49 Trabajadores: 1-20 UTM pasa a 1-10 UTM
- Con 50-199 Trabajadores: Mantiene rango (2-40 UTM)
- Desde 200 Trabajadores: Mantiene rango (3-60 UTM)
- Se reduce la multa las empresas que acreditan corrección de infracción dentro de los primeros 15 días de detectada por 1º vez.
- Se amplía a 49 a trabajadores la sustitución de multa por capacitación (era hasta 9 Trabajadores), y sustitución de multa por asistencia al cumplimiento en los casos de higiene y seguridad (era hasta 25 Trabajadores).

Protección a las Pymes.

Como compradoras: Se protegen los derechos de las micros y pequeñas empresas y se aplican los mismos patrones de protección que a los consumidores, exceptuando mediación del Sernac.

Como proveedoras: Se modifica la ley de competencia desleal para proteger a las empresas. Por ejemplo, cuando clientes compradores aplican cláusulas abusivas o incumplen sistemáticamente con las condiciones pactadas con su proveedor.

Asesor económico.

Se crea un asesor económico que realiza un análisis de la situación económica, financiera y contable de la empresa, previo emite un certificado especial que suspende, entre otros, los apremios por incumplimiento de obligaciones pecuniarias (entregar cierta suma de dinero) de la empresa, embargos y solicitudes de quiebra.

1.4. Clasificación de las empresas de menor tamaño en mundo [3].

Unión Europea.

En la Unión Europea las empresas que emplean menos de 250 trabajadores se clasifican como micros, pequeñas y medianas. El criterio para clasificar las empresas es la cantidad de trabajadores como primer criterio y luego la empresa puede escoger otros criterios como ingresos por ventas o activos netos.

Tabla N°1.3. Categorías dentro de las EM en la UE.

Categoría de empresa	Números de trabajadores	Ingresos por venta anuales	Balances (activos netos anuales)
Mediana	< 250	≤ € 50 M	≤ € 43 M
Pequeña	< 50	≤ € 10 M	≤ € 10 M
Micro	< 10	≤ € 2 M	≤ € 2 M

Fuente: Artículo 2 del Anexo de Recomendación 2003/361/EC.

EM: Empresas de Menor Tamaño.

Estados Unidos.

En los Estados Unidos no hay una única definición ya que depende del organismo gubernamental y los propósitos de la clasificación. Una de las clasificaciones más utilizadas es la de la Agencia Federal para el Desarrollo de la administración para pequeños negocios (SBA por sus siglas en inglés Small Business Administration), quien establece como condición inicial para clasificar como empresa de menor tamaño, que las empresas sean autónomas, con fines de lucro, y que no sean dominantes en su mercado.

Tabla N° 1.4. Definición de EM en Estados Unidos.

Tipo de industria	Número de trabajadores anuales	Ingresos por ventas anuales
Manufactureras	<500 - <1500	-
Mayoristas	<100 - <500	-
De servicio	-	< USD 2.5M-21,5 M
Minoristas(etail)	-	< USD 5M-21M
Construcción Gral y pesada	-	< USD 13.5M-17M
Construcción (resto)	-	< USD 7M
Agricultura		< USD 0.5M-9M

El estándar de tamaño más común es de 500 trabajadores para la mayoría de las industrias manufactureras y mineras o de 100 trabajadores para las industrias de comercio mayorista; \$6 millones de dólares en ingresos por ventas anuales para la mayoría de las industrias de retail (venta al detalle, comercio que se realiza al detalle) y de servicios, \$28.5 millones para las industrias de construcción pesada o \$12 millones para las industrias agrícolas.

Clasificación de las empresas en el resto de OCDE.

En esta clasificación se deja fuera a países de un Unión Europea y Estados Unidos.

Tabla N° 1.5. Definición de EM en selección de países de la OCDE.

País	Número de trabajadores	Ventas (\$)	Otro criterio financiero	Por sector
Canadá	X			
Australia	X			
Corea	X	X	X	X
Israel	X			
Japón	X		X	X
México	X			X
Noruega	X	X	X	
Nueva Zelanda	X			
Suiza	X			
Turquía	X	X		

Como se aprecia en la Tabla N° 1.5. Todos los países utilizan la cantidad de trabajadores como criterio para clasificar las empresas. En países como Nueva Zelanda donde el límite es de 20 trabajadores para todo tipo de empresas, en cambio en Japón o Corea el límite es de 300 trabajadores.

Latinoamérica.

En Latinoamérica no existe una definición común para la micro, pequeña y mediana empresa. El 90% de los países considera en la definición de las EM el número de trabajadores, un 60% considera las ventas y un 35 % los activos totales, mientras que un 10% considera las ventas o ingresos brutos anuales y el 5% el patrimonio neto.

Tabla N° 1.6. Clasificación de las EM en Latinoamérica.

País	Número de trabajadores	Ventas (\$)	Otro criterio financiero	Por sector
Argentina	X	X		X
Bolivia	X	X	X	
Brasil	X	X		
Chile	X	X		
Colombia	X		X	
Costa Rica	X			
Ecuador	X	X	X	
El Salvador	X		X	
Guatemala	X		X	
Honduras	X	X		
México	X			
Nicaragua	X	X	X	
Panamá	X		X	
Paraguay	X		X	
Perú	X	X		
R. Dominicana	X	X	X	
Uruguay	X	X	X	
Venezuela	X	X		

Las EM representan casi la totalidad de empresas, la disponibilidad de datos y encuestas es menor que en países más desarrollados, lo que dificulta realizar un conteo más preciso sobre la cantidad de empresas que existen y como clasificarlas.

Nota: Todos estos datos y antecedentes fueron recopilados de un informe del Ministerio de Economía Fomento y Turismo que fue realizado en abril del 2014 donde se describen los antecedentes para la revisión de los criterios de clasificación del estatuto Pymes.

Capítulo N°2: Eficiencia energética.

En Chile y el mundo las micro, pequeñas y medianas empresas son una fuerza económica importante, pues son parte del motor de crecimiento económico de un país. Este tipo de empresas abarca un grupo muy diverso de rubros productivos que entregan empleo a una importante cantidad de trabajadores.

Dentro de este contexto la eficiencia energética representa un reto de vital importancia para las Pymes. Aplicar prácticas que mejoren el consumo energético entrega la posibilidad de disminuir los costos en energía. Ahorrar energía permitirá ahorrar recursos económicos que pueden utilizarse para actividades como mantenimiento, investigación y desarrollo, entre otras. La eficiencia energética mejorará la imagen de la empresa, mostrándola como una empresa que se preocupa por el medioambiente y el uso de la energía. Cuando una Pyme incorpora la eficiencia energética adquirirá ventajas competitivas por sobre empresas locales, quienes son sus principales competidoras.

La energía desarrolla un papel importante para el funcionamiento de una empresa. El uso racional y eficiente representa una oportunidad para las Pymes, ahorrar energía y recursos económicos, fortalecerá los procesos de producción y generan un impacto positivo en el medioambiente. La eficiencia energética para las Pymes es una herramienta que ayuda a mejorar la rentabilidad y productividad, para que una empresa sea capaz de seguir creciendo se recomienda incorporar mejoras en prácticas de eficiencia energética que reduzcan el consumo energético.

En el siguiente capítulo se define eficiencia energética, los tipos de indicadores de eficiencia energética, analizar la eficiencia energética en sistemas térmicos y eléctricos, con el propósito de ser un aporte a este tipo de empresas que puedan desconocer esta información y tomar la mejor decisión posible dentro de sus actividades económicas.

2.1. Definición: Tipos de eficiencias.

- **Eficiencia [4].**

Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. En física, la eficiencia o rendimiento de un proceso o un dispositivo, es la relación entre la energía útil y la energía invertida en dicha acción.

La eficiencia enfatiza en aprovechar lo mejor manera posible los recursos con que se dispone, para lograr un objetivo al menor costo posible. Mejorar la eficiencia permite aumentar la producción, disminución de costos con que se logran las metas propuestas, se ahorra tiempo, recursos humanos y recursos materiales. Otro aspecto importante es que contribuye a mejorar el ambiente laboral ya que cada persona tiene clara su función y conoce cuál es su aporte en la meta planteada.

- **Eficiencia Energética [5].**

La eficiencia energética se puede definir como acciones y medidas que tienen el objetivo de aprovechar la energía de la mejor manera posible y reducir la cantidad de energía que se consume para un determinado objetivo. Al hablar de eficiencia energética no solo se refiere a aspectos técnicos, sí no que también de aspectos económicos los que son relevantes para los consumidores y permiten que según la conveniencia aplicar o no las medidas para mejorar la eficiencia energética.

Los consumidores de energía al aplicar medidas pueden aprovechar de mejor manera este recurso, donde podrán beneficiarse, disminuyendo el consumo de esta sin afectar la producción, lo que se traduce en mayores ganancias para la empresa o usuario que las aplique. Los consumidores industriales o comerciales pueden aumentar la rentabilidad aplicando medidas para aumentar la eficiencia, estas medidas no solo puede aplicarse en la producción sino que también en las otras áreas de la empresa dependiendo del caso. Implementar equipos de mayor rendimiento disminuirá el consumo energético, pero en algunos casos estos resultan

demasiados costosos y su aporte no sea significativo, las empresas desean mejorar la eficiencia energética pero sin que afecte los intereses económicos de está.

El consumo energético eficiente trae beneficios económicos, además ayuda al medioambiente, haciendo que se disminuya la emisión de gases de efecto invernadero, debido a que la mayor parte de la energía la entregan combustibles fósiles que contribuyen de forma directa a la emisión de estos gases, por otra parte la energía eléctrica a pesar de no emitir gases cuando se utiliza, tiene un alto costo económico ya que las centrales termoeléctricas funcionan con petróleo, gas natural o carbón que aumentan el precio de la energía además de ser una fuente de gran contaminación y esto asociado a su bajo rendimiento. Cuando el país se encuentra en un déficit de lluvias, produce una crisis hídrica con lo cual las centrales hidroeléctricas dejan de producir energía, y esa falta de energía eléctrica está suplida por plantas termoeléctricas que funcionan con combustibles. La generación de energía eléctrica con combustibles fósiles produce un aumento de gases de efecto invernaderos como el CO₂. Producir energía eléctrica con combustibles fósiles encarece el precio de la energía eléctrica debido a que el precio que se paga por un megaWatt es de acuerdo a la generadora y si el precio de la fósil es más elevado, la eléctrica deberá acoplarse al mismo precio por producir energía. Ejemplo: una empresa termoeléctrica vende el megaWatt-hora a 246 dólares y una hidroeléctrica a 50 dólares, el precio que pagan los consumidores será de 246 dólares (precio junio 2013). Este elevado costo se debe a que el precio de la energía se fija de acuerdo a la generadora que tiene el precio más alto. Las generadoras térmicas tienen un rendimiento de energía convertida del orden del 26 a 28 % en cambio una generadora hidroeléctrica un rendimiento alrededor de un 85% (depende del salto de agua el caudal y el tipo de turbina), y las plantas eólicas un rendimiento del 45%.

Uno de los aspectos que ha aumentado el consumo de energía es el crecimiento económico del país lo que implica un aumento en la demanda de energía en todos los aspectos. El mundo cada vez se encuentra más industrializado, los hogares cada vez más modernos debido al gran uso de equipos que funcionan con energía eléctrica.

Desde hace unos años los gobiernos y empresarios han tomado conciencia acerca de lo importante que es la energía y como aprovecharla de mejor manera, es por esto que se están tomando medidas para utilizar eficientemente la energía, para contrarrestar el cambio climático y obtener mejores beneficios económicos. Para que esto se concrete, se han adoptado medidas que

mejoren el consumo de energía como: tecnología más eficiencia, educación a las personas, familias y empresarios, todo esto tendrá beneficios económicos, culturales y ambientales.

Realizar una auditoría energética permitirá conocer el estado de eficiencia de un sistema, realizar una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía, con lo cual se buscan identificar y reducir los insumos energéticos en el sistema sin perjudicar el rendimiento, el cual es uno de los aspectos más importantes. Esta herramienta permite evaluar la cantidad de energía que utiliza en una empresa y determinar las medidas que puede adoptar para mejorar la eficiencia energética. Conviene recordar que las auditorías no ahorran energía por sí solas sino que habrá que poner en marcha las medidas recomendadas.

- **Barreras que limitan la implementación de la eficiencia energética [6].**

Dentro de las limitaciones que existen para aplicar la eficiencia energética se han encontrado distintos tipos de barreras que limitan la implementación de la eficiencia energética, donde las que destacan son el aspecto económico, tecnológico, falta de información, políticas-reglamentarias, socio-culturales y técnicas.

- **Barreras económicas.**

Las principales trabas son desde el punto de vista de costos de inversión inicial, las mejoras en la eficiencia son en muchos casos por la incorporación de nuevas tecnologías, que aumentarían el rendimiento, pero implementar esto no es justificado si es que la demanda de producción no la requiere. Sin embargo, las variaciones en el costo energético permiten que en períodos de alza se generen beneficios económicos.

- **Barreras técnicas.**

Dentro de este aspecto lo que más se puede destacar es la falta de profesionales que realmente se manejen en el tema de la eficiencia energética y que sean capaces de poder asesorar correctamente a quienes soliciten su conocimiento donde la eficiencia energética vaya de la mano con la conveniencia económica. La parte técnica es un gran desafío de superar, incluso a veces mayor que las barreras socio-culturales ya que el ser humano es un ser de costumbres y con el tiempo se adaptará a las nuevas medidas. La incorporación de equipos o sistemas más eficientes pueden requerir capacitar a los operarios o realizar modificaciones dentro de los

procesos productivos, los que se reflejan en gastos nuevos a los que las empresas no están dispuestos a asumir. Por otra parte las ventas de la empresa no son constantes y la cantidad de producción que realizan no justifica hacer una inversión de ese tipo.

Barreras socio-culturales.

Dentro de los principales aspectos que se detecta es la resistencia al cambio, puesto que no conocen concretamente los beneficios que se pueden obtener. La falta de información, ya que la eficiencia energética consiste en realizar un estudio que analiza todos los aspectos que influyen en el gasto de energía, como lo es el comportamiento de las personas, los hábitos de consumo de energía, conciencia de ahorro.

En el contexto de una empresa se analizan los métodos de producción y se comparan con otros métodos buscando cual es el más conveniente, y así realizar un análisis de los equipos y máquinas que posee la empresa y el estado en que se encuentran, buscando los puntos donde se realiza un uso inadecuado de la energía. Junto con esto se debe realizar un análisis sobre el nivel cultural que tienen los trabajadores sobre la importancia de la energía y que tan disponible se encuentran para ser instruidos sobre eficiencia energética.

2.2. Indicadores de Eficiencia [7].

Definición.

Los indicadores son datos esencialmente cuantitativos, que permiten conocer la situación en que se encuentran los parámetros estudiados en relación a algún aspecto que se interese conocer. Estos datos pueden ser números, hechos o estadísticas que describan de la mejor manera posible los parámetros estudiados de acuerdo a los intereses con que se pretenden realizar.

Los indicadores son estadísticas que facilitan el estudio de los objetivos predeterminados, puesto que pronostica los resultados que se desean obtener, además de evaluar el impacto de los programas propuestos para desarrollar y alcanzar las metas establecidas.

Representan herramientas para tomar decisiones, ya que al transmitir información científica permiten realizar un análisis del estado en que se encuentra el caso de estudio, además define y evalúa los parámetros con que se miden estos indicadores, definiendo los tiempos en que se logran desarrollar o implementar, y como se cumplen las metas u objetivos definidos por los interesados en el tema estudiado.

Dentro de las funciones que tienen los indicadores es ir mejorando cada vez que se monitorean los parámetros establecidos para poder así ir corrigiendo puntos que no fueron tomados en cuenta en el anterior control, además de ir revisando los avances y la efectividad de las medidas aplicadas para identificar si se está trabajando de la manera correcta para cumplir las metas u objetivos planteados.

Tipos de indicadores [8].

En el contexto de acciones concretas un indicador puede ser de proceso o de resultado. En el primer caso se pretende obtener información acerca de lo que está sucediendo con las actividades, y en el segundo caso se desea conocer los resultados finales del proceso.

Uno de los indicadores es el de eficiencia, este mide el logro de los resultados propuestos. Indica si se lograron 8 las acciones para lograr realizar las metas definidas.

Los indicadores de eficiencia miden el nivel de ejecución del proceso, se concentran en él, cómo se hicieron las cosas, y miden el rendimiento que se le dio a los recursos utilizados en un determinado proceso.

- **Indicadores de cumplimiento:** se basa en haber concluido la tarea designada, no abarca el tiempo en que se realizó o el grado de satisfacción con que fue realizada, sólo se preocupa si se completó la tarea destinada a cumplir.
- **Indicadores de evaluación:** se enfoca en el rendimiento alcanzado por la tarea, trabajo o proceso designado, se preocupa de identificar debilidades, fortalezas y posibles mejoras.
- **Indicadores de eficiencia:** es la capacidad para llevar a cabo un trabajo o una tarea con el mínimo de recursos. Estos tipos de indicadores están relacionados con los recursos invertidos en lograr la meta planteada. Ejemplo: Tiempo de fabricación de un producto, razón de piezas / hora.
- **Indicadores de gestión:** son medidas utilizadas para analizar el éxito de un objetivo planteado, donde se evalúa el desempeño y los resultados obtenidos.

Indicadores de eficiencia energética.

Los indicadores que se presentan a continuación fueron elaborados en base a datos e información acerca de distintos sectores de consumo energético [9]. Estos indicadores fueron creados en base al Programa BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética), de La CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), donde se pueden tener herramientas de análisis que pueden crear indicadores los cuales se analizan variables como consumo energético, factores económicos junto con variables de crecimiento y productividad. Con los indicadores que se describen en este seminario los consumidores pueden recolectar información tanto técnica como macroeconómica, donde se obtienen datos estadísticos analizados y así conocer las tendencias de consumo energético, el nivel de aprovechamiento de la energía y el tiempo empleado en dichas labores.

Los indicadores de eficiencia energética evalúan desde distintos ámbitos el uso de la energía enfocándose en dos visiones como las categorías más importantes, donde una se preocupa de los parámetros físicos de la energía, procurando evaluar los niveles energéticos de

relevancia para los fines de estudio. Por otra parte se encuentran los indicadores económicos que evalúan los programas de eficiencia junto con las políticas implementadas para evaluar el éxito de las acciones y objetivos, que es reducir el costo energético sin que se afecten los intereses económicos de los usuarios.

Los indicadores pueden asociarse a los niveles de desarrollo y calidad de los planes propuestos para mejorar el consumo energético. Buscan reflejar de la mejor manera como es utilizada la energía en la economía y sociedad. Permite la realización de comparaciones entre quienes aplican medidas de eficiencia energética y quienes no la aplican, para analizar cuales son los impactos reales que se produjeron al aplicar dichas acciones.

Indicadores macroeconómicos de Eficiencia Energética.

Los indicadores macroeconómicos son estadísticas que miden la parte técnica de la energía y como esta se desarrolla con la parte económica en un área específica del estudio. Estos indicadores los estudian las empresas públicas, privadas, además de las instituciones gubernamentales quienes publican regularmente las estadísticas y cifras de los parámetros analizados.

Este tipo de indicadores permiten conocer el comportamiento de la economía y cómo influye en el precio de la energía.

Indicadores de gestión de Eficiencia Energética.

- Indicador de rendimiento energético.

Este indicador permite conocer cuántas unidades rinde cierta cantidad de energía, ya sea kilowatt-hora o un kilogramo de algún combustible fósil.

Este indicador no determina el precio que se consume por unidad, solo la cantidad de energía que se requiere simplemente.

$$\text{Indicador de rendimiento energético} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de energía utilizada}}$$

- **Indicador de costo.**

Este indicador permite conocer el costo energético (solamente energético), de una unidad, haciendo en cociente entre las unidades producidas y el costo energético, pudiendo así determinar el precio unitario de cada producto.

$$\text{Indicador de costo} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Costo de la energía}}$$

- **Indicador de tiempo.**

Este indicador se puede aplicar a los procesos con el fin de conocer la cantidad de tiempo que se demora en realizar una determinada tarea, así los dueños de empresas tendrán de manera más clara el tiempo que deben destinar a sus actividades productivas y buscando donde tardan más para poder acortar esos tiempo y mejorar el rendimiento.

$$\text{Indicador de tiempo} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo de tardanza}}$$

- **Indicador de utilización.**

Este indicador permite determinar cuánto es el tiempo que realmente se utiliza una determinada máquina versus el tiempo en que está encendida pero no se está utilizando como es debido.

$$\text{Indicador de utilización} = \frac{\text{Minutos con Carga}}{\text{Minutos Encendida}}$$

- **Indicador de carga.**

Este indicador permite determinar el nivel con que trabaja un determinado equipo versus la cantidad de energía. Algunos equipo con carga o sin carga consumen la misma cantidad de energía, y otros de acuerdo a la carga consumen un poco más, por esto es importante que los equipos funcionen con su total capacidad para tener un mejor rendimiento ya que muchas veces funcionan con poca capacidad y total capacidad y el gasto el casi el mismo, aumentando solo un poco el consumo energético.

$$\text{Indicador de carga} = \frac{\text{Porcentaje de Carga}}{\text{Cantidad de energia}}$$

- **Indicador de precio.**

Este indicador permite determinar el precio de la energía de acuerdo al porcentaje de carga con que se encuentra cargado un equipo, mostrando que el costo de la energía puede disminuir si se utiliza con mayor capacidad.

$$\text{Indicador de precio} = \frac{\text{Porcentaje de Carga}}{\text{Costo de la energia}}$$

- **Indicador de resultados.**

Estos indicadores permiten conocer si las medidas aplicadas fueron efectivas y se logró un mejor resultado significativo. Se pueden obtener mejores resultados pero si este no es muy significativo no vale la pena aplicarlos, debido a que la inversión para tener estos resultados es mayor a los beneficios obtenidos.

- Este indicador permite conocer si las medidas y acciones aplicadas produjeron un mejor rendimiento productivo que la anterior forma de trabajo.

$$\frac{\text{Unidades producidas despues} - \text{Unidades producidas antes}}{\text{Unidades producidas antes}} \times 100\%$$

- Este indicador permite conocer si las medidas o acciones aplicadas contribuyeron a un mejor rendimiento energético.

$$\frac{\text{Energía Empleada despues} - \text{Energía Empleada antes}}{\text{Energía Empleada antes}} \times 100\%$$

- Este indicador permite conocer si las medidas o acciones aplicadas contribuyeron a mejorar el tiempo con que se realizan las actividades productivas sin descuidar la calidad del producto y sin aumentar en demasía la energía.

$$\frac{\text{Tiempo en Producir despues} - \text{Tiempo en Producir antes}}{\text{Tiempo en Producir antes}} \times 100\%$$

Indicadores del sector industrial.

Es importante que las empresas medianas, pequeñas y micro que se dedican a la manufacturación de productos, tengan información acerca de cuanta es la energía que se consume para un determinado proceso productivo además conocer el costo y cantidad de energía que se utiliza para producir una unidad del producto. Acá aparecen indicadores que pueden ser tomados como guía y referencia para que un fabricante conozca cuanta energía consumen al momento de producir ciertas unidades y comparar sus métodos de trabajo con otros y ver las diferencia que existen para poder identificar cuáles son los métodos o equipos, que más les convienen para su empresa. A continuación se presentan algunos indicadores que permiten conocer los niveles de eficiencia energética.

$$\frac{\text{Energía consumida en un determinado proceso}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$\frac{\$ \text{ Costo economico de la energía}}{\text{Unidades producidad}}$$

$$\frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Unidades producidas}}$$

2.3. Eficiencia Energética en Sistemas Eléctricos y Térmicos.

2.3.1. Sistemas eléctricos [11].

Los sistemas eléctricos son de gran importancia debido a su gran transversalidad y múltiples usos que se le dan, además de estar presentes en la mayoría de los hogares del mundo y en general, en casi todos los sitios donde esté presente el ser humano. Ahorrar energía y hacer uso eficiente de energía eléctrica, ayuda a reducir los gastos en consumo energético y por ende, una disminución en la cuenta de energía final.

Es de gran importancia aplicar acciones y medida concretas que ayuden a hacer un mejor uso de la energía eléctrica. En algunos casos el uso poco eficiente se debe a que utilizan equipos o sistemas que no funcionan a carga completa, desperdiciando potencia en el motor, como también usar motores inadecuados para la actividad que se requiere, en otras ocasiones se debe a equipos o sistemas defectuosos, malas prácticas en el uso de la energía.

No hacer un uso correcto de este recurso energético solo aumentará los gastos que se manifiestan en el precio final de dicho producto. Este aumento hará que la empresa pierda competitividad frente a sus competidores.

Dentro de los sistemas eléctricos, se encuentran los sistemas de iluminación, sistemas de refrigeración, sistemas de aire acondicionado y calefacción además de motores junto con sistemas de producción en distintas áreas de la industria. Como se ha mencionado, se busca reducir lo más posible las pérdidas energéticas y por supuesto aumentar la eficiencia energética de los sistemas eléctricos y aplicar dichos conocimientos a los casos de estudios realizados.

a) Medidas para administrar eficientemente la energía eléctrica.

Aplicar medidas para el uso eficiente de la energía permite conocer e identificar los equipos o sistemas de mayor consumo energético, identificar los de uso crítico, reconocer donde se desperdicia energía además de otras medidas que permitan ahorrar energía.

Las medidas principales para realizar un consumo de mayor eficiencia son las siguientes:

- **Control del consumo de energía.**

Un control del consumo más riguroso, permite evitar pérdidas. Pero, como no siempre puede haber una persona monitoreando si se está utilizando el sistema eléctrico es recomendable utilizar sistemas que controlen los sistemas para evitar el desperdicio de energía.

Realizar un control del consumo energético permite conocer:

- Variables que influyen en el mayor o menor consumo de energía.
- Periodos de consumo mayor o de menor energía.
- Ciclos de trabajo.
- Costo de la energía en la producción y cómo influye en el precio del producto.
- Generar indicadores de desempeño.
- Detectar anomalías.

- **Control de encendido y apagado**

Controlar el encendido o apagado: se ahorra energía cuando no se utiliza un equipo, estos se desenergizan, y también los sistemas o partes que están involucradas generando un ahorro de energía que se refleja en menores gastos.

Sistemas y equipos que ayudan a mejorar la eficiencia energética.

- **Control de tiempo:** funcionan durante un ciclo determinado y se apagan cuando el ciclo se ha completado.
- **Reveladores de fotoceldas:** se encienden cuando se alcanza un nivel de oscuridad y se apagan cuando existe un nivel de luz. Por ejemplo la iluminación, bombas que dejan funcionar solo cuando exista poca luminosidad o sistemas que deben funcionar con la falta o presencia de luz.
- **Equipo termostático:** ante una variación de temperatura permite el encendido de la calefacción o refrigeración, abertura de bombas.
- **Sensores infrarrojos:** estos sensores ante la presencia o ausencia de personas encienden o apagan la iluminación o algún otro sistema.

Control de la demanda de energía

Administrar las principales cargas eléctricas con el objetivo de reducir y establecer un límite de kWh máximo durante período determinado, permite mantener bajo control la demanda máxima de energía y mejorar los costos por concepto energético de una empresa. El control de la demanda de energía se refiere a medidas con las cuales se limita la demanda máxima facturable, en relación a los precios tarifarios. Así se puede disminuir la demanda de energía facturable, pero no siempre el consumo de energía.

Controlar la demanda de energía a través de un controlador de demanda permite mantener bajo control la demanda máxima de energía. Este dispositivo apaga cargas eléctricas predeterminadas o establece ciclos de trabajo cuando la demanda alcanza un valor determinado.

El punto debe ser prefijado cuidadosamente para que no afecte la producción o las necesidades de operación.

Definición de algunos conceptos:

Demanda: corresponde a la potencia instantánea promediada en 15 minutos. Este concepto es cobrado a la mayoría de los grandes consumidores dependiendo de la tarifa que hayan negociado con la Empresa Eléctrica.

Demanda Máxima: es la mayor demanda de una instalación, sistema eléctrico o parte de el que ocurre en un período de tiempo dado.

Período punta: período de mayor demanda de energía entre las 18 y 23 horas durante principios de abril hasta finales de septiembre.

Elegir una tarifa de suministro eléctrico que más se acomode a las necesidades del usuario permite mejorar los costos por energía de una empresa. Dentro de las tarifas que existen se tiene; BT1, BT2, BT3, BT4.1, BT4.2, BT4.3, BT4.4.

Las tarifas de suministro eléctrico son establecidas de acuerdo con fórmulas de cálculo fijadas cada cuatro años. Las fórmulas vigentes fueron fijadas por el Decreto N° 276 de 2012, del Ministerio de Economía, las que regirán hasta noviembre de 2016. Dicho decreto contiene las distintas opciones tarifarias a las que puede acceder un usuario final, dependiendo de su tipo de consumo, el cual puede elegir libremente la opción tarifaria de su conveniencia, por un plazo mínimo de un año, al cabo del cual puede modificarla o mantenerla.

Las empresas concesionarias de distribución eléctrica están obligadas a aceptar la opción tarifaria de cada cliente. Tales opciones se han estructurado de acuerdo con diversas formas para el consumo (sólo energía; potencia máxima leída o contratada; y potencia leída o contratada horariamente), bajo dos categorías de clientes: en alta tensión (AT) y en baja tensión (BT).

La inclusión en una u otra categoría depende de si el usuario está conectado con su empalme a líneas de voltaje superiores o inferiores a 400 volts. Así, las opciones tarifarias para los clientes en baja tensión son:

Tarifa BT1:

Opción tarifaria simple en baja tensión. Para clientes con medidor simple de energía.

Solo podrán optar a esta tarifa los clientes alimentados en baja tensión cuya potencia conectada sea inferior a 10 kW y aquellos clientes que instalen un limitador de potencia para cumplir con esta limitación.

Se consideran los siguientes casos

Caso a)

- 1) Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumos de esta opción (BT1) se produce en meses en que se ha definido hora y punta; y
- 2) Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumos en esta opción (BT1) se produce en meses en que no se hayan definidos horas de punta y cuyo Factor de Clasificación sea igual o inferior a dos.

Caso b)

Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumos en esta opción (BT1) se produce en meses en que no se han definidos horas de punta y cuyo Factor de clasificación, sea superior a dos.

La tarifa BT1 está compuesta por los siguientes cargos:

Caso a)

Cargo fijo mensual: es independiente del consumo y se aplica incluso si el consumo es nulo.

Cargo único por uso del sistema troncal: se determina en proporción a los consumos energía que se establecen en la normativa reglamentaria correspondiente.

Cargo por energía base: se obtiene multiplicando los kWh de consumo base por su precio unitario.

Cargo por energía adicional de invierno: de acuerdo a la normativa vigente, los consumos mensuales efectuados a partir del 1° de abril y hasta el 30 de septiembre, estarán efectos cada vez que se cumpla con las siguientes condiciones:

- Sobrepasen los 430 kWh.
- Sean superiores al “límite de invierno” establecido para su servicio.

“El límite de invierno” corresponde al mayor valor que resulte de comparar 350 kWh, con el promedio mensual de energía consumida en el período comprendido entre el 1° de octubre y el 31 de marzo inmediatamente anterior, incrementado en un 20 %. Este valor se calcula para cada cliente y se informa en su boleta mensual como “Limite de invierno kWh”, bajo el recuadro “Datos de Servicio”.

Caso b)

Cargo fijo mensual: es independiente del consumo y se aplica incluso si el consumo es nulo.

Cargo único por uso del sistema troncal: se determina en proporción a los consumos energía que se establecen en la normativa reglamentaria correspondiente.

Cargo por energía base: se obtiene multiplicando los kWh de consumo base por su precio unitario.

Cargo por energía adicional de invierno: de acuerdo a la normativa vigente, los consumos mensuales efectuados a partir del 1° de abril y hasta el 30 de septiembre, estarán efectos cada vez que se cumpla con las siguientes condiciones:

- Sobrepasen los 430 kWh.
- Sean superiores al “límite de invierno” establecido para su servicio.

“El límite de invierno” corresponde al mayor valor que resulte de comparar 350 kWh, con el promedio mensual de energía consumida en el período comprendido entre el 1° de octubre y el 31 de marzo inmediatamente anterior, incrementado en un 20 %. Este valor se calcula para cada cliente y se informa en su boleta mensual como “Limite de invierno kWh”, bajo el recuadro “Datos de Servicio”.

Tarifa BT2

Opción de tarifa en baja tensión con potencia contratada. Para clientes con medidor simple de energía y potencia contratada.

Los clientes se dedican a optar por la presente tarifa podrán contratar libremente una potencia máxima con la respectiva distribuidora, la que regirá por un plazo de 12 meses. Durante dicho período los consumidores no podrán disminuir ni aumentar su potencia contratada sin el acuerdo de la distribuidora. Al término de la vigencia anual de la potencia contratada los clientes podrán una nueva potencia.

Los consumidores podrán utilizar potencia contratada sin restricción en cualquier momento durante el período de vigencia de dicha potencia contratada.

La potencia contratada que solicite el cliente deberá ceñirse a las capacidades de limitadores en el mercado.

La tarifa se compone por los siguientes cargos:

Cargo fijo mensual: es independiente del consumo, y se aplicará incluso si esta es nulo.

Cargo único por concepto de sistema troncal: se determina la proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

Cargo por energía: se obtiene multiplicando los kWh de consumo por su precio unitario.

Cargo por potencia contratada: se obtiene multiplicando los kW por su precio unitario.

Tarifa BT3

Opción de tarifa en baja tensión con demanda máxima leída. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima leída.

Se entenderá por demanda máxima leída del mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucedidos en 15 minutos.

La tarifa se compone de los siguientes cargos:

Cargo fijo mensual: es independiente del consumo, y se aplicará incluso si esta es nulo.

Cargo único por concepto de sistema troncal: se determina la proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

Cargo por energía: se obtiene multiplicando los kWh de consumo por su precio unitario.

La facturación mensual del cargo por demanda máxima del mes corresponderá al mayor de los dos valores siguientes.

Cargo por demanda máxima determinada de acuerdo al siguiente procedimiento:

Se considera como demanda máxima la facturación del mes, la más alta que resulte al comparar la demanda máxima leída del mes con el promedio de las dos más altas demandas registradas en aquellos meses que contengan horas punta, dentro de los últimos 12 meses, incluido el mes que se factura. El cargo por demanda resulta de multiplicar la demanda máxima de facturación por el precio unitario correspondiente.

40 % del mayor de los cargos por demanda máxima registrado por 12 meses.

Tarifa BT4

Opción de tarifa horaria en baja tensión. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima contratada o leída en horas de punta del sistema eléctrico.

Esta opción tarifaria tiene tres modalidades de medición:

BT4.1: medición de la energía mensual total consumida, y contratación de la demanda máxima de potencia de horas de punta y de la demanda máxima de potencia.

Esta tarifa se compone de los siguientes cargos:

Cargo fijo mensual

Cargo único por uso del sistema troncal

Cargo por energía

Cargo mensual por demanda máxima contratada en horas de punta

Cargo mensual por demanda máxima contratada

BT4.2: medición de la energía total consumida y de la demanda máxima de potencia en horas de punta, y contratación de la demanda máxima potencia.

Esta tarifa se compone de los siguientes cargos:

Cargo fijo mensual

Cargo único por uso del sistema troncal

Cargo por energía

Cargo mensual por demanda máxima leída de potencia en horas de punta

Cargo mensual por demanda máxima contratada

BT4.3: medición de la energía total consumida y de la demanda máxima de potencia en horas de punta, y contratación de la demanda máxima potencia.

Esta tarifa se compone de los siguientes cargos:

Cargo fijo mensual

Cargo único por uso del sistema troncal

Cargo por energía

Cargo mensual por demanda máxima leída de potencia en horas de punta

Cargo mensual por demanda máxima suministrada

El cargo fijo es independiente del consumo y se aplicara incluso si este es nulo.

Cargo único por concepto de sistema troncal: se determina la proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

Cargo por energía: se obtiene multiplicando los kWh de consumo por su precio unitario.

Cargo por demanda máxima contratada en horas punta y por demanda máxima contratada de la tarifa BT4.1, así como el cargo por demanda máxima contratada de la tarifa BT4.2 se factura incluso si el consumo por energía es nulo. Ello se obtendrá multiplicando los kW de potencia contratada por el precio unitario correspondiente.

Cargos por demanda máxima leída de potencia en horas de punta de las tarifas BT4.3 y BT4.3 se factura de la siguiente manera:

Durante los meses que contengan horas punta se aplicara la demanda máxima en horas de punta efectivamente leída en cada mes el precio unitario correspondiente, excepto en las empresas abastecidas por el Sistema Interconectado del Norte Grande en que se aplica el promedio de las dos demandas máximas leídas en horas de punta de los últimos 12 meses, incluido el propio mes que se factura.

Durante los meses que no contengan horas punta se aplicara el promedio de las dos mayores demandas máximas en horas de punta registradas durante los meses del período de punta inmediatamente anteriores, al precio unitario correspondiente.

El cargo mensual por demanda máxima de potencia suministrada de la tarifa BT4.3 se factura aplicando al promedio de las dos más altas demandas máximas registradas en los últimos 12 meses, incluidos el mes que se facture, al precio unitario correspondiente.

Tarifa AT2

Opción de tarifa de alta tensión por potencia contratada. Para clientes con medidor simple de energía y potencia contratada.

Los clientes que decidan a optar por la presente tarifa podrán contratar libremente una potencia máxima con la respectiva distribuidora, la que registrará por un plazo de 12 meses. Durante dicho período los consumidores no podrán disminuir ni aumentar su potencia contratada.

Los clientes podrán utilizar la potencia contratada sin restricción en cualquier momento durante el período de la vigencia de dicha potencia contratada.

La potencia contratada que solicite el cliente deberá ceñirse a las capacidades e limitadores disponibles en el mercado.

Tarifa AT3

Opción de tarifa en alta tensión con demanda máxima leída. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima leída.

Se entenderá por demanda máxima del mes, el más alto de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos.

Tarifa AT4

Opción de tarifa horaria en alta tensión. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima contratada o leída, y demanda contratada o leída en horas de punta del sistema eléctrico.

Esta tarifa se compone de tres modalidades

AT4.1: medición de la energía mensual total consumida, y contratación de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia.

AT4.2: medición de la energía mensual total consumida, de la demanda máxima de potencia en horas de punta, y contratación de la demanda máxima de potencia.

AT4.3: medición de la energía mensual total consumida, de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia suministrada.

La demanda máxima de potencia que contrate el cliente deberá ceñirse a las capacidades de limitadores disponibles en el mercado.

Tarifas en alta tension

En alta tension las tarifas AT2, AT3, AT4.1, AT4.2 y AT4.3, comprenderán los mismos cargos y se facturaran de la misma forma que las tarifas BT2, BT3, BT4.1, BT4.1 y BT4.3, respectivamente, difiriendo sólo en los precios unitariso correpondientes.

Recargos tarifarios

Recargo por consumo reactivo

Las empresas concesionarias aplicarán mensualmente un cargo determinado en funcion de la relación de consumo y reactivo en el punto de suministro de los clientes, conforme el monto y condiciones de aplicación que se establecen en el decreto de precios de nudo vigente.

Recargo por lectura en baja tension de consumo de clientes de alta tensión

Los consumos correspondientes e alta tension podran ser medidos tanto en alta como en baja tension. En este ultimo caso, se considerará un recargo por perdidas de transformación equivalente a un 3.5 %, tanto en los cargos de energía como de potencia.

Descuentos

Aquellos clientes cuyos suministros efectúen en voltajes de 44 ó 66 kV tendran una rebaja de las tarifas aplicables en alta tension igual a 7%. Aquellos cuyo voltaje de suministro sea 110 kV tendrán una rebaja e las tarifas aplicables en alta tensión de 9 %.

Metodología para el control de la demanda.

Recopilación de información: básicamente es obtener la factura eléctrica y producción de la empresa para analizarla, donde se obtendrán las principales cargas y horarios de operación.

Análisis de la información: consiste en tener un análisis histórico del consumo de por lo menos un año, donde se analiza el comportamiento de consumo punta, valle (menor consumo de uso) y resto.

Propuesta de control de demanda: con base a la información entregada se realizan propuestas para que los equipos funcionen en otros horarios con el fin de disminuir la demanda máxima. Posteriormente se analiza si es conveniente económicamente y energéticamente realizar estos cambios de horario, ajustes de carga. Otro aspecto que debe tomarse en cuenta es la inversión a realizar en el equipo de control que se requiere.

- Control del factor de potencia (F.p) [13]

El Factor de Potencia se define como el cociente entre la potencia activa “P” (W) y la potencia aparente “S” (VA), en una onda de corriente alterna senoidal. Como se puede apreciar en la ecuación (2.1).

$$F.p = \frac{P}{S} = \cos(\phi) \quad (2.1)$$

P: potencia activa (W)

S: potencia aparente (VA)

ϕ = ángulo entre la potencia activa P y el valor absoluto de la potencia aparente S.

En la siguiente imagen se puede apreciar en un caso ideal:

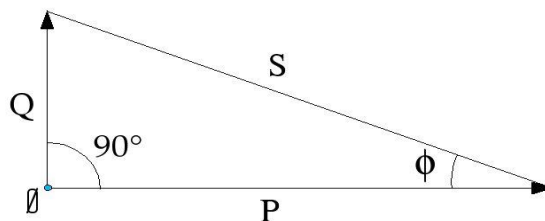


Figura N° 2.1. Triángulo del factor de potencia.

En cargas puramente resistivas el $F.P= 1$. En cargas inductivas la corriente se retrasa con respecto a la tensión, donde se tendrá una potencia reactiva positiva. En cargas capacitivas la corriente se adelanta con respecto a la tensión, donde se tendrá una potencia reactiva negativa.

El factor de potencia es un indicador sobre el buen aprovechamiento de la energía eléctrica, mantener un factor de potencia lo más cercano a “1”, es una muestra de que se está utilizando eficientemente la energía eléctrica. Poseer un buen factor de potencia reduce las pérdidas de líneas y las caídas de tensión en las líneas de distribución.

Las compañías distribuidoras de energía eléctrica controlan fuertemente el uso de la energía mediante el uso del factor de potencia, donde aplican sanciones al usuario que posea un mal factor de potencia. Para controlar el factor de potencia se creó la siguiente norma:

Norma Técnica Factor de Potencia, Artículo 250° del D.S. 327/97. Menciona lo siguiente:

- “En instalaciones eléctricas que abastecen a usuarios monofásicos, en el nudo o barra de suministro al usuario, se efectuarán mediciones simultáneas de tensión fase-neutro y de corriente de línea”.
- En instalaciones eléctricas que abastecen a usuarios trifásicos, en el nudo o barra de suministro al consumidor, para sistemas eléctricos de tres conductores (tres fases) se efectuarán mediciones simultáneas de las tres tensiones fase-fase y de las respectivas corrientes de línea; en sistemas eléctricos de cuatro conductores (tres fases más conductor

neutro) con neutro accesible, se efectuarán mediciones simultáneas de las tres tensiones fase-neutro, junto con las tres corrientes de línea.

- El valor estadístico de FP, deberá ser mayor o igual a 0,93 inductivo para cualquier punto común de acoplamiento (PCA) en que se entregue suministro en los sistemas de generación, transporte y distribución.
- La precisión total en la medición deberá considerar equipos o instrumentos de registro y transductores de medida de modo de asegurar que el error en el cálculo del valor del Factor de Potencia no exceda el valor 1 %. Por lo tanto, los equipos o instrumentos de registro y transductores que deberán utilizarse, serán de clase de precisión menor o igual 0,5 %.”

Según norma las compañías distribuidoras de electricidad permiten un factor de potencia de 0.93 inductivo y, por cada décima inferior a este valor la compañía de electricidad hará un sobrecargo en el precio de la boleta de un 1%.

Los causantes de un mal factor de potencia son transformadores, motores eléctricos y lámparas fluorescentes. Estos equipos consumen potencia reactiva que afectan el rendimiento de la energía que se utiliza.

Medidas para tener un buen factor de potencia.

- Minimizar la operación de motores sin carga o baja carga.
- Instalar un banco de capacitores.
- Aplicar motores sincrónicos sobreexcitados que actual como carga capacitiva.

Beneficios de un buen factor de potencia.

- Disminución en el precio de la factura de la empresa.
- Mejor aprovechamiento de la energía.
- Evitar sobrecargo por un mal factor de potencia.
- Disminución de sobrecargo de corriente de los conductores.

b) Sistemas de Refrigeración [14].

Los sistemas de refrigeración tienen la función de disminuir la temperatura dentro de una cámara de aislamiento térmico con el objetivo de conservar alimentos durante más tiempo, además de ser capaces de producir hielo.

Los principales sistemas de refrigeración son los siguientes:

- Cámaras frigoríficas.
- Congelador.
- Refrigerador.
- Expendedoras de bebidas o cualquier otro producto.
- Vitrinas refrigeradas de vidrio.

Estos equipos representan un gasto importante en el consumo de energía en los hogares y en las empresas pequeñas, debido a que están funcionando durante varias horas del día, esto dependerá de su ciclo de trabajo y la temperatura con que fue programado para funcionar.

Principio de funcionamiento.

Los sistemas de refrigeración se basan en principios termodinámicos y están diseñados para promover el intercambio de calor entre el proceso y el refrigerante y para facilitar la liberación del calor irreversiblemente al medio ambiente. Los sistemas de refrigeración pueden clasificarse en función de su diseño y de su principio básico de funcionamiento: agua o aire, o una combinación de ambos. El intercambio calorífico entre el medio de proceso y el refrigerante se intensifica a través de intercambiadores, donde el refrigerante descarga su calor al ambiente.

En los sistemas abiertos, el refrigerante está en contacto con el ambiente (el agua refrigerante se enfría por contacto con una corriente de aire), cosa que no ocurre en los sistemas cerrados, donde el refrigerante o el medio de proceso circulan por tubos o serpentines, tubos de cobre con laminillas de aluminio a modo de disipadores de calor. Su función es liberar el calor del refrigerante al ambiente.

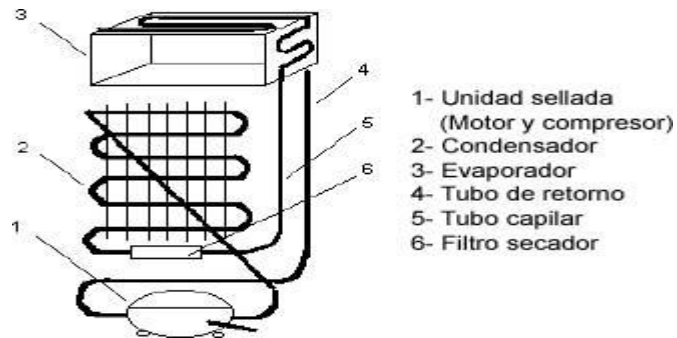


Figura N° 2.2. Funcionamiento Sistema de refrigeración.

Medidas para mejorar las condiciones de operación de los sistemas de refrigeración.

Mejorar las condiciones en que funcionan los equipos de refrigeración ayudan a alargar la vida útil de estos equipos, al trabajar en mejores condiciones tendrán un mayor rendimiento, requiriendo una menor cantidad de energía para funcionar. Realizar un buen mantenimiento y una buena aislación genera un ahorro de hasta un 25% (según recomendaciones del GrupoEnerGalicia, empresa distribuidora de energía en España).

Las acciones para un mejor funcionamiento:

- Comprobar la correcta cantidad de gas en el circuito de refrigeración.
- Limpiar las escarchas de los serpentines del evaporador y limpieza del condensador.
- Mantener una buena aislación de la línea fría del refrigerante.
- Puertas de las cámaras bien cerradas.
- Evitar fugas del sistema de tubos.
- Cierre hermético de las puertas, revisar periódicamente para comprobar su estado.
- Los sistemas o equipos refrigerantes deben estar lo más lejos posible de ambientes calurosos o equipos que emiten calor.

Medidas para mejorar la eficiencia energética:

El cambio de algunas piezas del sistema de refrigeración existente puede significar ahorros que varían entre un 1 % y un 20 %, dependiendo de la tecnología empleada:

Tabla N° 2.2. Equipos de ahorro de energía en sistemas de refrigeración.'

Equipo	Ahorros energéticos del equipo %
Ventiladores de alta eficiencia para el evaporador y condensador	3-15
Compresores de alta eficiencia	6-16
Modificadores de presión	3-10
Condensadores evaporativos	3-9
Controles anti-humedad	14-20
Amplificadores de presión de la línea líquida	20
Iluminación Eficiente	10
Dispositivos eficientes anti-escarcha	1-6
Sub-enfriamiento mecánico	25
Sub-enfriamiento ambiental	1-9

Fuente: consejos de ahorro Grupo EnerGalicia.

Sub-enfriamiento mecánico: es la temperatura reducida por cualquier proceso artificial que se coloca deliberadamente para crear sub-enfriamiento. Este concepto se refiere principalmente a dispositivos, tales como intercambiadores de calor internos, cascadas de sub-enfriamiento independientes, economizadores, los ahorros pueden llegar a un 25%.

Sub-enfriamiento ambiental: refrigeración con el aire del ambiente, requiere de condensadores de mayores tamaños o intercambiadores de calor adicionales para sub-enfriar el refrigerante y los ahorros varían entre 1 y 9%.

Esta operación se puede realizar con aire del ambiente (*sub-enfriamiento ambiental*) o con un sistema de refrigeración adicional (sub-enfriamiento mecánico).

c) Sistemas de aire acondicionado.

El aire acondicionado es un sistema que permite mantener la temperatura ambiente al valor deseado, además de mantener una humedad y limpieza del aire relativa. Los sistemas de aire acondicionado son muy utilizados en oficinas, salas de espera o en pequeña habitaciones de reunión de personas, manteniendo agradable la temperatura atmosférica.

Antes de comprar un sistema de aire acondicionado debe hacerse la pregunta si es realmente necesario hacer la inversión en este equipo, porque existen alternativas más baratas como ventiladores o estufas que cumplen la misma función, son más económicos e incluso consumen menos energía.

Funcionan bajo el principio de absorber el aire del ambiente, donde se encuentran y a través de un intercambiador de calor que se encuentra a mayor o menor temperatura, depende el caso si es invierno o verano. Posteriormente pasa por un sistema que filtra la humedad del aire y también limpia las impurezas que existan en el aire, y después devuelve el aire a la temperatura deseada.

En la siguiente figura (ver Figura N°2.2) se puede apreciar un esquema sobre el funcionamiento externo de un equipo de aire acondicionado.

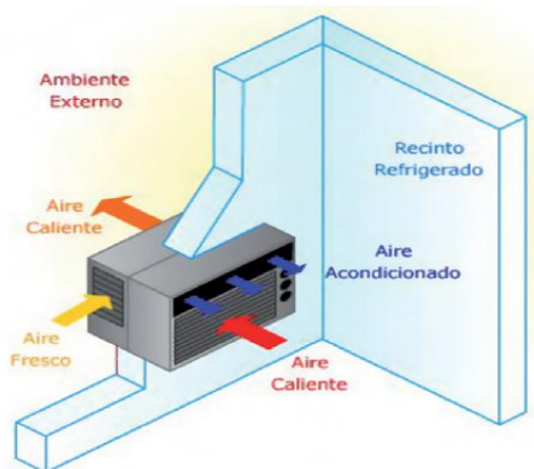


Figura N° 2.3. Funcionamiento externo de un equipo acondicionado.

Uso correcto del aire acondicionado.

Un uso adecuado es vital para aprovechar lo más posible las prestaciones que brinda el sistema de aire acondicionado además de ahorrar energía para el funcionamiento. A continuación se muestra acciones que ayudan a mejorar la eficiencia en un sistema de aire acondicionado:

- Mantener cerradas puertas y ventanas para limitar la zona de trabajo del equipo.
- Instalar un sistema de termostato para regular la temperatura del ambiente donde está el equipo.
- Reemplazar el refrigerante actual por refrigerante de hidrocarburos (baja potencia de calentamiento global y muy eficiente).
- Utilizar equipos de control para el aire acondicionado.
- Reemplazar equipos de aire acondicionado en mal estado o antiguos. Los modernos poseen un mayor rendimiento y consumen menos energía que los de tecnología más antigua.

d) Motores eléctricos [16].

Los motores eléctricos representan una de las principales fuerzas que le da movimiento a las empresas de cualquier ámbito y por supuesto a nuestra sociedad moderna. Dentro de cualquier empresa los motores eléctricos son de gran importancia debido a que entregan movimiento y potencia a las distintas máquinas que se encuentran presentes en la industria haciendo que con su fuerza funcionen las diferentes líneas de producción de una manera más rápida, controlada y segura.

Se pueden encontrar motores eléctricos de distintos tipos ya sea motores AC o motores DC que de acuerdo a su aplicación pueden variar en potencia, voltaje, corriente, formas constructivas. El rendimiento de cualquier tipo de motor eléctrico por lo general varía entre un 75% y 95%, dependiendo de la carga que tenga acoplada, el nivel de mantención, estado en que se encuentra el motor y régimen de trabajo, hacen que el rendimiento pueda variar.

Realizar una buena mantención periódica a los motores siguiendo una pauta pre-establecida, además de trabajar en las condiciones que pide el fabricante permitirá alargar la vida útil del motor por más tiempo y sobre todo aumentar la eficiencia, ya que un motor que no esté en buenas condiciones realizará un mayor gasto de energía, aumentando el gasto de producción y, ante una eventual falla que paralice la producción, la que se verá perjudicada en sus ingresos ya que no podrá cumplir con sus pedidos generando una fuga de clientes si ésta falla es muy prolongada o demasiado frecuente.

Los motores eléctricos se clasifican de la siguiente manera:

- Motor de corriente alterna.
 - Motor asíncrono.
 - Motor síncrono.
- Motor de corriente continua.
 - Motor de excitación serie.
 - Motor de excitación paralela.
 - Motor de excitación separada.

Los motores dentro de una industria consumen en la mayoría de las empresas el 60 % de la energía que se utiliza, esta energía es utilizada en mover correas transportadoras, bombas, ventiladores, compresores, sopladores, revolventes y en gran parte todas las máquinas que necesitan movimiento para su funcionamiento.

Las principales consecuencias de un mal rendimiento del motor.

- Alto costo (sacrificio incurrido para producir ese bien) del funcionamiento del mismo.
- Las pérdidas de todo tipo se transforman en calor, el cual ha de ser evacuado del motor, implicando un acortamiento de la vida útil del mismo o una mayor necesidad de refrigeración, un consumo energético adicional que afecta el rendimiento.

Rendimiento del motor.

El rendimiento del motor eléctrico es la relación entre la potencia mecánica de salida útil en el eje, y la potencia eléctrica de entrada en los bornes de alimentación del motor.

Obtener un buen rendimiento no solo está asociado a que el motor ocupe toda su potencia en los valores nominales, sino que también está asociado con el gasto económico adecuado para la tarea con que fue instalado, además se debe elegir el motor adecuado para la tarea específica que se requiere y no utilizar un motor sobredimensionado que generará un gasto de inversión inicial innecesario y también se desperdiciara potencia o se trabaja en exceso debido a que el motor no es el correcto para la carga asignada.

Otro aspecto es el tiempo de funcionamiento de trabajo del motor y el factor temperatura, un motor al funcionar a una sobre temperatura ve afectada su eficiencia, las pérdidas de carga ($I^2 \cdot R$) de un motor se verán incrementadas en forma lineal, la máquina puede recalentarse por funcionamiento interrumpido pese a la ventilación forzada de aire que circula al interior de la máquina, puede tener un aumento de temperatura en devanados mayor que la nominal, debido a que existe una relación directa de aumento de resistividad del cobre en función de la temperatura.

Así encontramos las pérdidas por efecto joule en el cobre y pérdidas en el núcleo por corrientes parasitas dado que el hierro también aumentará su resistividad al aumentar la temperatura.

Una manera de saber si se tiene un rendimiento adecuado del motor es:

- El motor debe ser el adecuado para el tipo de carga que tiene acoplada, no sobredimensionar el motor.
- El régimen de funcionamiento debe ser el correcto de acuerdo a las características del motor.
- El motor debe estar trabajando bajo las condiciones nominales de la placa de datos (potencia, voltaje, corriente, temperatura, carga, frecuencia), para evitar una sobrecarga innecesaria que afecte el rendimiento y la su vida útil.
- El Factor de potencia del motor el cual debe ser lo más cercano a 1.

Ahorro energético en motores.

Independiente del tipo de motor que se utilice su eficiencia energética se caracteriza por sus pérdidas eléctricas y mecánicas de sus componentes y que principalmente se agrupan en tres tipos:

- Pérdidas por efecto joule: la resistencia que oponen los devanados del motor al paso de la corriente eléctrica.
- Pérdidas magnéticas: relacionada con los campos magnéticos presentes en el interior del motor.
- Pérdidas mecánicas: se debe a la fricción que ejerce el aire y los componentes fijos sobre las partes móviles de la máquina.

Desde este modo la eficiencia energética de un motor eléctrico depende de la magnitud de las pérdidas, por lo tanto los motores con un adecuado diseño de sus devanados, partes móviles y constituidos por materiales adecuados, permite obtener la misma potencia con un menor consumo energético respecto a otros motores que no cumplan estas características, pero existen otros factores principales, como es el dimensionado adecuado, control de velocidad, prácticas de mantenimiento.

¿Qué se debe hacer para mejorar la eficiencia del motor?

El que un motor trabaje más frío, permite asegurar una larga vida útil, menores problemas de operación del proceso, menor tiempo de parada por reparaciones y menor gasto innecesario de energía. Se puede plantear las siguientes acciones destinadas a mejorar la eficiencia de un motor de inducción:

- Alejar motores de fuentes de calor externas (hornos, radiación solar directa).
- Mantener limpias las carcasas de las máquinas. El polvo, grasa y otros elementos dificultan la transferencia de calor desde la máquina al medioambiente.

- Mejorar los esquemas de lubricación de rodamientos (aumentar frecuencia de engrase, usar lubricantes de base sintética, atenerse a la viscosidad y consistencia de lubricantes recomendados por el fabricante.)
- Mantener en buenas condiciones los ventiladores acoplados a los rotores.
- No permitir operaciones de motores con desequilibrios importantes de tensiones.
- Pintar las superficies de los motores con colores claros.
- Verificar si el motor usado es el más adecuado a la función requerida.
- En casos extremos, ventilar de forma adicional el motor.

Utilizar motores de alta eficiencia energética.

Actualmente han aparecido en el mercado, motores más eficientes que los actuales ya que requieren menos cantidad de energía para realizar la misma tarea que hacía un motor de tecnología antigua. Para que un motor sea más eficiente los fabricantes han trabajado en nuevos diseños y materiales que permitan la eficiencia tales como:

- Acero de mejores características magnéticas.
- Reducción del entre hierro.
- Reducción del espesor de la laminación.
- Incremento en el calibre de los conductores.
- Utilizar ventiladores para evacuar el aire caliente de las zonas generadoras de calor en un motor.
- Mejores materiales aislantes.

Comparación de un motor Alta eficiencia vs Motor estándar.

En la figura N° 2.3 se puede apreciar la diferencia en la eficiencia entre un motor de alto rendimiento vs un motor estándar.

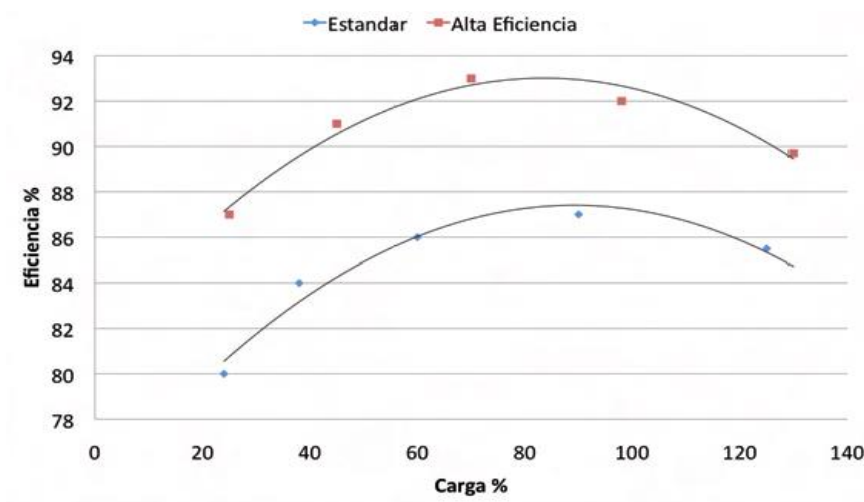


Figura N° 2.3: Motor de Alta eficiencia vs Motor estándar.

Los motores de alta eficiencia poseen menores pérdidas eléctricas por lo que el rendimiento puede ser un 5% más en comparación con un motor estándar de las mismas características, potencia y corrientes conectado a la misma carga.

Una de las desventajas de los motores de alta eficiencia es que su costo es 20% más caro que uno estándar, pero posee una vida útil de más de 10 años.

e) **Sistemas de iluminación [17].**

Existen dos fuentes principales de iluminación: la natural procede del sol, mientras que la artificial utiliza la electricidad.

La natural es la iluminación de mejor calidad pero depende de la época del año, del estado del tiempo, pese a esto es recomendable hacer uso de este tipo de iluminación junto con la artificial y así ahorrar energía y dinero.

Los sistemas de iluminación artificial están compuestos, en su mayoría, por cuatro dispositivos:

1. La lámpara: es la fuente de luz, puede ser un bombillo incandescente, un fluorescente lineal, una lámpara fluorescente compacta (LFC), o una lámpara LED (diodo emisor de luz) entre otros.
2. El balastro: es el dispositivo electromagnético o electrónico que suministra las necesidades de corriente y tensión de la lámpara fluorescente. La lámpara LED no lo requiere.
3. La luminaria: es el equipo que cumple funciones estructurales, estéticas y de control óptico de la luz. sirve para aumentar la eficiencia lumínica y dirigir el haz de luz. En las lámparas LED el mismo diodo dirige el haz, por lo que sólo se usa con funciones estéticas y de protección.
4. El control: es el dispositivo que controla el encendido y apagado de las lámparas en forma manual o automática. (Interruptor).

El sistema debe proporcionar el nivel de iluminación necesario, evitar deslumbramientos indeseables, reproducir fielmente los colores de los objetos, resaltando sus formas y texturas, creando un ambiente adecuado para el usuario y su actividad.

Conceptos fundamentales de los sistemas de iluminación.

Flujo luminoso: Cualquier lámpara genera energía radiante en forma de luz, la cual es llamada flujo luminoso y se mide en lúmenes (Lm). El lumen es una unidad de potencia lumínica (ver Figura N° 2.2).

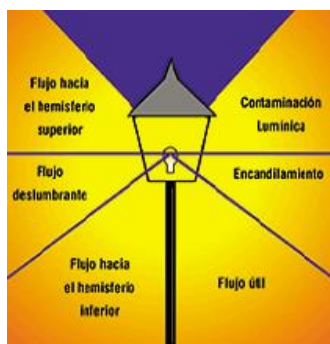


Figura 2.4. Flujo luminoso.

Eficacia: Las lámparas tienen capacidad para convertir la electricidad en luz visible. La calidad de la luz emitida es dividida entre la potencia (W) utilizada para determinar su eficacia, ésta calidad se expresa en lúmenes entre Wat (Lm/W), lo que mide la eficiencia energética de la lámpara.



Figura N° 2.5. Eficacia.

Intensidad luminosa: Si ponemos un reflector de aluminio alrededor de una lámpara, la luz se concentrará en una dirección particular. Los lúmenes totales emitidos no pueden cambiar en gran medida, sin embargo, la intensidad luminosa, que es la concentración de luz en una dirección particular, puede variar considerablemente. La intensidad luminosa es medida en candelas (cd).

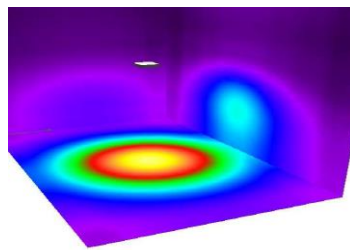


Figura N° 2.6. Intensidad luminosa.

Iluminancia: Cuando la luz incide en una superficie crea iluminancia en esa superficie, ésta entonces, es una medida del flujo luminoso que incide sobre cierta superficie por unidad de área, es medida en lux (lx).

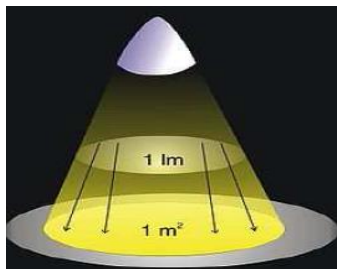


Figura N° 2.7. Intensidad luminosa.

Luminancia: es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su unidad de medida es candelas por metro cuadrado (cd/m²).

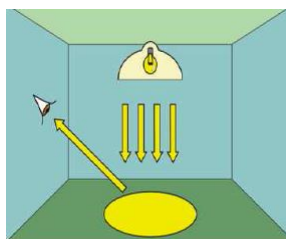


Figura N° 2.8. Luminancia.

Índice de rendimiento de color (IRC): Los colores de los objetos lucen diferentes bajo distintos tipos de luz. El IRC en escala de 0 a 100 es una medida de la capacidad de la lámpara para hacer que los colores luzcan naturales. Generalmente, cuanto mayor sea el IRC, mejor lucirán los colores de los objetos. Una lámpara incandescente y la luz natural en el día tienen un IRC de 100.

Temperatura de color (TC): En una fuente de luz se define la temperatura de color al comparar su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Dicha temperatura generalmente se expresa en kelvin (K), sin tener ninguna relación con la temperatura real de la lámpara.



Figura N° 2.9. Temperatura de color.

Principales tipos de lámparas.

Incandescentes convencionales. Es el tipo de lámpara más común, pero energéticamente más ineficiente, ya que ha evolucionado muy poco a través de los años. Las lámparas incandescentes convencionales tienen cualidades que las han hecho muy populares en los últimos 100 años, pero las desventajas que presentan son más que las ventajas. Por ejemplo, su costo inicial es muy bajo, tienen buena calidad de luz, son fáciles de conseguir y su instalación es muy simple; sin embargo, su costo de operación es muy alto, debido a su corta vida y a su bajísima eficiencia. Estos dispositivos producen calor excesivo en casi todas las aplicaciones, requiriendo mayor trabajo de la unidad acondicionadora de aire para climatizar el espacio aumentan notablemente la potencia total y el consumo eléctrico en las instalaciones; además, son muy vulnerables a golpes y variaciones de tensión eléctrica.

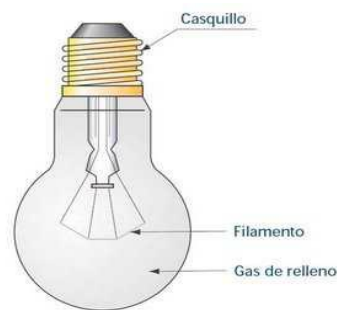


Figura N° 2.10. Lámpara Incandescente convencional.

Halógenas. Son lámparas incandescentes mejoradas que tienen una vida más larga que las incandescentes convencionales. En casi todos los casos se usan para iluminación directa de puntos y objetos específicos. Dentro de esta familia de lámparas se encuentran las de última tecnología llamada IRC (recubrimiento infrarrojo), que incrementan la eficiencia hasta en 65%, con respecto a las incandescentes convencionales y hasta en 30%, con respecto a las halógenas estándar. Una consideración importante es utilizar lámparas halógenas IRC con filtro de radiación ultravioleta (UV STOP), ya que, por su diseño, tienden a producir radiaciones que pueden causar daño a los materiales y a la salud de las personas, sobre todo en los casos de exposición prolongada



Figura N° 2.11. Lámparas Alógenas

Fluorescentes lineales. Son lámparas de descarga en gas que consisten en un tubo de vidrio cerrado con gases nobles, fósforo y una pequeña cantidad de mercurio (ver figura N° 2.10). Se fabrican en potencias que van desde los 4 hasta los 215 volts y en bulbos de formas diversas (rectos, circulares, en “U”), con diámetros expresados en octavos de pulgada: 12/8” (T12), 8/8” (T8), 5/8” (T5). Cuanto menor sea el diámetro, mayor es la eficiencia del fluorescente lineal.

A diferencia de las lámparas incandescentes, todas las fluorescentes requieren de un balastro para su funcionamiento. Los balastros electrónicos son más caros que los electromagnéticos, pero son muy recomendables por tener un desempeño energético superior.

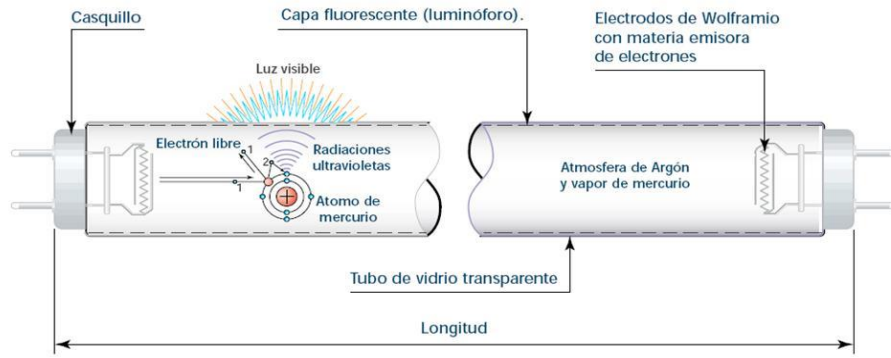


Figura N° 2.12. Fluorescentes lineales.

Lámparas fluorescentes compactas (LFC). Usan una tecnología similar a la de las fluorescentes lineales y fueron diseñadas originalmente para sustituir a las lámparas incandescentes. Están disponibles desde 3 hasta 120 volts, con múltiples formas, como las de tubo recto o curvo, bala, ventilador, globo, reflector, espiral. Éstas tienen la gran ventaja de sustituir directamente a las lámparas incandescentes sin necesidad de ninguna instalación especial y con ahorros de energía de entre 60% y 80%. Además, tienen una vida útil entre 5 y 20 veces mayor que las incandescentes y no producen calor excesivo que sobrecargue los equipos acondicionadores de aire. La desventaja es que contienen mercurio que puede resultar peligroso para el ser humano si es expuesto a este gas, también podrían irradiar ondas dañinas para el ser humano y el ambiente aunque no se sabe con certeza si es así.



Figura N° 2.13. Lámpara fluorescente compactas.

Diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés).

Los LED son dispositivos semiconductores de estado sólido, muy robustos, fiables, resistentes a las vibraciones y de muy larga duración. El interior de un LED es un pequeño semiconductor encapsulado en una resina especial. Se fabrican en colores llamativos que van desde el rojo hasta el naranja, amarillo, verde, azul y más recientemente blanco. Los LED blancos se pueden seleccionar en diferentes tonos de luz blanca, que va desde la cálida hasta la muy fría. Dada su larga vida, son muy recomendables para aplicaciones de operación continua, como letreros de salida, de emergencia. Una de sus aplicaciones más conocidas son los teléfonos celulares y los faros traseros de los autos modernos. Los LED también se pueden atenuar con un control relativamente sencillo como el dimmer (atenuador o dimer sirve para regular la energía en uno o varios focos, con el fin de variar la intensidad de la luz que emiten), encontramos las bombillas led, tubos led en otros.

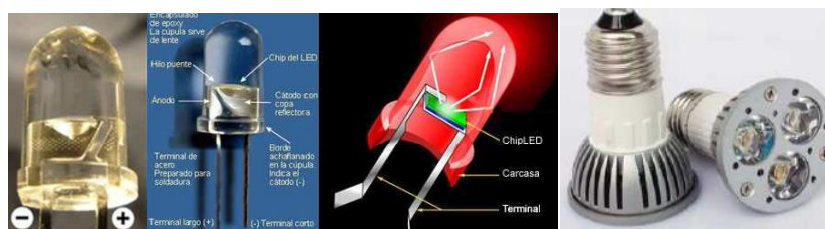


Figura N° 2.14. Diodos emisores de luz

¿Por qué utilizar lámparas eficientes?

La clave de la eficiencia energética en el alumbrado es identificar la cantidad y calidad de iluminación que se necesita en cada uno de los ambientes, tanto interiores como exteriores. Una de las estrategias, para un uso eficiente de los sistemas de iluminación, es apearse a los niveles de iluminación recomendables.

Las zonas excesivamente iluminadas ofrecen mayores oportunidades de ahorro, mientras que las áreas con niveles bajos deben rediseñarse, buscando un balance entre los niveles de iluminación y el consumo energético. Una acción que siempre da buenos resultados es eliminar las lámparas de eficiencia baja, por ejemplo, los incandescentes convencionales y fluorescentes T12. También debe evitarse el uso de balastos electromagnéticos y luminarias que cumplieron su vida útil y

están en mal estado. Aunque las lámparas más eficientes como las de LED, tienen un costo inicial mayor que las demás, más o menos 5.000 pesos de 9 Watt, equivale 90 Watt en una ampolla incandescente, los ahorros de energía son sustanciales y los períodos para recuperar la inversión suelen ser de 6 meses a 1 o 3 años, dependiendo de las horas de uso y la tarifa eléctrica y el sector utilizado. Otra ventaja de las lámparas eficientes es su mayor vida útil, entre 5 y 15 veces más que las CFL y fluorescentes lineales y más de 50 veces que las incandescentes convencionales.

Comparación entre lámparas distintos tipos de luminarias.

Existen claras diferencias entre en el rendimiento de los distintos tipos de luminarias, los cuales a medida que avanza la tecnología se descubren o fabrican nuevos materiales.

Tabla N°2.3. Comparativa entre distintos tipos de luminarias donde se compara el consumo en aproximado en Watt y Lúmenes.

Valores en lúmenes (lm)	CONSUMO APROXIMADO EN WATTS (W) SEGÚN EL TIPO DE LÁMPARA			
	LEDs	Incandescentes	Halógenas	CFL y fluorescentes
50 / 80	1,3	10	---	---
110 / 220	3,5	15	10	5
250 / 440	5	25	20	7
550 / 650	9	40	35	9
650 / 800	11	60	50	11
800 / 1500	15	75	70	18
1600 / 1800	18	100	100	20
2500 / 2600	25	150	150	30
2600 / 2800	30	200	200	40

Los LED a menor potencia emiten menos lúmenes lo que se refleja en que la luz tiene un color cálido, y a mayor potencia emite más lúmenes lo que significa una luz de color más frío.

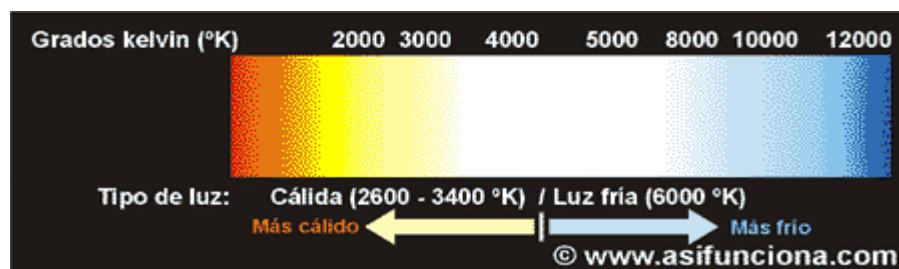


Figura N° 2.15. Tipos de luz emitida, cálido y frío en grados Kelvin.

¿Por qué conviene utilizar luminaria LED?

La diferencia en que un LED emite mayor cantidad de lúmenes está determinada por el grosor de la capa de fósforo, mientras más gruesa sea la capa, la luz emitida será de color cálido aportando menos lúmenes, en cambio si la luz es de color frío, menor será la capa de fósforo emitiendo mayor cantidad de lúmenes.

Por ejemplo un LED de 3.5 (W) con una temperatura de color de 3500°K emite una luz cálida de 170 lúmenes, en cambio si la temperatura de color es de 6400°K emitirá 270 lúmenes.

Tabla N° 2.4: Comparativas de diferentes características entre lámparas LEDs, CFLs e incandescentes.

CARACTERÍSTICAS	LEDs	CFLs	Incandescentes
Ciclos continuados de encendido/apagado	Indefinido	Acorta su vida útil	Indefinido
Tiempo de demora para encender	Instantáneo	Algún retardo	Instantáneo
Emisión de calor	Muy baja	Baja	Alta
Consumo eléctrico	Bajo	Bajo	Alto
Eficiencia	Alta	Alta	Baja
Sensibilidad a la baja temperatura	Ninguna	Alta	Poca
Sensibilidad a la humedad	Ninguna	Alguna	Poca
Contenido de materiales tóxicos	Ninguno	Mercurio (Hg)	Ninguno
Vida útil aproximada en horas de funcionamiento	50.000	10.000	1.000
Permite atenuación	Algunos modelos	Algunos modelos	Todas
Precio	Alto	Medio	Bajo

Buenas prácticas para mejorar la energía.

- Usar más la luz natural.
- Abrir las cortinas y persianas para aprovechar al máximo la luz natural durante las operaciones diarias que así lo permitan.
- Elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para las lámparas y luminarias. La calidad del alumbrado disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año.
- Las luminarias fluorescentes pierden su luminosidad a medida que disminuye su vida útil. Se deben reemplazar de conformidad con las especificaciones técnicas que proporciona el fabricante, para no desperdiciar energía. Las fluorescentes, como las T8 y T5, mantienen una mejor luminosidad durante su vida útil.
- Utilizar colores claros en paredes, cielorraso y pisos. Los colores claros reflejan más luz en los espacios interiores. Con una selección apropiada de ellos para paredes, cielorrasos y pisos, se pueden disminuir considerablemente las necesidades de iluminación.
- Instalar un sistema inteligente de control de alumbrado. Para lograr un máximo aprovechamiento de la luz artificial, se pueden utilizar controles inteligentes que optimicen su uso, entre los cuales se encuentran los sensores de presencia o de luz natural, los atenuadores (dimmers), los temporizadores o la combinación de los anteriores.
- Apagar las luces que no se estén utilizando. Cuando se tienen áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de la iluminación artificial.
- Usar luces de tarea. Para ciertos trabajos se puede reducir la luz de fondo y trabajar con una que enfoque en el punto específico de trabajo, por ejemplo, en los escritorios de oficinas o en mesas de lectura.
- Reemplazar las luces incandescentes y las fluorescentes compactas por lámparas más eficientes como Las de LED.

- Buscar fuentes alternativas de energía. Existen otras formas de proveer la iluminación requerida, un caso son lámparas que utilizan una celda fotovoltaica y una batería, evitando el alambrado y consumo de la alimentación principal, por ejemplo, para luces.

Estimación económica del consumo de energía de los equipos más utilizados.

El precio del kilowatt/ Hora fue sacado del simulador de gasto de la página de simulación de Chilectra. Los equipos mostrados son seleccionados de acuerdo al criterio de que son los más comunes en los hogares y empresas.

Tabla N° 2.5. Consumo de energía de los equipos más utilizados [18].

Equipo	Cantidad	Horas de funcionamiento	Watt	Consumo estimado (kWh/mes)	Gasto mensual \$
Televisor	1	1	150	4,5	396
Equipo de música	1	1	100	3	264
Ampolleta 100 W	1	1	100	3	264
Ampolleta 60 W	1	1	60	1,8	158.4
Ampolletas LED 4.5 W	1	1	4.5	0,135	12
Ampolleta de ahorro energético	1	1	20	0,6	53
Tubo fluorescente	1	1	40	1,2	106
Hervidor	1	1	900	27	2.376
Microonda	1	1	800	24	2.112
Estufa eléctrica	1	1	1000	30	2.640
Cocina eléctrica	1	1	2000	60	5.280
Lavadora	1	1	800	24	2.112
Lavadora industrial	1	1	1 HP(746 W)	22,38	1.970

Equipo	Cantidad	Horas de funcionamiento	Watt	Consumo estimado (kWh/mes)	Gasto mensual \$
Secadora	1	1	3000	38	3.344
Lavavajilla		1	1000	30	2.640
aspiradora	1	1	500	15	1.320
Plancha	1	1	1000	30	2.640
Refrigerador	1	1	150	4,5	396
Congelador	1	1	667	20,01	1.761
Dispensador de bebidas	1	1	1400	42	3.696
Vitrinas refrigeradas	1	1	500	15	1.320
Vitrina temperada	1	1	1000	30	2.640
Aire acondicionado	1	1	1500	45	3.960
Ventilador	1	1	300	9	792
Computador	1	1	200	6	672
Bomba de agua	1	1	500	15	1.320
Lavadora industrial	1	1	4400	132	11.616
Centrifuga industrial	1	1	2500	75	6.600
Secadora de ropa industrial	1	1	5500	165	14.520
Aire acondicionado	1	1	1500	45	3.960

Equipo	cantidad	Horas de funcionamiento	Watt	Consumo estimado (kWh/mes)	Gasto mensual \$
Ventilador	1	1	300	9	792
Computador	1	1	200	6	672
Bomba de agua	1	1	500	15	1.320
Lavadora industrial	1	1	4400	132	11.616
Centrifuga industrial	1	1	2500	75	6.600
Secadora de ropa industrial	1	1	5500	165	14.520
Aire acondicionado	1	1	1500	45	3.960
Taladro pedestal	1	1	750	22,5	1.980
Compresor de aire	1	1	1500	45	3.960
Amasadora	1	1	5000	150	13.200
Laminador de masas	1	1	4103 (5HP)	123,1	10.833
Secadora de fruta	1	1	18000	540	47.520
Fermentadora	1	1	2300	69	6.072
Banco de Sierra	1	1	2238(3HP)	67,2	5.917
Torno	1	1	6000	180	15.840
Cepilladora	1	1	1800	54	4.752

3.2.2. Eficiencia Energética en sistemas térmicos [19].

Los sistemas térmicos son equipos que tienen la función de generar calor para distintas necesidades como calentar agua, generar vapor, dar calefacción a un entorno, ser parte de procesos para el tratamiento térmico de metales. Los equipos térmicos son utilizados en distintas áreas de la industria como también en hogares y edificios. Dentro de los equipos más representativos se encuentran las calderas, hornos y secadores. A diferencia de los motores de combustión interna los sistemas térmicos tienen como objetivo generar potencia calórica no así los motores donde su objetivo es producir energía cinética para lograr darle movimiento a algún sistema termodinámico como el motor de un vehículo.

a) Principales pérdidas de calor de los sistemas térmicos.

Los sistemas térmicos al igual que todos los sistemas de energía generan pérdidas de distintas maneras que hacen bajar el rendimiento de estos sistemas. A continuación analizaremos las principales pérdidas de calor de estos equipos.

Pérdidas de rendimiento por exceso de aire en la combustión.

El exceso de aire durante la combustión afecta el rendimiento de la cámara de combustión, haciendo que se requiera una mayor cantidad de combustible para producir el mismo calor que si se usara una cantidad de aire adecuada. Un exceso de aire requiere de mayor combustible debido a que el volumen de aire frío que se desea calentar es mayor, generando pérdidas innecesarias si se hubiera usado la cantidad de aire exacta para la transformación.

En la tabla N°2.6 se puede observar el exceso mínimo de aire adecuado para la combustión (la cantidad de aire depende del tipo de combustible y el tipo de quemador utilizado).

Tabla N°2.6 Exceso mínimo de aire adecuado para la combustión.

COMBUSTIBLE	TIPO DE QUEMADOR	EXCESO DE AIRE MINIMO
Gas natural	Atmosférico	65 %
	Tipo Anillo	45%
	Boquillas	10%
	Bajo de exceso de aire	1%
Petróleo	Atomizado por presión	15%
	Copa rotativa	22-35%
	Atomizado con vapor o aire	8-15%
Carbón	Parrilla móvil	36%
	Parrilla fija	36%
	Pulverizador	8%

Pérdidas de rendimiento por exceso de incrustaciones.

Un exceso de hollín entre la superficie de contacto de la cámara de combustión genera una aislación térmica que disminuyen el rendimiento de la energía. Si en la zona donde se transfiere la energía térmica se encuentra contaminado también se producirá una baja en el rendimiento del horno o caldera.

En una caldera si se está utilizando agua de poca pureza que contenga demasiadas sales, estas se acumularan en el intercambiador de calor donde actuaran como aislante térmicos.

Pérdidas de rendimiento por falta de pre-calentador.

Los pre-calentadores tienen la función de pre-calentar el aire que se utilizara para la combustión puesto que a mayor temperatura con que se encuentra el aire la combustión será más completa. Al calentar el aire a los 260° C para la combustión produce un aumento en la eficiencia de un 15%. Para la utilización de estos sistemas de manera correcta los gases que se reutilizan deben estar a una mínima temperatura para evitar la condensación de los ácidos de estos gases que a medida que se van acumulando van deteriorando la estructura de las calderas u hornos.

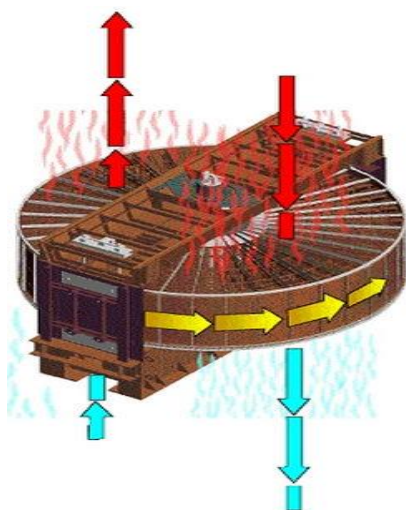


Figura N° 2.16. Pre calentador de aire.

Pérdidas por falta de economizador.

La función del economizador es pre-calentar agua con los gases que salen del quemador a altas temperaturas 130°C aproximadamente. Este equipo precalienta el agua que después ingresara a la caldera o al serpentín de un sistema térmico, haciendo que se utilice menos energía para calentar el fluido que se requiere.

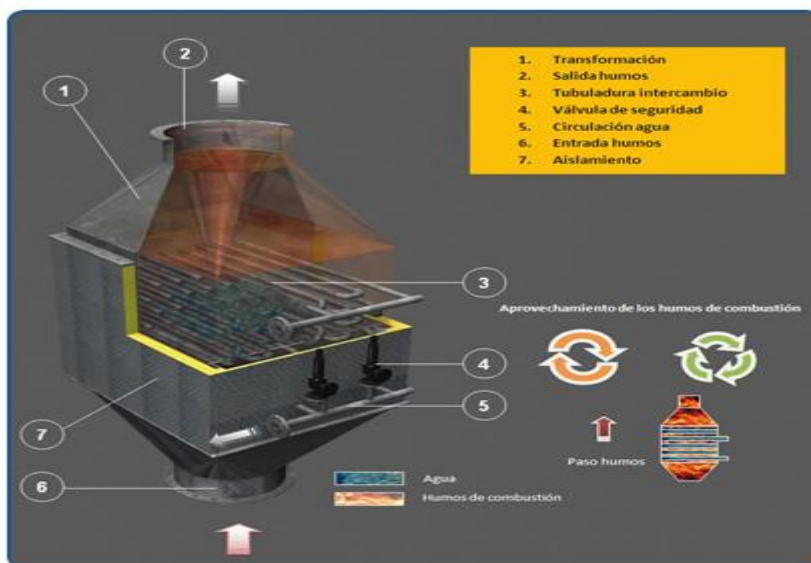


Figura N° 2.17. Pre calentador de agua.

Tabla N° 2.7. Temperatura mínima recomendada para los gases de los sistemas de recuperación de calor para evitar la corrosión.

Combustible	Punto rocío ácido	Temp. Mínima en chimenea	Temp. Admisible agua alimentación
Gas Natural	65°C	121°C	100°C
Petróleo Liviano	82°C	135°C	100°C
Petróleo bajo azufre	93°C	148°C	104°C
Petróleo alto azufre o carbón	110°C	160°C	115°C

Pérdidas de acuerdo al porcentaje de carga.

El no utilizar una caldera u horno a plena carga significa un desperdicio de energía puesto que no se está utilizando todo el calor que entrega la cámara de combustión, ya que se desperdicia a través del aire o las paredes de equipo térmico.

Tabla N° 2.8. Relación entre pérdidas de calor por radiación y carga de la caldera.

Carga caldera %	Pérdidas por radiación (kcal/h)	Calor liberado (kcal/h)	Pérdida calor radiación (%)
10%	224.000	1.120.000	20%
25%	224.000	2.800.000	8%
50%	224.000	5.600.000	4%
100%	224.000	11.200.000	2%

Rendimiento de los combustibles vs el precio.

Los combustibles fósiles, derivados del carbón para clasificarlos de acuerdo a su rendimiento se utiliza un valor llamado “poder calórico”, que significa la cantidad de calor al quemar un kilogramo de combustible.

Los combustibles se dividen en tres grandes grupos; los sólidos, líquidos y gaseosos. Para medirlos combustibles se utilizan para los:

Sólidos Kcal/kg

líquidos Kcal/m³

gaseosos Kcal/Lt

Tabla N° 2.9. Poder calórico de diferentes tipos de combustibles.

COMBUSTIBLE SOLIDO	PODER CALORICO (kcal/kg)	PRECIO kg en pesos chilenos
Carbón de piedra	6.500 a 7.100	\$55
Carbón coke	6.000 a 6.600	\$50
Leña	3.000 a 3.700	\$ 100
Basuras o desperdicios	1.800 a 2.200	\$ 0

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	PODER CALORICO (kcal/Lt)	PRECIO kg en pesos chilenos
Petróleo diesel o fuel Oil	8.500 a 10.500	\$ 581
Kerosene	10.000 a 11.000	\$ 565

COMBUSTIBLES GASEOSOS	PODER CALORICO (kcal/Lt)	PRECIO kg en pesos chilenos
Gas licuado (de petróleo)	11.500 a 12.000	\$ 266

Nota: el carbón se vende en toneladas, acá se determinó el precio por kilogramo.

Nota: el precio de los combustibles varía todas las semanas y en Chile cambia de acuerdo a los movimientos de la bolsa. El coke es un sólido formado por la destilación de carbón bituminoso calentado a temperaturas de 500 a 1.100 °C sin contacto con el aire.

En términos de rendimiento energético el gas licuado es el que más conviene generando un mínimo de 11.550 kcal/Lt y un máximo de 12.500 kcal/Lt, el carbón Coke que genera la mitad de la energía calórica que un litro de gas tiene un valor cinco veces más barata. Haciendo un análisis económico el más conveniente es el carbón coke, ya que entrega más del doble de la energía que el gas por un mismo precio. En el análisis no fue tomado en cuenta la contaminación que produce el carbón, la cual es mucho mayor que la que produce el gas licuado.

b) Sistemas térmicos de mayor uso.

Los siguientes sistemas térmicos que se describen a continuación fueron seleccionados debido a la gran cantidad de uso que se les da y su frecuente presencia en gran parte de las empresas y hogares.

Caldera.

Es una maquina diseñada para generar vapor a una presión mayor a la atmosférica, estas máquinas son ampliamente utilizadas en diferentes procesos tanto industriales comerciales y en el hogar, el vapor producido por las calderas tienen bastantes usos como por ejemplo; generar

electricidad a partir de mover una turbina con el vapor a gran presión, también esterilización a equipos médicos, esterilización de cubiertos de comida entre otros.

Principio de funcionamiento.

Se inyecta combustible en la cámara de combustión que al mezclarse con el aire (oxígeno) y con la ayuda de una llama se produce la combustión que produce residuos sólidos (cenizas y escoria), humos y gases a altas temperaturas que van entre los 200° C y 1.000°C. Estos gases se utilizan para calentar un fluido como agua, aceite o aire mediante alguna superficie de intercambio de calor. El fluido que fue calentado servirá para mover una turbina, calentar un área determinada, inyectar aire caliente.

Tipo de calderas.

Las calderas se pueden clasificar de distintas maneras ya sea el tipo de combustible que utilizan, como también el tipo de cámara de combustión, calderas tipo serpentín (figura N°2.16), o calderas pirotubulares o calderas tipo acuotubulares (figura N° 2.17 y 2.18) llamadas también tubos de humo.

Caldera tipo serpentín.

El serpentín es un intercambiador de calor que posee un gran rendimiento, dado su forma de construcción posee un buen rendimiento. Dependiendo el tipo de combustible el rendimiento será mayor.

Características

- Poseen una baja capacidad de agua.
- Rápidas para producir vapor.
- Se debe tener cuidado con el tipo de agua para que no acumule residuos que afectan la transferencia de calor.

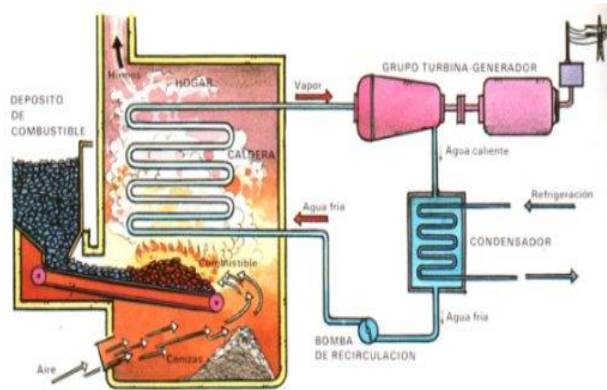


Figura N° 2.18. Caldera tipo serpiente.

.Caldera tipo pirotubulares.

En esta caldera la llama y los productos de la combustión pasan a través de los tubos y el agua caliente rodea los tubos calientes.

Ventajas:

- Bajo costo inicial.- Facilidad para su operación. -Menor pureza del agua.
- Son de menor tamaño. -Bajos niveles de seguridad.-Requiere menor mantención.

Desventajas

- Requieren más tiempo para elevar la presión.
- Requiere mayor tiempo para comenzar a funcionar.
- No soporta altas presiones (hasta 20 bares o 20 atmósferas aproximadamente).
- Limitada producción de vapor.
- Poca vida útil comparada con una acuotubulares.

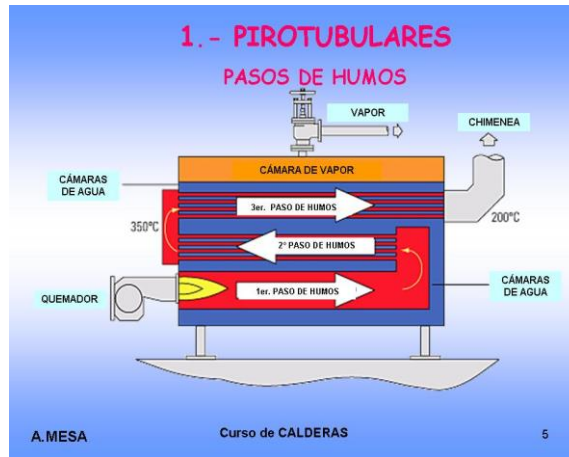


Figura N° 2.19. Caldera tipo pirotubulares.

Caldera de agua o acuotubulares.

En este tipo de caldera el calor producido por la combustión rodean los tubos por donde circula el agua que comienza a elevar su temperatura, ver tabla comparativa N° 2.10.

Ventajas.

-Pueden ser puestas en marcha rápidamente.-Soportan altas presiones (hasta 150 bares).

Desventajas.

-Requiere agua de mayor pureza. - Mayor tamaño y peso.- Mayor costo.

-Mantenimiento más complejo.

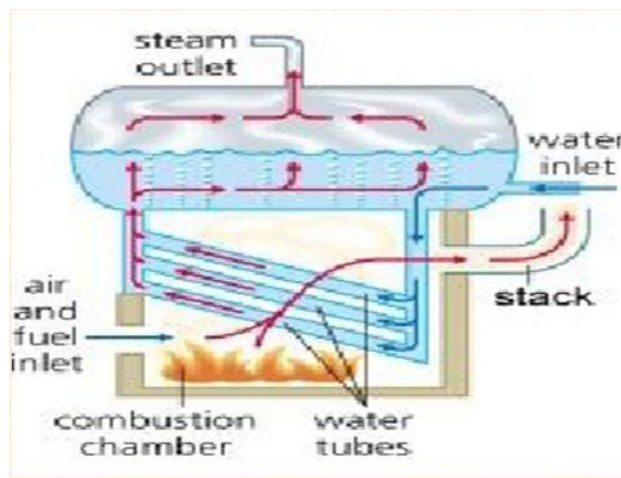


Figura N° 2.20. Caldera de agua.

Tabla N° 2.10: Comparación entre las dos calderas.

Criterios	Calderas Piro tubulares	Calderas Acuotubulares
Calidad del agua	Puede funcionar con cierta salinidad del agua	Debe funcionar con baja cantidad de sal
Mantenimiento	Fácil de limpiar	Más costoso
Revisiones periódicas	Inspección ordinaria, revisión visual	Requiere ultrasonido, además de pruebas hidrostática
Costo de fabricación y calidad	Menores	Mayores
Rendimiento	Mayor, de fácil mantenimiento	Menor, difícil realizar mantenimiento
Contenido de agua	Mayor, debido a su diseño	Menor
Capacidad de acumulación	Alta capacidad de volumen No es susceptible a fluctuaciones de presión	Susceptible a fluctuaciones de presión
Plazo de entrega	Más corto	Más largo
Necesidades de espacio	Reducido	Elevadas
Tiempo necesario para el montaje y puesta en marcha inicial	Reducido	Más prolongado

Hornos.

Los hornos térmicos funcionan de la misma manera que las calderas, con la diferencia fundamental es que en vez de calentar un fluido intermedio, el horno calienta directamente el producto que se encuentra en el interior de este como podemos apreciar en siguiente imagen.



Figura N° 2.21. Horno térmico.

Principio de funcionamiento.

El principio de funcionamiento es similar al de las calderas, las medidas de ahorro son las mismas que las calderas, tanto en el aislamiento del equipo, recuperador de calor de gases y economizador. Dentro de las pérdidas que originan los hornos se encuentra una mala práctica realizada por los operadores la cual es abrir el horno cada cierto tiempo, para evitar este tipo de situaciones es recomendable poseer un reloj de temperatura que provea de esta información y no sea necesario abrir el horno para conocer el grado de temperatura en el interior del horno.

Medidas de ahorro para aprovechar de mejor manera el horno.

- El equipo debe usarse exclusivamente para los procesos con que fue diseñado.
- Debe funcionar con valores nominales de temperatura y carga.
- Priorizar utilizarlos en procesos continuos, donde generalmente se utiliza menos combustible.
- Automatización de procesos de control.
- Utilizar pre calentadores o economizadores.

• **Tabla N° 2.11. Medidas generales para un mayor rendimiento de los sistemas térmicos.**

Valores de análisis	Causa	Solución
CO alto y O ₂ bajo	Cantidad de aire introducido en caldera insuficiente	Aumentar la apertura de la compuerta de paso de aire del quemador
CO ₂ bajo y O ₂ alto	Exceso de aire	Disminuir la apertura de la compuerta de paso de aire del quemador
CO alto y O ₂ alto	Mezcla aire combustible inadecuada	Desmontar el inyector, llevar a cabo una limpieza o sustituirlo si fuera necesario y efectuar de nuevo el análisis
Temperatura de paredes >Temperatura Ambiente sala	Calderas antiguas o con desperfectos en su aislamiento	Sustitución del aislamiento
Temperatura de gases >230° C	Intercambio de calor inadecuado	Limpieza del interior de la caldera o instalación de un economizador de calor

- Utilizar las calderas a plena carga para el aprovechamiento total del calor.
- Si la carga es pequeña, se recomienda usar varias calderas pequeñas para así ahorrar energía.
- Utilizar las calderas de mejor rendimiento.
- Realizar una mantención periódica para una mayor duración y rendimiento.

Utilización de economizadores y pre-calentadores.

Son equipos que utilizan los gases que salen de la caldera que se encuentran a una temperatura elevada superior a los 230° C, y donde este calor se utiliza para precalentar agua o aire para la combustión con el objetivo de disminuir la demanda de combustible, con lo cual se ahorra energía. Incluso estos gases pueden ser utilizados en otros equipos para secadores de baja temperatura. Dentro de las limitaciones de los pre-calentadores es que no pueden funcionar a una temperatura inferior a los 150° C y 175 °C ya que si los gases estuvieran a una temperatura menor a los mencionados anteriormente comenzarían a condensarse, lo que producirá una corrosión en los ductos debido a la condensación de ácido sulfúrico.

Los economizadores son equipos que hacen un intercambio de calor entre los gases calientes para que cedan el calor al agua de alimentación.

Capítulo N°3. Aplicación de Eficiencia Energética en Casos de Estudios.

Los casos de estudios realizados en este seminario, son acerca de dos empresas que presentan interés por reducir el consumo eléctrico dentro de sus dependencias. El objetivos principales es disminuir los gastos económicos en consumo eléctrico; para mejorar, se aplicara la eficiencia energética, reemplazando parte de su sistema eléctrico por uno más eficiente, siendo clave para ahorrar energía. Las empresas estudiadas poseen rubros totalmente distintos una de otra, pero tienen un objetivo en común, reducir costos económicos, se realizara un análisis energético del área en donde se pretende ahorrar energía, y así generar un ahorro en el consumo de energía y dinero. Además se realiza un análisis económico en ambas empresas, ya que no tiene sentido aumentar la eficiencia energética si no es viable económicamente.

Las empresas estudiadas son; La panadería San Pablo, ubicada en Concepción y Energysur ubicada en San Pedro de la Paz, las cuales desean aumentar la eficiencia energética en una parte de sus instalaciones, para reducir su consumo eléctrico y gastos económicos a fin de mes.

3.1. Panadería San Pablo.

La panadería San Pablo (ver imagen N°3.1. Frontis Panadería San Pablo), es una empresa que se dedica a la producción de pan, empanadas y tortas, se encuentra ubicada en la calle Los Lirios N° 190, comuna de Concepción, Chile. Esta empresa se compone de 44 trabajadores repartidos en distintas funciones, horarios y turnos de trabajo. Dada la cantidad de empleados se puede clasificar como una pequeña empresa.

a) Planteamiento del problema.

La panadería desea que se realice una evaluación técnica y económica del consumo de energía eléctrica en sus instalaciones donde se identifiquen equipos que no se estén utilizando de manera eficiente y proponer acciones y medidas para aumentar la eficiencia energética, lo que debe verse reflejado en una disminución en el precio final de la boleta de energía.

Características del lugar.

Las instalaciones de la empresa se encuentran en un terreno plano ubicado en sector Los Lirios N°190, Concepción. La panadería posee un área de 810.2 m² donde un 44,58% se encuentra construido un edificio de dos pisos, de estructura sólida pintada blanca donde se realizan las labores de almacenamiento producción y ventas de los distintos productos que ofrece el local. El local cuenta una tarifa BT 4.3 conectado a un sistema trifásico. La potencia conectada corresponde a 26.33 kW esta potencia se logra haciendo la sumatoria de los equipos conectados que presenta la instalación, donde el interruptor general de la instalación es de 60 (A) marca Schneider Electric, el interruptor general de alumbrado es de 16 (A) marca Marisio, el interruptor general de enchufes es de 32 (A) marca Marisio.

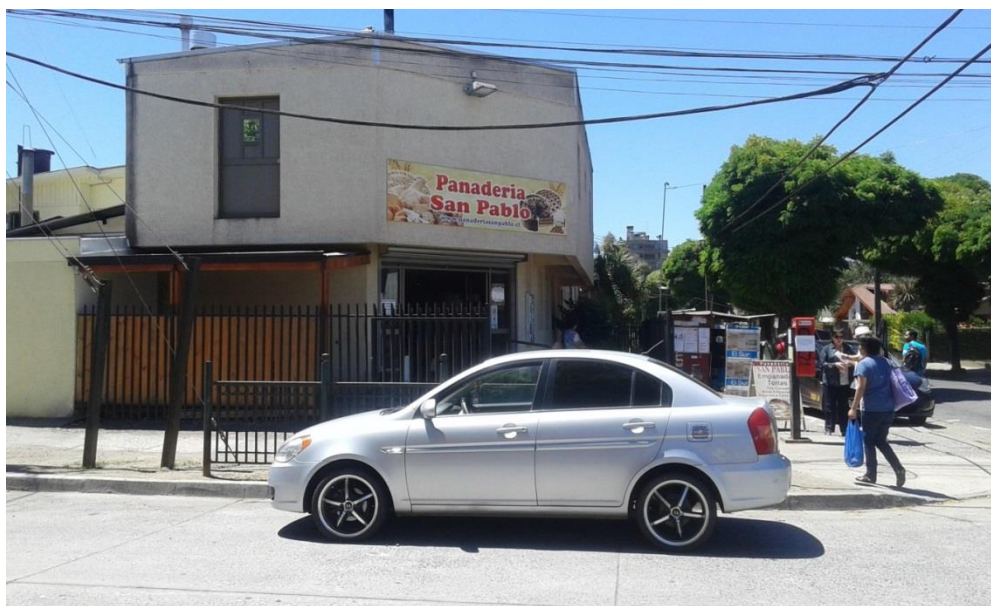


Figura N° 3.1. Frontis Panadería San Pablo.

Tabla N° 3.1.a: Superficie Panadería San Pablo.

ÁREA	SUPERFICIE m ²
SUPERFICIE PRIMER NIVEL	
Vivienda	98,04 m ²
Producción	94,8 m ²
Sala de ventas, oficina, sala de despacho	131,43 m ²
Superficie ampliada (34.9 + 2.0 panadería)	36,9 m ²
Total edificado 1° nivel (existente + ampliado)	361,2 m ²

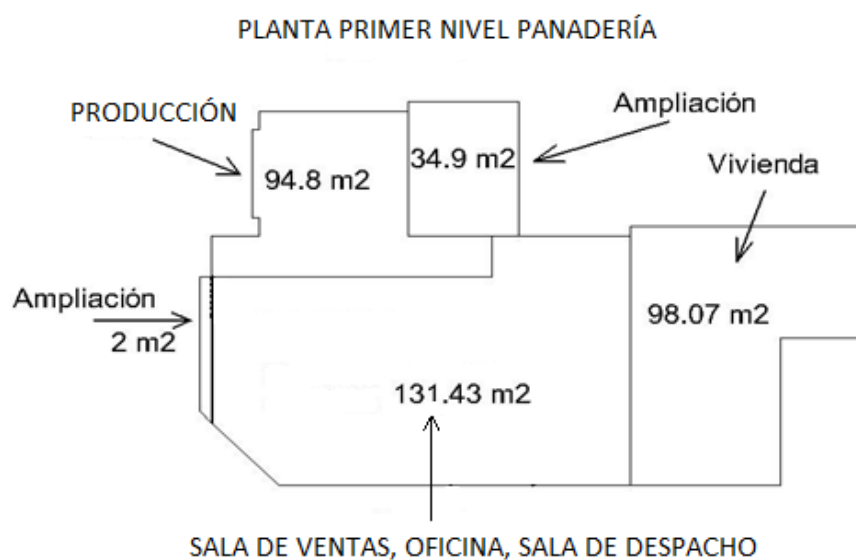


Figura N°3.1. Características dimensionales del primer piso de la panadería.

Tabla N° 3.1.b: Características dimensionales de la Panadería San Pablo.

A. SUP. SEGUNDO NIVEL	SUPERFICIE m ²
Vivienda	76,05 m ²
Superficie ampliada (panadería)	194,2 m ²
Total edificado 2 nivel (existente + ampliado)	270,25 m ²

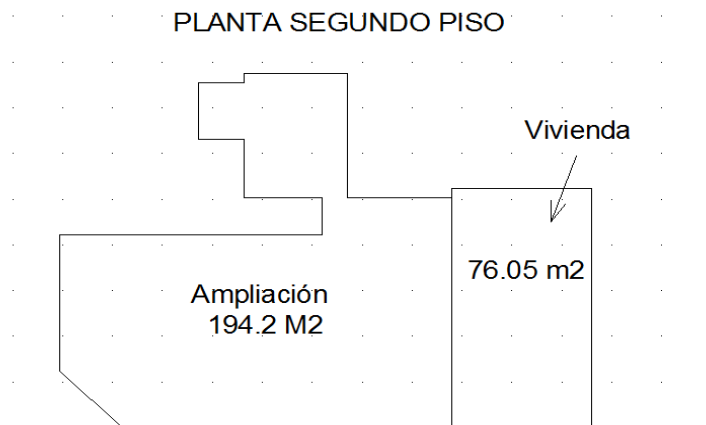


Figura N°3.2. Características dimensionales del segundo piso de la Panadería.

Tabla N° 3.1.c: Características dimensionales de la Panadería San Pablo.

TOTAL AMPLIADO (1+2 NIVEL)	231,1 m ²
TOTAL EDIFICADO (1+2 NIVEL EXISTENTE Y AMPLIADO)	631,45 m ²

Tabla N° 3.1.d: Características dimensionales de la Panadería San Pablo.

SUPERFICIE PREDIAL	810,2 m ²
% USO DE SUELO	44,58 %

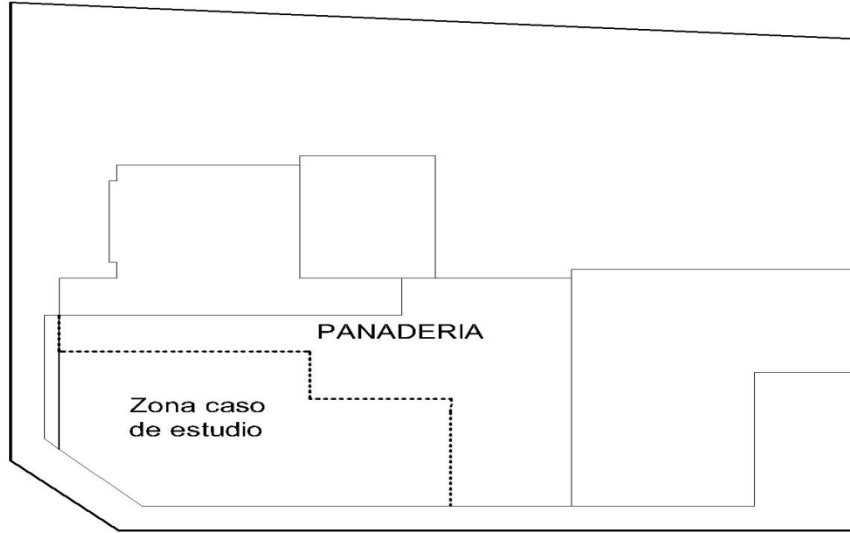


Figura N°3.3. Características perimetrales de la Panadería.

Tabla N° 3.2.a: Tipos de equipos eléctricos de cada habitación donde se aprecia el consumo energético mensual de cada equipo de acuerdo a su uso.

Tipo de equipo	Cantidad de equipos	Potencia [W]	Horas de funcionamiento diarias	Consumo estimado (kWh/mes)	Gasto mensual \$
Máquinas de amasado, sobadora de masas, revolvedora, prensadora, batidora	14	18.295	Entre 3 a 4	1.477,03	\$ 147.703
Luminarias fluorescentes	47	2942	Entre 10 a 14	580,32	\$ 58.032
Luminaria incandescente	4	400	Entre 7 a 12	81	\$8.100
Congelador	6	900	Funcionamiento intermedio, 5 minutos encendidos y 15 minutos apagados, hacen un promedio de 8 a 9 horas diarias.	165,6	\$16.560
refrigerador	4	4x150	Funcionamiento intermedio, 5 minutos encendidos y 15 minutos apagados, hacen un promedio de 8 a 9 horas diarias.	80,4	8.040

Tipo de equipo	Cantidad de equipos	Potencia [W]	Horas de funcionamiento diarias	Consumo estimado (kWh/mes)	Gasto mensual \$
Vitrinas refrigeradas	11	500	Funcionamiento intermedio, 5 minutos encendidos y 15 minutos apagados, hacen un promedio de 8 a 9 horas diarias.	1.320	\$ 132.000
Rebanadora, cortadora de carne, cortadora de cecinas	3	500	Entre 1 a 2	46,86	\$ 4.698

Tabla N° 3.2.b: Tipos de equipos eléctricos de cada habitación donde se aprecia el consumo energético mensual de cada equipo de acuerdo a su uso.

Tipo de equipo	Cantidad de equipos	Potencia [W]	Horas de funcionamiento diarias	Consumo estimado (kWh/mes)	Gasto mensual \$
Computador, teléfono, impresora, fax	7	1000	Entre 1 a 24	322.8	\$ 32.280
Caja registradora. pesa digital	7	38	Entre 8 a 12	15,48	\$ 1.548
Ascensor para productos de pastelería	1	746 [1 HP]	1	22,38	\$ 2.238
microondas	1	800	1	24	\$ 2.400
Total	105	26.721		4.135,87	\$ 413.587

Tabla N° 3.3. Resumen de consumos.

EQUIPOS	kWh/MES	\$ PESOS MENSUALES
LUMINARIAS: FLUORESCENTES, INCANDESCENTES,	685,32	68.532
REFRIGERADORES, CONGELADORES Y VITRINAS.	1.376,16	137.616
MAQUINAS DE PRODUCCIÓN: SOBADORAS DE MASAS, AMASADORA, PRENSADORA, REVOLVEDORA.	1.890	189.000
OTROS: COMPUTADORES, PESAS, CAJA REGISTRADORA,	339,48	33.948
TOTAL	4.290,96	429.096

Diagnóstico de la instalación.

1. Existen luminarias incandescentes donde los alambres que llevan la energía no están protegidos por alguna cañería o bandeja porta conductores, estos cables se encuentran expuestos a sufrir algún daño causado por algún objeto extraño. Específicamente este lugar mencionado se encuentra en la zona de la escalera para subir al segundo piso.
2. Se encontraron 4 zonas que son iluminadas con ampollitas incandescentes de 100 W, lo cual es un gran desperdicio de energía debido a que este tipo de luminaria es poco eficiente.

3. Los equipos empleados para mantener los productos y materias primas a baja temperatura son una parte importante del consumo energético de la instalación. Existen equipos modernos y otros antiguos que tienen diferente rendimiento. Los más antiguos producen un mayor consumo que los más modernos.

b) Solución para aumentar la eficiencia energética.

Como una acción concreta para disminuir los gastos en energía de la Panadería se propone implementar, diseñar e instalar un sistema de luces LED alimentado por paneles solares, que darán autonomía energética a la sala de ventas del local, quedando esta zona totalmente independiente de la red eléctrica, generando un ahorro dentro de las instalaciones. Con esto se reemplazará el actual sistema de equipos fluorescentes que consumen 918Wh. Estos equipos están encendidos un promedio de 12 horas al día lo que hace un total de 11,016 kW por día, siendo a fin de mes 330.048kWh/mes que corresponden a un 7,6917 % del consumo total de la instalación.

Características del área donde se aplicará la mejora de eficiencia energética.

Se propone reemplazar las luminarias fluorescentes de la sala ventas por luminarias LED de alta eficiencia para generar un ahorro en el consumo de energía.

Características del lugar de iluminación.

- Tipo de luminarias: equipo de tubos fluorescentes lineales PHILIPS TBS 160 3 x TL-D18 W HF C3.
- Color de las paredes: blancas.
- Color del suelo: cerámicas color café claro.

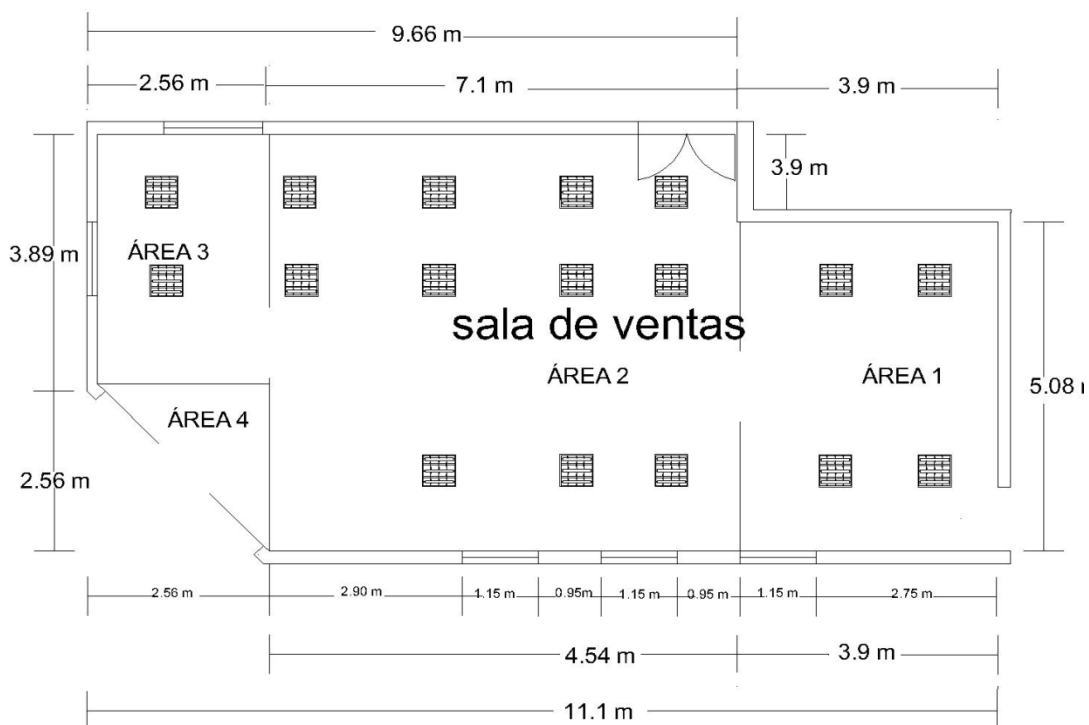


Figura N° 3.4. Plano de la edificación donde se presentan la distribución de las luminarias.

$$\begin{aligned} \text{Área total} &= \text{área1} + \text{área2} + \text{área3} + \text{área4} = 19,812 \text{ m}^2 + 45,795 \text{ m}^2 + 9,9584 \text{ m}^2 + 3,2768 \text{ m}^2 \\ &= 78,8422 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

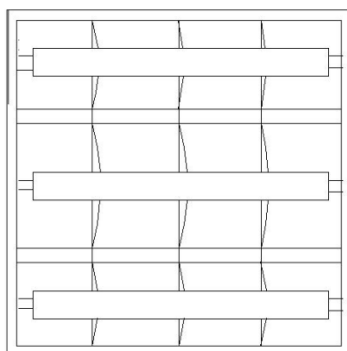


Figura N°3.5. Esquema de la luminaria actual.

-Potencia individual del equipo= $3 \times 18 \text{ W} = 54 \text{ [W]}$

-Potencia total del sistema de iluminación= 918 [W]

-Debido a la forma de la sala de ventas en cálculo de la iluminación se hizo por partes.

-El área 1 presenta una potencia de 216 W , con una disposición de 204 lux

-El área 2 presenta una potencia de 702 W , con una disposición de 394 lux

-El área 3 presenta una potencia de 108 W , con una disposición de 394 lux

-El área 4 no presenta luminaria pero igual recibe luminosidad de parte de las luminarias de alrededor.

Nota: estos cálculos fueron realizados en el programa “DIALUX LIGHT” que es un asistente para realizar el cálculo de los lux que emiten las luminarias.

c) **Propuesta y cálculos de iluminación.**

De acuerdo a la Tabla N 11.24 “Iluminación mínimas para locales comerciales e industriales” de la norma eléctrica Chilena NCh 4/2003 establece que para un local de ventas se exige como mínimo 300 lux para una óptima iluminación. En este seminario se **propone 300 lux** para así tener una mejor iluminación.

Tabla N° 11.24. Iluminancias Mínimas para locales Comerciales e Industriales.

Tipo de local	Iluminancia (Lux)
Auditorios	300
Bancos	500
Bodegas	150
Bibliotecas públicas	400
Casinos, restaurantes, cocina	300
Comedores	150
Fábricas en general	300
Imprentas	500
Laboratorios	500
Laboratorios de instrumentación	700
Naves de máquinas herramientas	300
Oficinas en general	400
Pasillos	50
Salas de trabajo con iluminación suplementaria en cada punto	150
Sala de dibujo profesional	500
Sala de tableros eléctricos	300
Subestaciones	300
Salas de venta	300
Talleres de servicio, reparaciones	200
Vestuarios industriales	100

El diseño del sistema de iluminación se realiza en un área de 78.8422 m², como se puede apreciar en la figura N°3.4. Los niveles e iluminancia mantenida (E) son extraídos del **Manual de iluminación PHILIPS** junto con el programa de ayuda del programa **DiaLux Light**.

Plano de la sala de ventas.

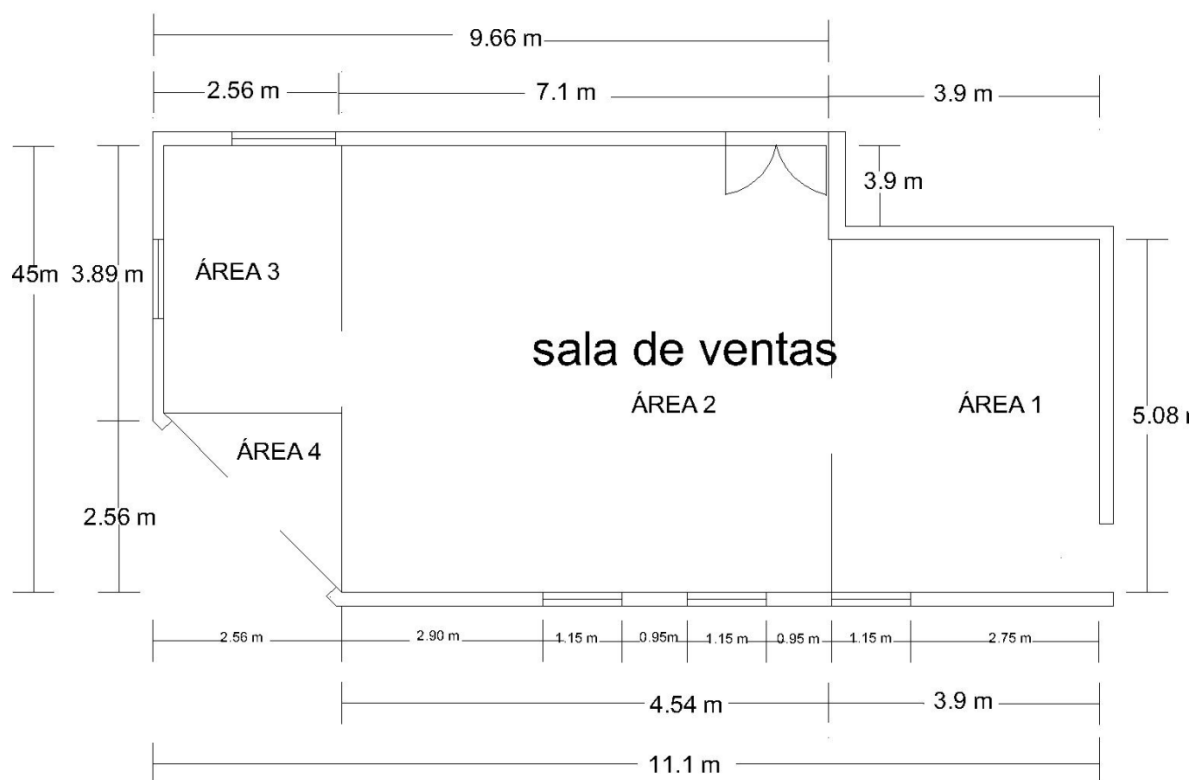


Figura N°3.6. Plano de la sala de ventas.

Para esta habitación se propone instalar luminarias **LED PHILIPS RC461B G2 W60L60 1xLED40S/840 de 35 Watt**, con un flujo luminoso de **4000 lúmenes**.

Lumen: unidad que mide el flujo luminoso (lm), medida de la potencia luminosa emitida por una fuente luminosa.

- **Determinación de la cantidad de luminarias.**

Para iluminar correctamente la zona establecida, se debe determinar los niveles de iluminancia promedio (LUX) necesarios para el área deseada. Para ellos hay que definir algunos conceptos para comprender los cálculos presentados.

S: superficie de la habitación (m^2).

\emptyset = Flujo lumínico de la lámpara que se utilizará (lumen).

E= iluminancia promedio que se pretende (LUX).

μ : factor de utilización.

K: índice de iluminación del local

Observación: Un lux es equivalente a 1 lumen por metro cuadrado.

El cual indica la eficiencia luminosa del conjunto lámpara, luminaria y local, por lo tanto depende del sistema de iluminación, de las características de la luminaria, del índice de iluminación del local (K), del factor de reflexión del techo (ρ), piso y paredes de la habitación (ρ).

Tabla N° 3.5. Factor de reflexión para cada superficie.

	COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN (ρ)	FACTOR DE REFLEXIÓN (ρ) en %
TECHO	BLANCO O MUY CLARO	0,8	80%
	CLARO	0,5	50%
	MEDIO	0,3	30%
PARED	CLARO	0,5	50%
	MEDIO	0,3	30%
	OSCURO	0,1	10%
SUELO	CLARO	0,3	30%
	OSCURO	0,1	10%

El local presenta las siguientes características;

Techo blanco (ρ)= 0,8

Pared blanca (ρ)= 0,5

Suelo cerámica café (ρ)= 0,1

Tabla N° 3.6. Factor de utilización de acuerdo a las características del local.

Cielo	80%		
Pared	80%	50 %	30%
Piso	10 %		
K	Luz directa		
0,6	0,890	0,730	0,700
0,8	0,940	0,780	0,770
1	0,980	0,830	0,820
1,25	0,101	0,900	0,860
1,5	0103	0,930	0,890
2	0,105	0,970	0,930
2,5	0,105	0,990	0,960
3	0,106	0,100	0,980
4	0,106	0,102	0,100
5	0,107	0,103	0,101

Tabla N° 3.7. Reflectancia para diversos materiales y terminaciones.

Material o Terminación	Reflectancia (%)	Material o Terminación	Reflectancia (%)
Mortero claro	0,35 – 0,55	Seda blanca	0,28 – 0,38
Mortero oscuro	0,2 – 0,3	Seda de color	0,2 – 0,1
Hormigón claro	0,3 – 0,5	Blanco	0,7 – 0,85
Hormigón oscuro	0,15 – 0,25	Negro	0,03 – 0,07
Arenisca clara	0,3 – 0,4	Gris claro	0,4 – 0,5
Arenisca oscura	0,15 – 0,25	Gris oscuro	0,1 – 0,2
Ladrillo claro	0,3 – 0,4	Amarillo	0,5
Ladrillo oscuro	0,15 – 0,25	Beige	0,45
Mármol blanco	0,6 – 0,7	Crema	0,5
Granito	0,15 – 0,25	Marrón claro	0,3 – 0,4
Madera clara	0,3 – 0,5	Marrón oscuro	0,1 – 0,2
Madera oscura	0,1 – 0,25	Rosa	0,5 – 0,55
Espejo plateado	0,8 – 0,9	Rojo claro	0,3 – 0,4
Aluminio mate	0,55 – 0,6	Rojo oscuro	0,1 – 0,2
Aluminio brillante	0,8 – 0,9	Verde claro	0,45 – 0,65
Acero inoxidable	0,65 – 0,65	Verde oscuro	0,1 – 0,2
Cielo acústico	0,5 – 0,65	Azul claro	0,4 – 0,55
Vidrio opaco negro	0,5	Azul oscuro	0,05 – 0,15

- Factor de utilización; Este índice corresponde a una relación entre las dimensiones del local, este índice se determina utilizando las dimensiones de la habitación, esto es: ancho (A), largo (L) y altura (H) de las luminarias sobre el plano de trabajo. Se obtiene el índice de iluminación directa (ecuación N° 3.1), índice de iluminación indirecta (Ecuación N° 3.2).

$$K = \frac{A*B}{H(A+B)} \quad \text{Ecuación (3.1)}$$

$$K = \frac{3*A*B}{2H'(A+B)} \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

Dónde:

K: índice de iluminación del local.

A: Ancho del Local.

B: Largo del Local.

H: Plano base útil o altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

H': Distancia del techo al plano de trabajo.

Tabla N°3.8: Factor de mantenimiento para distintos niveles de polución para proyectos de interior.

CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS	POLUCIÓN DEL AMBIENTE	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO
CERRADA	REDUCIDA	90%
	MODERADA	80%
	IMPORTANTE	70%
ABIERTA	REDUCIDA	80%
	MODERADA	70%
	IMPORTANTE	60%

Para el cálculo de flujo total se tiene;

$$\Phi_{total} = \frac{E * S}{\mu * f_m} \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

Donde;

E= iluminancia (LUX).

f_m= corresponde al factor de mantenimiento.

Φ_{total} = flujo total (lm)

μ= coeficiente de utilización.

S= superficie de la habitación (m²).

(f_m): Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

Para este caso se elige un factor f_m= 0,8; ya que es un sector limpio.

Una vez determinado el flujo total se determina la cantidad luminarias que necesita el local (ecuación N° 3.4).

$$N_L = \frac{\Phi_{TOTAL}}{\Phi_{LÁMPARA}} \quad \text{Ecuación (3.4)}$$

Donde;

N_L: número de luminarias.

Φ_{total} = flujo total (lm).

Φ_{Lámpara} = flujo lámpara (lm).

- **Calculo de iluminación por área:**

Área 1: Ver figura N°3.5: sala de ventas del local.

De la ecuación N° 3.1 tenemos;

$$A= 3,9 \text{ m} \quad B=5,08 \text{ m} \quad H=2,8 \text{ m}$$

$$K = \frac{3,9 * 5,08}{2,8(3,9 + 5,08)} = 0.783$$

De acuerdo a este resultado, se busca el valor de K más próximo al obtenido en la tabla N°3.6 y de acuerdo a los factores de reflexión del de local (ρ), se realiza la intersección entre ambas para encontrar el factor de utilización del local, el cual corresponde para este caso a:

$$\mu = 0,78$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$f_m = 0,8$$

De acuerdo a la ecuación N° 3.3 el flujo será:

$$\emptyset \text{ total} = \frac{300 * 3,9 * 5,08}{0,78 * 0,8} = 9.525 \text{ lm}$$

Con este valor de flujo luminoso, es posible determinar el número de lámparas necesarias. Las lámparas seleccionadas para los cálculos, corresponden a pantallas LEDPHILIPS RC461B G2 W60L60 1xLED40S/840 de 35 Watt, con un flujo luminoso de 4000 lúmenes.

Por lo tanto de acuerdo a la ecuación N° 3.4, el número de lámparas será:

$$N_L = \frac{9.525}{4.000} = 2,38 \approx 3$$

La potencia necesaria para alimentar los 3 equipos está determinada por la ecuación N° 3.5

$$P = P_{\text{lámpara}} * N_L$$

Ecuación (3.5)

Donde;

P= Potencia de las lámparas (W)

P_{lámpara} =Potencia de la lámpara (W)

N_L=números de lámparas

Por lo tanto;

$$P = 35 * 3 = 105 [\text{W}]$$



Figura N° 3.7.Luminarias Led

Disposición de las luminarias.

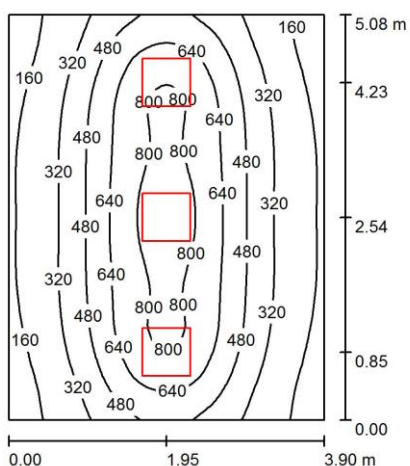


Figura N° 3.8. Flujo luminoso y distribución de luminarias Led.

Área 2: Ver figura N°3.5: sala de ventas del local.

De la ecuación N° 3.1 tenemos;

$$A= 7,1 \text{ m} \quad B=6,45 \text{ m} \quad H=2,8 \text{ m}$$

$$K = \frac{7,1 * 6,45}{2,8(7,1 + 6,45)} = 1,02$$

De acuerdo a este resultado, se busca el valor de K más próximo al obtenido en la tabla N°3.6 y de acuerdo a los factores de reflexión del de local (ρ), se realiza la intersección entre ambas para encontrar el factor de utilización del local, el cual corresponde para este caso a:

$$\mu= 0,93$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$f_m = 0,8$$

De acuerdo a la ecuación N° 3.3 el flujo será:

$$\phi_{total} = \frac{300 * 7,1 * 6,45}{0,93 * 0,8} = 18.465,725 \text{ lm}$$

Con este valor de flujo luminoso, es posible determinar el número de lámparas necesarias. Las lámparas seleccionadas para los cálculos, corresponden a pantallas LEDPHILIPS RC461B G2 W60L60 1xLED40S/840 de 35 Watt, con un flujo luminoso de 4000 lúmenes.

Por lo tanto de acuerdo a la ecuación N° 3.4, el número de lámparas será:

$$N_L = \frac{18.465,725}{4000} = 4,616 \approx 5$$

Para tener una mayor luminosidad se proponen 6 equipos Led.

La potencia necesaria para alimentar los 3 equipos está determinada por la ecuación N° 3.5.

Por lo tanto;

$$P=35*6=210 \text{ [W]}$$



Figura N° 3.9.Luminarias Led

Disposición de las luminarias.

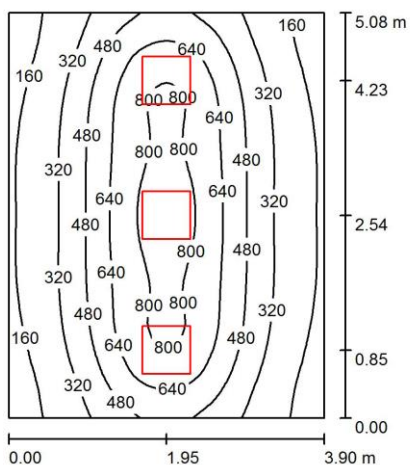


Figura N° 3.10. Flujo luminoso y distribución de luminarias Led.

Área 3: Ver figura N°3.5: sala de ventas del local.

De la ecuación N° 3.1 tenemos;

$$A= 2,56 \text{ m} \quad B=3,89 \text{ m} \quad H=2,8 \text{ m}$$

$$K = \frac{2,56 * 3,89}{2,8(2,56 + 3,89)} = 0,55$$

De acuerdo a este resultado, se busca el valor de K más próximo al obtenido en la tabla N°3.6 y de acuerdo a los factores de reflexión del de local (ρ), se realiza la intersección entre ambas para encontrar el factor de utilización del local, el cual corresponde para este caso a:

$$\mu= 0,73$$

$$E=300 \text{ lux}$$

$$f_m = 0,8$$

De acuerdo a la ecuación N° 3.3 el flujo será:

$$\phi_{total} = \frac{300 * 2,56 * 3,89}{0,73 * 0,8} = 5.115,6 \text{ lm}$$

Con este valor de flujo luminoso, es posible determinar el número de lámparas necesarias. Las lámparas seleccionadas para los cálculos, corresponden a pantallas LEDPHILIPS RC461B G2 W60L60 1xLED40S/840 de 35 Watt, con un flujo luminoso de 4000 lúmenes.

Por lo tanto de acuerdo a la ecuación N° 3.4, el número de lámparas será:

$$N_L = \frac{5.116,5}{4.000} = 1,279 \approx 2$$

Para tener una mayor luminosidad se proponen 2 equipos Led.

La potencia necesaria para alimentar los 3 equipos está determinada por la ecuación N° 3.5

Por lo tanto;

$$P = 35 * 2 = 70 \text{ [W]}$$



Figura N° 3.11.Luminarias Led

Disposición de las luminarias.

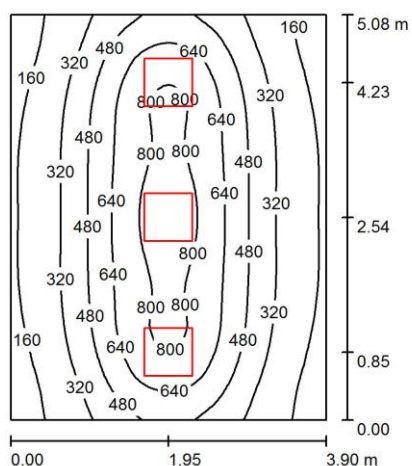


Figura N° 3.12. Flujo luminoso y distribución de luminarias Led.

Área 4: Ver figura N° 3.5: Sala de ventas del local

El área N°4 como se puede ver en la figura no tendrá ninguna luminaria, pero si recibirá iluminación de las otras luminarias cercanas.

Tabla 3.9. Resumen de la superficie estudiada.

	N° de equipos	Potencia [W]
Area1	3	105
Área 2	6	210
Área 3	2	70
Área 4	0	0
Total	11	385

En total se necesitarán 11 equipos LED PHILIPS RC461B G2 W60L60 1xLED40S/840 de 35 WATT cada uno, haciendo una potencia total de 385 W

- **Cálculo de la instalación fotovoltaica cálculo**

La sumatoria total de la potencia instantánea máxima que se utilizará cuando estén conectados todos los equipos será de 385 W, a esta potencia debemos aplicarle un factor de diversidad del 70%. Por lo tanto el consumo estimado mínimo será de:

$$\text{Consumo estimado} = 385 * 0,7 = 269,5 \text{ (Wh)}$$

Esta cantidad de potencia calculada es llamada: E_T

Consumo energético total teórico de iluminación (E_T [(Wh])).

Necesariamente se debe calcular el consumo real que “E”, que se define en la ecuación N° 3.6.

$$E = \frac{E_T}{R} \text{ (Wh)} \quad \text{Ecuación (3.6)}$$

Donde;

E: Consumo real (Wh)

E_T : Consumo estimado (Wh)

R: Factor de rendimiento global de la instalación.

El factor de rendimiento global está dado por la ecuación N° 3.7.

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * N}{P_d}\right) \text{ Ecuación (3.7)}$$

Definición de los factores asociados a R:

- **K_b**: Coeficiente de pérdidas por rendimiento del banco de baterías.
0,05 en sistemas que no demanden descargas profundas.
0,1 en sistemas con descargas profundas.
- **K_c**: Coeficiente de pérdidas en el inversor.
0,05 para inversores sinusoidales puros, trabajando en régimen nominal.
0,1 para inversores trabajando fuera del régimen nominal.
- **K_v**: Coeficiente de pérdidas varias (pérdidas en conductores, efecto joule,) se consideran valores de referencia entre 0,05 y 0,15
- **K_a**: Coeficiente de auto-descarga diario.
0,002 para baterías de baja auto-descarga Ni-Cd
0,005 para baterías estacionarias de Pb-ácido
0,012 para baterías de alta auto-descarga (arranque de vehículos)
- **N**: número de días de autonomía de la instalación.
Días en que la instalación trabajará bajo condiciones de irradiación mínimas (días nublados continuos), se consumirá más energía de la que se genera.
- **P_d**: Profundidad de descarga diaria de la batería, no deberá exceder el 80% de su capacidad nominal, a fin de evitar afectar la vida útil del banco de baterías.

En nuestro caso utilizaremos los siguientes valores:

K_b: 0,1 ; **K_c**: 0,05; **K_v**: 0,05; **K_a**: 0,005; **N**: 4; **P_d**: 0,7

Por lo tanto el factor de rendimiento global está determinado por la ecuación N° 3.7

$$R = (1 - 0,1 - 0,05 - 0,05) * \left(1 - \frac{0,005 * 4}{0,7}\right) = 0,777$$

De acuerdo a la ecuación N° 3.6 el consumo real es:

$$E = \frac{269,5}{0,777} = 346,847 \text{ (Wh)}$$

- **Cálculo del número de paneles solares fotovoltaico.**

Para conocer la cantidad de paneles fotovoltaicos se debe conocer la potencia mínima que producen los niveles promedios de irradiación solar mensual para la ciudad de Concepción.

Coordenadas de la zona de Concepción.

Latitud sur: 36°46'22"

Latitud oeste: 73°03'22"

Elevación: 6 metros.

Irradiación: Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. En este caso corresponde a radiación proveniente del Sol, la cual se puede percibir en forma de calor o luz (visible o no visible, lo cual dependerá de cada longitud de onda en particular). Su unidad de medida en el sistema internacional es W/m².

Nota: para un mejor aprovechamiento de la irradiación solar los paneles deben estar en dirección hacia el norte con una inclinación de 37°.

- **Determinación del ángulo de inclinación y orientación de los paneles solares**

Para el caso de estudio se debe orientar los paneles solares 180° al norte, debido a que es la manera más óptima de aprovechar la radiación solar, además los paneles solares se encontrarán fijos en una plataforma como muestra la imagen y no podrán seguir la trayectoria del Sol, producto de esto se ha escogido un ángulo de 37° acimut para inclinar los paneles solares.

Esta es la mejor opción de inclinación en comparación a los otros ángulos que aparecen en la tabla N° 3.10.

Tabla N° 3.10: Irradiación solar mensual para la ciudad de Concepción (kWh/m²), para diferentes planos inclinados.

AZIMUT	INCLI	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
180 °	27°	6,668	5,6824	5,317	3,987	2,709
AL	37°	6,36	5,4703	5,285	4,098	2,841
NORTE	47°	5,7	5,14	5,1398	4,1148	2,9111
	57°	5,039	4,71	4,879	4,0398	2,9148
	90°	3,037	2,925	3,5	3,27	2,521
JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1,84	2,41	3,1489	4,378	5,528	6,037	6,353
1,923	2,552	3,613	4,398	5,375	5,7027	5,917
1,979	2,629	3,657	4,3213	5,107	5,256	5,362
1,9935	2,646	3,615	4,1527	4,737	4,7027	4,705
1,761	2,326	3,011	3,1268	3,094	2,855	2,9083

Conocido el nivel de irradiación diaria, también se debe estimar la cantidad de horas de Sol diarias, estas horas de Sol diarias son conocidas como Horas Solares Pico (HSP), las que corresponden a las horas solares equivalentes por día en base a un estándar de radiación de 1 KW/m². Estas horas se muestran en la Tabla N°3.11.

Tabla N°3.11: Número de horas mensuales promedio de horas de sol al día.

Irradiación diaria para Concepción (KWh/m ² día)											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
6,36	5,47	5,29	4,1	2,84	1,92	2,55	3,11	4,4	5,38	5,7	5,92

Conocido el nivel de irradiación diaria, también se debe estimar la cantidad de horas de Sol diarias, estas horas de Sol diarias son conocidas como Horas Solares Pico (HSP), las que corresponden a las horas solares equivalentes por día en base a un estándar de radiación de 1 KW/m². Las horas se muestran en la Tabla N°3.12.

Tabla N°3.12: Número de horas mensuales promedio de horas de sol al día.

HSP mensuales (h)											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
5,9	5,3	3,9	3,2	2,1	1,1	1,3	1,9	2,8	4,5	5,2	5,6

El número de paneles se determina con la ecuación N° 3.8

$$NP = \frac{E}{0.9 * Wp * HSP} \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

Donde;

N: Números de paneles.

E: Consumo real (W).

Wp: potencia pico del panel (W).

HSP: hora solar pico, en este caso se elige la más desfavorable.

Para el caso de estudio se usará paneles solares fotovoltaicos de 200 W, además se considera la peor condición de hora solar pico que corresponde al mes de Junio donde HSP= 1.1. También para la condición más favorable que es el mes de Enero y se utilizará un panel fotovoltaico de 200W_p, y un HSP= 5,9.

De la ecuación N° 3.8:

$$HSP = 1,1$$

$$NP = \frac{346.847}{0,9 * 200 * 1,1} = 1,75 \approx 2$$

$$HSP = 5,9$$

$$NP = \frac{346.847}{0,9 * 200 * 5,9} = 0,32 \approx 1$$

Como se puede apreciar utilizando el criterio del mes más desfavorable en HSP que es JUNIO, es necesario utilizar dos paneles solares para cubrir la demanda energética que exigen las carga lumínicas.

Para el mes más favorable que es ENERO es necesario utilizar solo un panel de 200 W, el cual podrá cubrir la necesidad de potencia demanda por las cargas.

A continuación se muestra a través de la ecuación de comprobación de cobertura entregada por la instalación.

EL Factor de Cobertura está determinado por la ecuación N° 3.9.

$$Fi = \frac{\text{Energía Disponible}}{\text{Energía Consumida}} = \frac{NP * 0,9 * Wp * HSPi}{E} \quad \text{Ecuación (3.9)}$$

Donde;

Fi: Factor de cobertura.

Panel Solar de 200 Watt.

Enero

De la ecuación N°3.9:

$$Fi = \frac{2 * 0,9 * 200 * 5,9}{346,847} = 6,1237$$

Como se determina en la ecuación de comprobación de cobertura, durante el mes de Enero los paneles cubrirán la necesidad energética un 612,37% de lo requerido. El exceso de energía producido podrá venderse a la compañía distribuidora de energía.

Junio.

De la ecuación N°3.9 tenemos:

$$Fi = \frac{2 * 0,9 * 200 * 1,41}{346,847} = 1,184$$

Como se determina en la ecuación de comprobación de cobertura, durante el mes de Junio los paneles solares cubrirán satisfactoriamente la necesidad de energía que necesitan las cargas.

Tabla N° 3.13.Factor de cobertura solar NP=2, W_p=200.

Factor de cobertura para NP=2, W _p =200 WATT											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
6,12	5,5	4,047	3,32	2,179	1,141	1,34	1,972	2,906	4,67	5,39	5,8

En la **Tabla N° 3.13**, se puede apreciar que la potencia de los paneles cubre los requerimientos de energía que se necesitan durante todos los meses del año, incluso el mes de Junio, que es el mes con menores niveles de irradiación solar y HSP, quedando un exceso de un 14,1 %. Esto demuestra que la instalación puede ser independiente al 100%. El promedio situado en la Tabla N°3.13 es 3,698 (369,8 %). Esto indica que la instalación 2,69 más energía de la requerida, donde el exceso puede ser vendido a la empresa distribuidora de energía de la zona.



Figura N°3.11: Panel solar Mono cristalino.

Tabla N°3.14: Características técnicas del panel solar Mono cristalino.

Potencia máxima	200 W
Voltaje máximo (Vm)	37,5 V
Corriente máxima (Im)	5,33 (A)
Voltaje circuito abierto (Voc)	46,5 (V)
Corriente de cortocircuito (Isc)	5,62 (A)
Cables	90 cms con conectores MC4 instalados
Dimensiones	1580 x 808 x 35 mm
Peso	14,5 kg

Disposición física del panel solar.

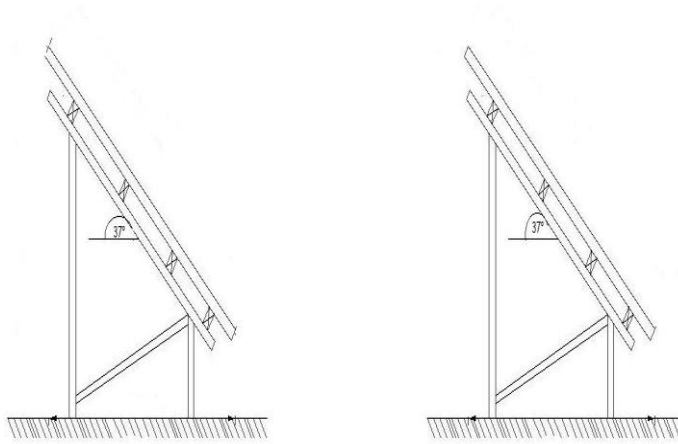


Figura N°3.12: Disposición física de los paneles solares.

- **Cálculo del banco de baterías.**

Para calcular la capacidad del banco de baterías (C_{Bat}) se realiza mediante la ecuación 3.10

$$C_{Bat} = \frac{E * N}{V * Pd} \quad \text{Ecuación (3.10)}$$

C_{Bat} : Capacidad del banco de baterías (Ah)

V: voltaje de la batería (V)

Por lo tanto de la ecuación N°3.10.

$$C_{Bat} = \frac{346,847 * 4}{24 * 0,7} = 165,165 \text{ (Ah)}$$

De acuerdo a la ecuación N° 3.13, se debe utilizar una batería de un mínimo de 165,165 (Ah) o un banco de baterías que cubra esta necesidad de Amper hora.

Se utiliza un banco de baterías de ciclo profundo compuesto por 3 equipos dobles de baterías de 60 Ah, que suman un total de 180 Ah, conectadas en paralelo.



Figura N°3.13: Batería de ciclo profundo.

El banco de baterías que se utiliza está compuesto por unas baterías marca Sonnenschein, esta es una batería que tiene su electrolito en forma de gel, el cual no necesita mantenimiento y es totalmente libre e escapes de vapores.

Características técnicas de la batería.

Voltaje: 24V

Amperios / Hora: Entre 50Ah – 100Ah

Capacidad medida de la Batería C100

Amperaje de la Batería 60Ah

Medidas de la Batería 261 x 136 x 208 mm,

Peso de la Batería 38 Kg las dos baterías.

- **Cálculo del regulador.**

Para estimar el regulador de carga (ecuación N°3.11) es necesario utilizar los datos indicados por el fabricante del panel solar a utilizar, específicamente la corriente de cortocircuito (Isc), luego este valor será multiplicado por la cantidad de paneles necesarios para la instalación.

Cálculo del regulador de carga.

$$I_{MAX} = I_{sc} * NP \qquad \text{Ecuación (3.11)}$$

Donde;

I_{max}: Corriente máxima (A)

NP: número de paneles

I_{sc}: Corriente de cortocircuito (A)

Para el regulador de 200 W, tenemos un I_{sc}= 5,33 (A).

Por lo tanto de la ecuación N°3.11.

$$I_{MAX} = 5,33 * 2 = 10,66 \text{ (A)}.$$

Para estos paneles se usa un regulador de carga marca Phocos como se muestra en la siguiente imagen:



Figura N°3.14: Regulador de carga.

Características técnicas del regulador de carga

Tensión del Regulador de Carga 12/24 V

Consumo del Regulador de Carga 10mA

- **Cálculo del inversor.**

Para determinar el inversor se toma en cuenta la demanda máxima de potencia instantánea, que es 385[W], esto es, cuando todos los equipos funcionan al mismo tiempo durante una hora. Como se aplica el factor de diversidad, se alcanza un consumo estimado de energía de 269,5 [Wh], a esto se suma el consumo por parte de los equipos propio de la instalación alcanza un consumo energético de de 346,847 [Wh]. **Se estima que la potencia el inversor será de 400 [W].**



Figura N°3.15: Inversor de corriente de 24 V

Características técnicas

Rango de Tensión de Entrada del Inversor 24V

Tensión de Salida del Inversor 230V

Potencia continuidad de Salida del Inversor a 25°C 300W

Potencia continuada de Salida del Inversor a 40°C n.d

Pico de Potencia del Inversor 600W

Eficacia Máxima del Inversor Entre 91% y 93%

Consumo en vacío del Inversor Entre 2,8W y 4W

Protección del Inversor Protecciones contra cortocircuito, sobrecarga, alta temperatura y bajo voltaje de la batería.

Conmutador.

El conmutador es un equipo que realiza el cambio de la alimentación entre el sistema fotovoltaico y la red de suministro de energía, puede ser manual o automático.

El conmutador actuara cuando las baterías estén con un 30% de la capacidad máxima de carga en la batería.

Esquema de una instalación fotovoltaica.

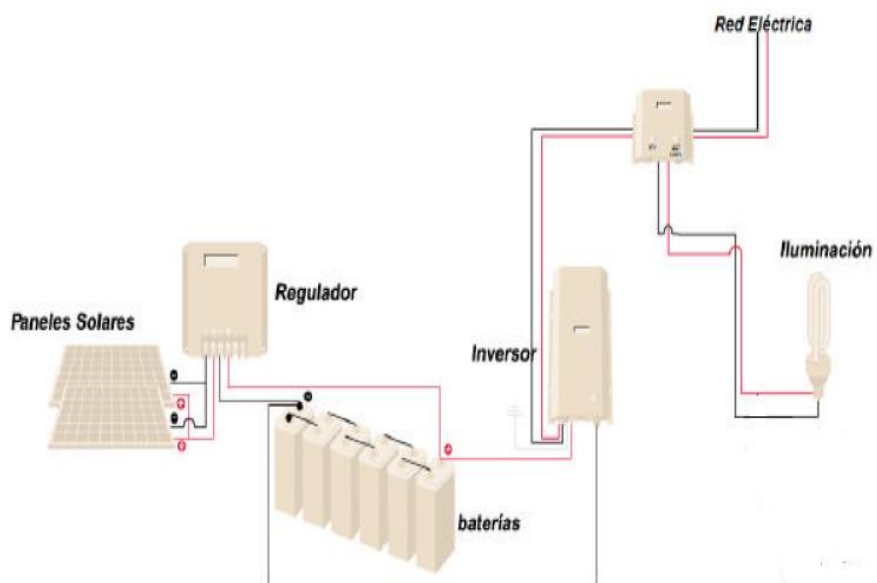


Figura N° 3.16. Instalación fotovoltaica.

Tabla N° 3.15. Determinación de los equipos y costo asociado.

Equipo	Descripción	Capacidad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Panel solar	Panel solar fotovoltaico mono cristalino.	200	W	2	181.125	362.250
Baterías de Gel	Baterías de ciclo profundo marca Sonnenenschein	60	Ah	3	136.070	408.210
Regulador de carga	El regulador de sobrecarga deberá soportar una intensidad de corriente máxima de 17.06	20	A	1	57.000	57.000
Inversor	El inversor de voltaje debe soportar 400 W	400	W	1	45.870	45.870
Conmutador	Sistema conmutador de circuito, red eléctrica a sistema fotovoltaico, 400 W, 220 V _{ac}	400	W	1	20.000	20.000
Luminarias LED	RC461B G2 W60L60 1xLED40S/840	35	W	11	110.000	1.210.000
Total				19		2.103.330

d) Evaluación de la rentabilidad y período de recuperación de la inversión.

Para estimar la rentabilidad de la inversión, primero es necesario conocer los ingresos y egresos que se tendrán dentro del periodo de vida útil de la instalación, la cual se ha determinado en 8 años.

La duración de los paneles fotovoltaicos se estima de 25 años, al igual que para las luminarias LED. La vida útil del regulador, inversor, baterías, conmutador, se estima de 8 años según datos entregados por el fabricante. En este análisis no se consideran los costos por concepto de mantención y operación del sistema.

Para el caso del sistema de iluminación, se estima que la instalación fotovoltaica es capaz de producir en promedio 2,69 veces la energía consumida. Anteriormente se tenían tubos fluorescentes lineales que consumían 918 Wh y estaban encendidas un promedio de 12 horas diarias consumiendo mensualmente 330,480kWh/mes con un costo mensual de \$33.048 con la implementación de los paneles solares fotovoltaicos ya no se requerirá gastar dinero en iluminación donde se ahorra anualmente \$396.576 Para este cálculo se considera el precio del kilowatt a \$100.

Comprobación de la conveniencia del proyecto mediante el método del VAN (valor anual neto).

El VAN (ecuación N°3.12) es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

$$VAN = -I + \frac{R(1 - (1+i)^{-n})}{[i]} \quad \text{Ecuación N° (3.12)}$$

R: Representa el flujo de caja constante.

i: Representa el coste de oportunidad o rentabilidad mínima que se está exigiendo al proyecto.

n: Es el número de periodos.

I: Es la Inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Datos a considerar para calcular el VAN.

- Costo inicial del proyecto: \$ 2.103.330
- Ahorro anual por luminarias recomendadas: \$396.057,6.
- Tiempo que durara el proyecto: 8 años.
- Interés: 5 %.
- Valor de salvamento de los equipos actuales: \$170.000.

Desarrollo del cálculo.

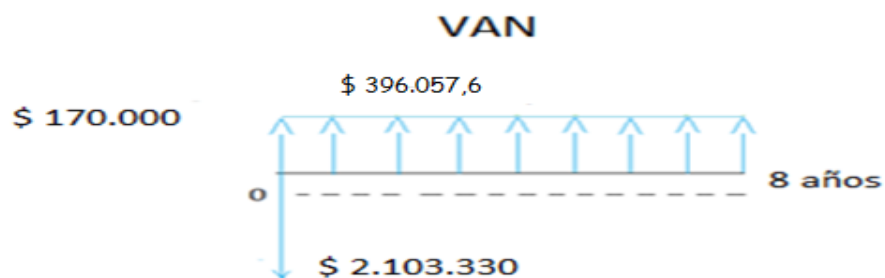


Figura N° 3.17. Cálculo del VAN.

Por lo tanto de la ecuación N°3.12:

$$VAN = 170.000 - 2.103.330 + \frac{396.057,6[1 - (1 + 0,05)^{-8}]}{0,05} = 626.474,5338$$

Como se puede apreciar el valor del VAN es positivo, igual a 626.474,5338 lo que permite afirmar que el proyecto es totalmente rentable económicamente al final del período establecido.

Cálculo del período de recuperación de la inversión.

Para conocer el año exacto donde se recuperará la inversión, se aplica la fórmula del VAN e invertirla donde el VAN=0 y *n* es la incógnita a encontrar.

$$VAN = 170.000 - 2.103.330 + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^1} + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^2} + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^3} + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^4} + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^5} + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^6} + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^7} + \frac{396.057,6}{(1 + 0,05)^8}$$

$$VAN = 170.000 - 2.103.330 + 377.197,7143 + 359.235,9184 + 342.129,4461 + 325.837,5677 + 310.321,493 + 295.544,2791 + 281.470,742 + 268.067,3733$$

Tabla N° 3.16. Flujos de activos y Ganancias.

AÑO	Flujo de activos	Ganancias
1	170.000 - 2.103.330+377.197,7143	-1.556.132,286
2	-1.556.132,286+359.235,9184	-1.196.896,368
3	-1.196.896,368+342.129,4461	-854.766,9215
4	-854.766,9215+325.837,5677	-528.929,3538
5	-528.929,3538+310.321,493	-218.607,8608
6	-218.607,8608+295.544,2791	76.936,4183
7	76.936,4183+281.470,742	358.407,1603
8	358.407,1603+268.067,3733	626.474,5336

Como se aprecia en la tabla N° 3.16 en el año seis, el VAN es mayor a cero, lo que permite afirmar que en el sexto período se recuperará la inversión.

3.2 Empresa Energysur.

EnergySur S.A, es un empresa ubicada en el parque industrial Michaihue calle Local N°55 en la comuna de San Pedro de la Paz, región del Biobío. Chile, la cual se dedica a la mantención reparación y montaje de transformadores de potencia y de distribución, además realizan mantenimiento a los equipos de las subestaciones en que son contratados. La empresa cuanta con 32 trabajadores en total, la cual se considera como una pequeña empresa en cuanto al número de personas que desarrollan sus funciones en ella. Energysur lleva años dando trabajo en la región y brindando un buen servicio a sus clientes, como una manera de seguir creciendo e innovando la empresa desean aplicar la eficiencia energética en sus instalaciones y obtener mayores beneficios.

a) Descripción del problema.

La empresa desea ahorrar económicamente en el consumo eléctrico, en el sistema de calentamiento de agua de dos termo tanques eléctricos de 200 litros y otro de 250 litros que son usados para proveer de agua caliente a 4 duchas del sector de camarines además a una ducha que se encuentra en el segundo piso y al lavaplatos del casino donde los trabajadores se bañan después de su jornada laboral.

b) Características generales.

Descripción del Termo Tanque.

El termo tanque es un cilindro de acero inoxidable de 200 – 150 litros que calienta el agua fría que ingresa mediante resistencias eléctricas que elevan la temperatura del agua para su uso. Este equipo se puede conectar en serie con otro termo tanque, además su instalación es relativamente fácil, actualmente el termo tanque está conectado en paralelo, cada tanque alimenta dos duchas.

En la siguiente imagen se presenta un termo tanque marca Trotter.



Figura N° 3.18. Termo tanque.

Tabla N° 3.17: Características del Termo tanque.

Características	De piso
Capacidad (Lts)	200
Potencia nominal (kW.)	3
Voltaje de alimentación (volts)	220/230
T° de recuperación a 65° C	3,57
Rango de Temperatura (°C)	60 a 75
Activa seguro sobre calentamiento (°C)	80
Presión máxima (Bar)	8
Peso (Kg.)	50
Altura (mm)	1320
Ancho (mm)	-
Diámetro de fondo (mm)	560
Consumo eléctrico (kW.) una vez que ya alcanza la T° de 60°c.	2 cada 24 horas.

Características.

- Parte exterior: Carcasa de lámina de acero, cubierta con pintura electroestática.
- Estanque interior: Extra sólido, en chapa de acero y sometido a un proceso de esmaltado vitrificado cocido a los 850°C que entrega una capa protectora anticorrosiva, óptima protección del estanque durante más tiempo.
- Aislación: Poliuretano expandido de alta densidad lo que garantiza excelente calor y bajo consumo energético.
- Termostato: Sistema de control que mantiene la temperatura del agua entre 60°C y los 75°C.
- Sistema de Seguridad: El termostato cumple además con la función de ser dispositivo de control de sobre calentamiento para ofrecer una mayor seguridad.
- Termómetro: Indicador visual de la temperatura del agua al interior del estanque.
- Luz piloto: Indica si el termo está en funcionamiento.
- Ánodo de Magnesio: Evita la corrosión interna del estanque, alargando su vida útil.
- Sistema de seguridad sobre presión: Este sistema actúa para controlar y neutralizar los problemas de sobre presión que pudieran producirse eventualmente en el estanque del termo, a través de una válvula de seguridad.

Esquema de la instalación actual.

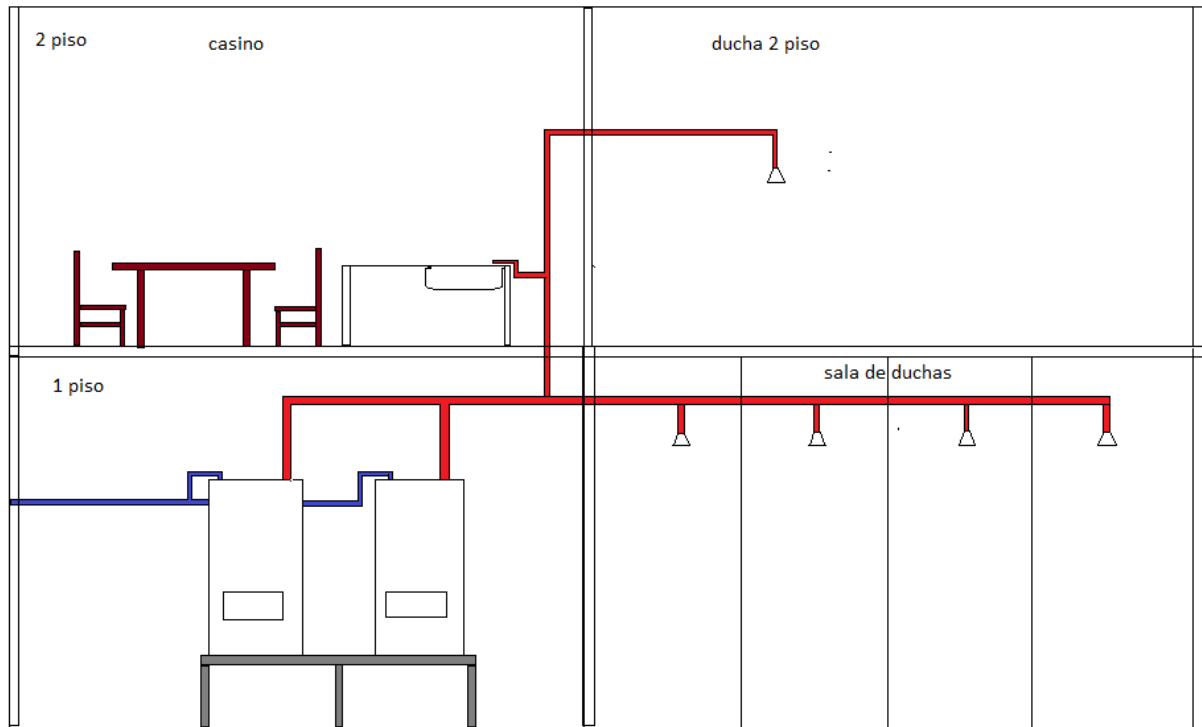


Figura N°3.19. Esquema de instalación actual de los termos tanques.

Régimen de funcionamiento.

El termo tanque alimenta principalmente 4 duchas que están en los camarines de la empresa, además alimenta el lavaplatos del casino y una ducha en desuso que se encuentra en el segundo piso de la instalación.

De acuerdo a la información entregada por EnegySur el uso que se le da al termo tanque es el siguiente:

Personas que ocupan las duchas a diario: 15 personas

Días a la semana que se utilizan las duchas: 5 días lunes a viernes

Cantidad de veces que se utiliza la ducha a diario: 1 vez al día (sólo en las tardes después del trabajo).

Minutos diarios en que se ocupa agua caliente en el casino: 15 minutos aproximadamente.

Considerando que una ducha dura aproximadamente 5 minutos con un gasto de 30 litros de agua por persona y al ser 15 los que se duchan, el consumo durante este período es 450 litros de agua.

Cabe recordar que el termo tanque entrega el agua a 60°C después de haber estado varias horas sin ser ocupada, pero el promedio del agua para ducharse es menor a 60° C, debido a que esta temperatura es muy elevada para el cuerpo humano el agua caliente del termo tanque debe ser mezclada con agua fría que está entre 14 y 16 °C.

Considerando estos datos, la temperatura del agua para una ducha caliente debe ser de entre 36 a 38°C, que es la temperatura corporal del ser humano y como el agua que entrega el termo tanque es de 60°C se tiene que bajar la temperatura mezclándola con agua helada a 15°C.

Esta mezcla se hace añadiendo una razón de 1 es a 1 de agua helada y agua caliente respectivamente para lograr una temperatura de 38 grados aproximadamente. Esta proporción es estimada y de manera manual.

En la siguiente ecuación Capacidad específica del agua (3.14), se explica la proporción adecuada de agua.

-Se define la cantidad de litros de agua caliente como la incógnita X_m .

-15 litros de agua a 15° C (15000 gramos de agua), ganará temperatura.

- X_m litros de agua a 60 ° C, perderá temperatura.

Recordar:

Capacidad calorífica específica del agua: 1 cal/gr° C

$$Q_1 = m \cdot C_e \cdot \Delta t \qquad \text{Ecuación (3.14)}$$

Donde,

Q_1 : Capacidad calórica (cal)

C_e : Capacidad calorífica específica del agua (cal/gr° C).

m: masa del agua (gr)

Δt : diferencia de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Por lo tanto de la ecuación N°3.14 obtenemos que:

$$Q_1 = 15.000 * 1 * (38 - 15) = 345.000 \text{ (cal)}$$

$$Q_2 = X_m * 1 * (60 - 38) = 22X_m$$

Igualando $Q_1 = Q_2$

$$22X_m = 345.000$$

$$X_m = 345000 / 22 = 15.681,8$$

Esto es igual a 15.681 gr de agua caliente.

Por lo tanto, para equilibrar la temperatura del agua a 38°C se necesita una proporción de 1 es a 1 de agua helada a 15°C y agua caliente a 60°C respectivamente.

Considerando todos estos datos, se estima que del total de agua consumida que es de 450 litros, la mitad de agua es helada y la otra mitad de agua es caliente aproximadamente.

Teniendo presente esta proporción, la cantidad de agua caliente que se requiere es:

225 litros de agua.

Gasto económico y energético del termo tanque.

Según el simulador de consumo de energía eléctrica de Chilectra el precio del Kilowatt hora es de \$ 100 pesos.

Gasto de energía en el termo tanque en reposo.

De acuerdo a las características técnicas del termo tanque, puede consumir 2 kW cada 24 horas, manteniendo el agua a una temperatura de 60 °C.

Teniendo en cuenta estos datos se calcula el kWh que consume el termo tanque en reposo, y el consumo del termo tanque es de $2\text{kW}/24\text{ horas} = 0,08333\text{ kWh}$.

Gasto de energía el termo tanque funcionando a toda potencia.

Cuando el agua al interior del termo tanque comienza a utilizar se produce un bajo nivel de agua lo que hace que se comience llenar nuevamente con agua fría a 15 °C aproximadamente, durante este momento el termostato detecta un bajo nivel de temperatura lo que produce que el termo tanque comience a funcionar a máxima potencia para lograr la temperatura adecuada.

El termo tanque funciona a máxima potencia una vez que se ha vaciado totalmente el agua caliente en su interior, después de esto el termo tanque demora 6 horas en calentar el agua hasta los 60° Celsius consumiendo 3 kWh.

El gasto energético mensual durante este periodo será:

Para calcular el gasto energético mensual, primero se calcula el gasto energético diario. De las 24 horas que tiene el día, 18 horas son en estado de reposos y 6 horas a máxima potencia, por lo tanto el gasto diario en reposo es 0,08333kWh por 18 horas lo que es igual a 1,5 kWh en el día, y el gasto diario a máxima potencia es 3kW por 6horas dando como resultado 18 kWh en el día.

De acuerdo a los gastos energéticos en reposo y a máxima potencia, se obtiene un total de 1,5 kWh más 18 kWh dando un total de 19,5 kWh diarios, si se desea conocer el gasto energético mensual se multiplica por los días que es utilizado el termo tanque es decir 19,5 kWh por 20 días de uso, consumiendo 390 kWh en el mes, como la empresa cuenta con dos termos tanques el gasto energético total es 780 kWh mensual con un gasto económico de \$78.000.

Los fines de semana no son considerados los cálculos energéticos de los termos tanques, debido a que son desenergizados en esos días.

c) Alternativas para mejorar la eficiencia energética.

La empresa Energysur desea ver la posibilidad de generar un ahorro energético en su sistema de calentamiento de agua de los dos termo tanques, se proponen dos opciones, instalar un sistema de colector solar o un sistema de paneles fotovoltaicos.

Colector solar.

Como una manera de mejorar la eficiencia energética se ha escogido colector solar ya que 1 kW producido por un panel solar necesita un área de 10 metros cuadrado y la inversión sería demasiada, no conveniente para la empresa.

Colectores de tubos de vacío.

Se propone instalar un colector solar tubos al vacío, junto con todo el sistema de equipos y materiales necesarios para su funcionamiento.

Esquema de la instalación.

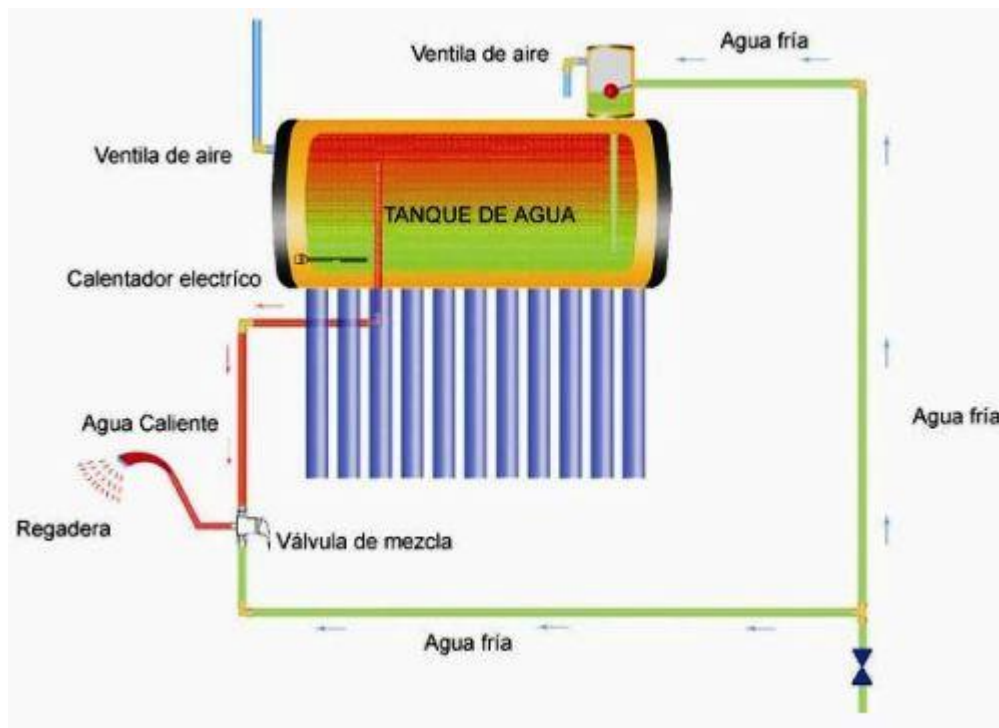


Figura N° 3.20. Instalación del colector tubos de vacío.

Materiales y equipos necesarios y su funcionamiento.

- **Colector solar atmosférico de tubos de vacío 200 litros.**

El colector solar de 200 litros fabricados de vidrio de alta resistencia a la temperatura, el tubo exterior está hecho de boro silicato transparente el que posee una gran resistencia a impactos, capaz de resistir granizo de 2,5 cm de diámetros.

- Diámetro tubo exterior 58mm.
- Diámetro tubo interior 47 mm.
- Espesor del cristal 2mm.
- Absorción 92 % aproximadamente.

- Emisión 8% aproximadamente.
- Vacío $5 \cdot 10^{-3}$ Pa.
- Temperatura de estancamiento.
- Pérdidas de calor 0,7 W por m^2
- Garantía 10 años.
- Vida estimada 20 a 23 años.
- Caudal 8 a 12 litros por minuto.
- Capacidad de preservar la temperatura por 72 horas (3 días).
- En verano presenta una temperatura promedio de 85 ° grados Celsius.
- En invierno presenta una temperatura promedio de 45° grados Celsius (El aprovechamiento de la luz difusa permite lograr temperaturas por encima de 40°C en días totalmente nublados).
- El tanque exterior está construido con Aluminio Zinc de 0,4 mm.
- El tanque interior está construido con Acero Inoxidable.
- Soportes de Aluminio de 1,5 mm y Zinc de 1,2 mm.

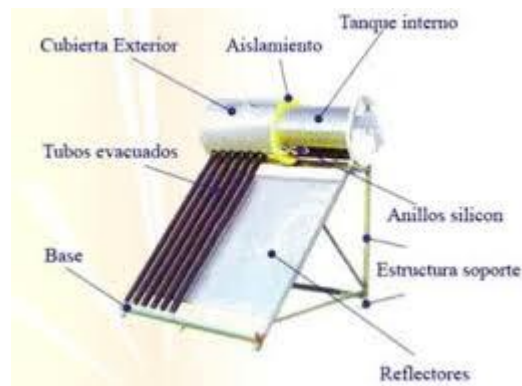


Figura N° 3.21. Colector solar tubos al vacío 200 litros.

Prestaciones que ofrece el colector solar de tubos al vacío.

- Los colectores de tubo de vacío permiten incrementar el rendimiento incluso en un 50%.
- Es capaz de asegurar rendimiento en días de invierno, nubosos e incluso con lluvia, puesto que absorben radiación difusa.
- Baja inercia térmica, se calientan rápidamente.
- Salto térmico elevado, la ejecución de la instalación debe estar bien diseñada y ejecutada.
- Debido a su construcción basada en tubos cilíndricos, captan la radiación solar desde la salida del sol hasta su ocaso, incluyendo la radiación difusa.
- Cada tubo es una unidad sellada, requiere poca mantención, y si es necesario se reemplaza a bajo costo.
- La reposición de un tubo dañado es sencilla.
- Resistencia a fríos intensos.
- Por la separación existente entre tubos, el viento circula libremente entre ellos haciendo estos colectores más resistentes a los vendavales, sin anclajes reforzados, particularmente cuando se montan en azoteas planas.
- Son más limpios ya que acumulan menos polvo y suciedad.
- Elevada absorción solar en casos de amplios ángulos con respecto a la azimut. Relativamente insensibles al ángulo de colocación, lo que permite la libertad arquitectónica y estética.

De acuerdo a las características técnicas entregadas por el fabricante y a lo investigado [34], durante los días de nublados y de pocas horas de Sol el termo tanque tendrá agua caliente para suministrar, pero si el nublado es severo y prolongado durante varios días se tendrá agua templada o fría, por esto los fabricantes recomiendan mantener un sistema de apoyo durante los días más fríos en el invierno donde la energía suministrada por el Sol no sea suficiente, como por ejemplo un calefón y para este caso de estudio se recomienda mantener los termo tanques.

Estos termo tanques durante el tiempo que exista buen clima se deben tener desconectados de la red eléctrica para así evitar gastos por consumo de energía, y cuando la temperatura entregada por el Sol no sea suficiente conectar estos equipos.

- **Panel de control diferencial.**

Equipo destinado para mantener un control a distancia de la temperatura del agua del colector estanque del colector solar.



Figura N° 3.22. Panel de control diferencial.

Elementos que componen el controlador

Alimentación: 220 V AC.

- Consumo de energía: < 5 W.
- Exactitud de medición de temperatura: $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Rango de temperatura: 0-99°C.
- Bombas controlables o potencia de la bomba: < 500 W.
- Parámetros de la válvula de solenoide: 12 Vcc.
- Energía de la calefacción controlable: < 2000 W.

- **Poliuretano.**

La principal función del aislante térmico que será instalado alrededor de las cañerías de cobre para disminuir las pérdidas térmicas.



Figura N° 3.23. Poliuretano.

- **Válvula mezcladora termostática.**

La principal función de esta válvula se utiliza para regular la temperatura del agua en la salida, debido a que el agua sale a una temperatura inapropiada para una ducha, tiene forma de “T” por donde ingresa agua procedente del termo tanque, por la otra entrada ingresa agua fría y por la siguiente sale el agua mezclada para el uso. Además posee un regulador para ajustar la temperatura de salida del agua.



Figura N° 3.24. Válvula mezcladora termostática.

- **Purgador.**

Es un dispositivo que cumple la función de liberar de manera automática el aire en el circuito para un funcionamiento del sistema térmico.

Este dispositivo debe instalarse en la parte más alta del sistema térmico para su correcta utilización.



Figura N° 3.25. Purgador

- **Cañerías de cobre de ½ pulgada.**

Se eligió este material debido a sus buenas características térmicas, conservan mejor la temperatura además absorber con facilidad la temperatura al compararla con una cañería de PVC.



Figura N° 3.26. Cañerías de cobre.

Plan de mantenimiento.

Debido a lo sencillo del sistema el mantenimiento no es complicado ni tampoco costoso, este tipo de acciones permitirá aumentar la vida útil y el rendimiento del sistema. Para una mantención más adecuada del sistema a continuación se detallara el tipo de mantenimiento de cada componente junto con el periodo de tiempo recomendado.

Tabla N° 3.18. Tipo de mantenimiento de cada componente junto con el periodo de tiempo recomendado.

Equipo	Periodo de mantenimiento	Acción a implementar
Estanque de agua	6 meses	Inspección visual, verificando el buen estado del equipo en general donde no existan fisuras o fugas de agua. Drenar el agua en el interior
Tubos al vacío	6 meses	Limpiar con vinagre alrededor de los tubos, quitar polvo y algún residuo que se encuentre encima
Purgador	6 meses	Eliminar el aire que se encuentre acumulado
Cañerías	12 meses	Inspección visual procurando que no existan fugas

Tabla N° 3.19. Costo económico del sistema.

Equipo o componente	Cantidad	Precio \$
Colector solar de tubos al vacío	2	324.000x 2
Válvula mezcladora	2	65.000x2
Panel de control diferencial	2	65.000x2
Poliuretano cónico	12 metros de ½"	1.000 x metro
Purgador automático	2	7.000 x2
Cañerías de cobre ½"	7	6.147x3m
Total		940,147

Gasto mensual de los equipos del controlador.

-El controlador gasta 5 Wh que en un mes será de 3,6 kWh/mes con un precio de 206 pesos.

-Bomba de recirculación potencia de 500 Wh, funciona cada 12 horas durante 30 días.

-Potencia mensual: 60 kWh/mes con un precio de \$ 6.000 pesos.

-Cada colector gastara mensualmente \$ 6.000 pesos, dado que son dos colectores se gastara \$ 12.000.

d) Evaluación de la rentabilidad y periodo de recuperación de la inversión.

Los dos termos tanque de la empresa consumen: 720 kWh/mensual equivalente a un costo de \$ 72.000 pesos mensuales. Para estimar la rentabilidad de la inversión, primero es necesario conocer los ingresos y egresos que se tendrán dentro del periodo de vida útil de la instalación, la cual se ha determinado en 10 años.

En el análisis se consideran los costos por concepto de operación del sistema pero no los costos por mantención.

El termo tanque consume 0,0833 kWh en estado de reposo, 3kWh en estado de máxima potencia, para calentar el agua a 60°C cuando esta se acaba y es llenada nuevamente, los gastos del termo tanque son de 1,5 kWh en reposo durante 18 horas, y 18 kWh a máxima potencia durante 6 horas, consumiendo un total de 19,5 kWh por día, y 390 kWh mensual en un periodo de 20 días de funcionamiento. Como son dos termos tanques que utiliza la empresa, se obtiene un gasto energético de 780 kWh mensual, se considera el precio del kilowatt a \$ 100, el gasto económico total es de \$ 78.000 mensual.

Comprobación de la conveniencia del proyecto mediante el método del VAN (valor anual neto).

Datos a considerar para calcular el VAN.

- Costo inicial del proyecto: \$ 940.147.
- Ahorro mensual debido al termo solar: \$78.000 - \$12.000= \$66.000.
- Ahorro anual será: \$ 792.000.
- Tiempo que durara el proyecto: 10 años.
- Interés: 5 %.

Por lo tanto de la ecuación N°3.12:

$$VAN = -940.147 + \frac{792.000[1 - (1 + 0,05)^{-10}]}{0,05} = 5.175.467,064$$

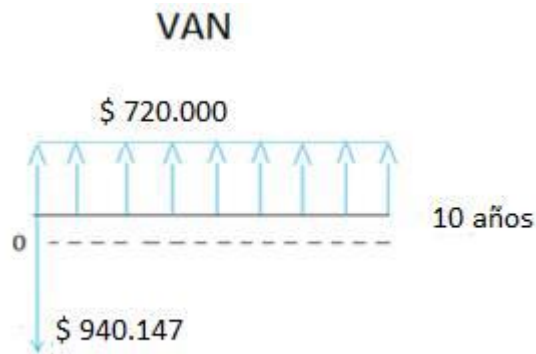


Figura N° 3.27. Cálculo del VAN.

Como se aprecia, el valor del VAN es positivo, igual a 5.175.467,064 lo que permite afirmar que el proyecto es totalmente rentable económicamente al final del período establecido.

Cálculo del período de recuperación de la inversión.

Para conocer el año exacto donde se recuperará la inversión se aplica la fórmula del VAN e invertirla donde el VAN=0 y n es la incógnita a encontrar.

$$\begin{aligned}
 VAN = & -940.147 + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^1} + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^2} + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^3} \\
 & + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^4} + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^5} + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^6} + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^7} + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^8} \\
 & + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^9} + \frac{792.000}{(1 + 0,05)^{10}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 VAN = & -940.147 + 754.285,71 + 718.367,35 + 684.159,38 + 651.580,36 + 620.552,73 \\
 & + 591.002,59 + 562.859,61 + 536.056,77 + 510.530,26 + 486.219,3
 \end{aligned}$$

Tabla N° 3.20. Flujos de activos y ganancias.

AÑO	Flujo de activos	Ganancias
1	-940.147+754.285,71	-185.862,29
2	-185.862,29+718.367,35	532.505,06
3	532.505,06+684.159,38	1.1216.664,44
4	1.216.664,44+651.580,36	1.868.244,8
5	1.868.244,8+620.552,73	2.488.797,53
6	2.488.797,53+591.002,59	3.079.800,12
7	3.079.800,12+562.859,61	3.642.659,73
8	3.642.659,73+536.056,77	4.178.716,5
9	4.178.716,5+510.530,26	4.689.246,76
10	4.689.246,76+486.219,3	5.175.466,06

Como se puede ver en la tabla N° 3.20, en el segundo año el VAN es mayor a cero, lo que permite afirmar que en el segundo período se recuperará la inversión.

Capítulo N° 4. Conclusiones Generales.

De acuerdo a los objetivos planteados en este seminario, estos se cumplieron conformemente a lo establecido donde se recopila y analiza información sobre eficiencia energética la cual sirve para que las empresas y usuarios en general comiencen a aplicar medidas en las cuales mejoren la manera en que utilizan la energía. La eficiencia energética es fundamental para una empresa puesto que reduce los costos económicos y aumenta el rendimiento de los recursos disponibles, lo cual se aumenta la competitividad de la empresa frente a otras empresas más grandes.

Una herramienta importante son los indicadores de eficiencia energética, lo que permiten extraer datos e información acerca de rendimiento, uso y consumo que se le da a la energía y con esto tener una estadística sobre este tema, la cual se debe ir comparando entre distintos periodos de tiempo para conocer la tendencia de consumo que se está dando y con esto saber si las medidas de eficiencia energética están dando los resultados esperados.

Las Pymes pueden implementar eficiencia energética en sus sistemas eléctricos, aplicando principalmente algunas medidas tales como, control de encendido y apagado automático, tener conocimiento de sus tarifas contratadas, control de demanda, y tener un buen factor de potencia en sus instalaciones para que no le cobren por sobrecargo en la boleta final. También si la empresa posee sistema de refrigeración se puede tomar algunas medidas de eficiencia energética, como una buena mantención, que puede disminuir hasta un 20% en costos de operación, otra manera es incorporar ventiladores, compresores de alta eficiencia. En el sistema de aire acondicionado se puede ser más eficiente si se mantiene cerradas las puertas, instalar un sistema termostato entre otras medidas.

Las empresas que trabajan con motores eléctricos pueden reducir su consumo de energía, ser más eficientes y mejorar su rendimiento, una buena manera es que el motor trabaje a plena carga, y a una velocidad adecuada, otra opción es invertir en motores de alta eficiencia.

En los sistemas de iluminación las ampollas LED son la más eficientes en comparación con las ampollas incandescentes (50 veces más eficientes) o fluorescentes lineales.

En los sistemas térmicos se puede ahorrar energía aplicando las medidas que se plantean en el seminario, además uno de los aspectos fundamentales son las buenas prácticas al utilizar este tipo de equipos y realizar una adecuada mantención, también si es posible reemplazar los equipos antiguos por equipos nuevos de tecnología más eficiente.

Respecto a las Pymes estas empresas son de gran importancia económica ya que representan el 98.1% de las empresas en el país y entregan empleo a un 43,3% y en muchos casos tienen una gran importancia social debido a que permiten que familias de escasos recursos mejoren sus ingresos y permitan en parte superarse, además son un nuevo foco de progreso y permiten una expansión de la economía al explorar nuevos horizontes para que otros también se entusiasmen y se animen, esto es generalmente en la micro empresa. Las medianas empresas llevan más tiempo funcionando y la relación entre empresa y trabajador es más distante respecto a un micro empresa, ya que en una micro empresa los trabajadores son generalmente parte de una familia o se conocen más entre sí, en cambio en una pequeña y mediana las relaciones empresa trabajador es más distante. La clasificación respecto al número de trabajadores que se le da a este tipo de empresas no representa de forma clara a este tipo de entidades, puesto que estas empresas son muy diferentes entre sí. Otro tipo de clasificación que se le da es acerca cantidad de ventas realizadas la que es más clara y real ya que una empresa está limitada por sus recursos económicos más allá de que si tiene más o menos trabajadores que otras, la parte económica prevalece. Ejemplo: una empresa que realiza una faena de una determinada manera ocupa tanta cantidad de personas y otra empresa que hace el mismo trabajo pero ocupando más maquinarias y tecnología requerirá menos personal y hará el mismo trabajo, incluso pudiendo aumentar la producción. Esto refleja que una empresa por tener más trabajadores no es más grande que otra.

En el seminario se realizaron dos casos de estudios sobre pequeñas empresas una de la comuna de Concepción y la otra empresa de la Comuna de San Pedro de la Paz. Estas empresas requieren aumentar la eficiencia energética en sus dependencias y así ahorrar recursos económicos en gastos de energía.

En relación al primer caso de estudio, se propone a la Panadería San Pablo reemplazar las actuales iluminarias fluorescentes lineales PHILIPS TBS 160 3 x TL-D18 W HF C3 por luminarias Led de alta eficiencia llamados LED PHILIPS RC461B G2 W60L60 1xLED40S/840 de 35 Watt, las que producen un ahorro del 330,048 kWh/mes correspondiendo a un 7.69% del

total del consumo de la instalación. Los nuevos sistemas de iluminación led serán alimentados por un sistema de paneles solares autónomos los cuales producirán 3,69 veces más de potencia en los días de verano y un 0,14 veces más en los días de junio, este ahorro de energía representa un ahorro mensual en dinero de \$33.048 y anualmente un ahorro \$ 396.576 este cambio de luminarias cumple con el objetivo de mejorar la eficiencia energética. Este proyecto tiene un costo total de \$ 2.103.330 los cuales se recuperarán en 6 años, se concluye que este proyecto es rentable para la empresa generando un ahorro de energía eléctrica y dinero.

Sobre el segundo caso de estudio, se propone a la empresa EnergySur reemplazar su sistema de termos tanques eléctricos que entregan agua caliente a los camarines de la empresa, por dos termo tanques solares, con un sistema colectores solares de tubos vacíos, este reemplazo de equipos tiene un costo total de \$ 940.147 y cuya inversión se recupera en 2 años y produce un ahorro mensual de \$66.000 y un ahorro anual de \$ 792.000.

Instalar este sistema de colectores solares no resulta demasiado costoso puesto que la inversión se recupera en un tiempo aceptable.

Bibliografía

- [1] Promonegocios.cl (2011). *Definición y características de las Pyme*. (s.f) Recuperado el 8 de octubre de 2014 de [http:// www.promonegocios.net/empresa/tipos-empresa.html](http://www.promonegocios.net/empresa/tipos-empresa.html)
- [2] Biblioteca del Consejo del Congreso de Chile, bccc .(2010). *Definición y características del Estatuto Pyme* . Estatuto que define normas y clasificación de las pymes en Chile, Ministerio de Economía (abril 2010), (s.f) Recuperado el 7 de octubre de 2014 de. www.bcn.cl/leyfacil/recurso/estatuto-de-las-pymes
- [3] Europeaid (2009) Comisión Europea para el desarrollo de proyectos de ayuda a las distintas naciones.
- Clasificación de las empresas en el mundo* (s.f) Recuperado el 3 de noviembre de 2014 de, <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-santiago>
- [4] Gerencie.com (2014) *Definición de eficiencia* (s.f) Recuperado el 18 de diciembre de 2014, de <http://www.gerencie.com/diferencias-entre-eficiencia-y-eficacia.html>
- [5] Wikipedia (2010). *Características de Eficiencia* Recuperado el 3 de diciembre de 2014 de, <http://es.wikipedia.org/wiki/eficiencia>
- [6] Agenda Chilena de Eficiencia Energética, acee (2011) *Definición de Eficiencia Energética*, Ministerio de energía, Gobierno de Chile. (s.f) Recuperado en noviembre 2014 de, <http://www.acee.cl/eficiencia-energetica/ee>
- [7] Greenpyme(2013). *Barreras para implementar la eficiencia energética*.(s.f) recuperado el 5 de enero de 2015 <http://greenpyme.iic.org/es/soluciones-para-superar-las-barreras-la-eficiencia-energ%C3%A9tica>
- [8]. Cepal (2010) *Definición de Indicadores y características*. Programa que sirve de base para la creación de indicadores.(s.f) <http://www.cepal.org/dnri/biee>
- [9] Slideshare (2014). *Información sobre tipos de indicadores*.(s.f) Recuperado el 20 de noviembre de 2014 de. <http://es.slideshare.net/schuschny/clase-10-indicadores-de-desempeo?related=1>.
- [10] Cinterfor (2011) *Como construir indicadores*(s.f). Recuperado el 25 de noviembre de 2014 de. <http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-construyen-indicadores>
- [11]. Energía Debate (2014) *Información de Indicadores de eficiencia energética* Recuperado el 7 de octubre de 2014 de. <http://www.energiaadebate.com>
- [12]. Agencia chilena de eficiencia energética. (2011) *Eficiencia energética en sistemas eléctricos*. (s.f) Recuperado en noviembre del 2014 de. <http://www.acee.cl/eficiencia-energetica/tips>

Conafe (2013) *Mejoramiento de la eficiencia energética en sistemas eléctricos*. (s.f) Recuperado el 12 de noviembre de 2014 de. <http://www.conafe.cl/clientehogar/Paginas/UsoEficientedelEnergia.aspx>

Chilectra (2012). *Eficiencia Energética en sistemas eléctrico*. (s.f) Recuperado en noviembre de 2014 <http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/ngchl/ChilectraCl/Hogar/Eficiencia+Energetica/consejos+ee>

[13]. Tarifa eléctricas(2014) *Ministerio de Economía, fomento y reconstrucción* .(s.f) Recuperado en enero 2015 de. <http://www.edelmag.cl/clientehogar/Tarifas/TARIFAS%20SUMINISTRO%201%20ABRIL%202015.pdf>

[14]. Juan Manuel Antúnez Castillo (abril 2012) *Control del factor de potencia*.. Segundo congreso de eficiencia energetica

<http://www.fenercom.com/pdf/formacion/e3plus2012/06-eficiencia-energetica-correccion-del-factor-de-potencia.pdf>

[15]. Dr. José Antonio Díaz Hernández (2012) *Eficiencia Energética en sistemas de refrigeración*. Procedimiento teorico-practico para mejorar la eficiencia energética en distintos equipos electricos. (s.f) Recuperado el en diciembre de 2014 de. http://www.energianow.com/Articulos/eficenerg_aayref.pdf

Frioycalor (2014) *Eficiencia y consejos par mejorar el consumo energético en sistemas de refrigeración*. Recuperado el 8 de diciembre de 2014 de. http://www.frioycalor.cl/92/rev_92.pdf

Ogrados (2011). *Consejos de eficiencia energética en sistemas de refrigeración*.

[Ehttp://www.Ogrados.com.mx/eficiencia-energetica-en-sistemas-de-refrigeracion](http://www.Ogrados.com.mx/eficiencia-energetica-en-sistemas-de-refrigeracion)

[16]. Frioycalor (2014) *Eficiencia en Sistemas de aire Acondicionado*. Consejos de eficiencia energética (s.f) <http://www.frioycalor.cl/93/tema2.htm>

[17]. Stilar (2014) *Eficiencia en motores eléctricos*. (s.f) Recuperado

<http://www.stilar.net/Archivos%20Web/Eficiencia%20en%20Motores%20EI%E9ctricos.pdf>

Aedie (s.f) *Eficiencia en motores eléctricos* . Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de.

<http://www.aedie.org/9CHLIE-paper-send/237-mantilla.pdf>

[18]. Endesa (2013) *Características de los Sistemas de iluminación*. Educacion para mejorar lel uso de la energía electrica. Recuperado el 5 de diciembre de 2014 de.

http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion

Fenercom (2014) *Iluminación eficiente* . Guía técnica de iluminacion eficiente en el sector residencial. (s.f) recuperado el 15 de diciembre de 2014 de.

<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficiente-sector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf>

[19]. Chilectra (2014) *Simulador de gasto energético*. (s.f) Recuperado en diciembre 2014 de. http://www.chilectra-digital.cl/calculadores/fla_efi/simulador.html

[20]. Thermalpo (2012) *Eficiencia en Sistemas Térmicos*. Consejos de eficiencia energética en calderas. (s.f) Recuperado el 20 de noviembre de 2014 de http://www.thermal.cl/prontus_thermal/site/artic/20110602/asocfile/20110602102250/articulo___eficiencia_en_calderas.pdf.

[21]. American Panel (2015) *Cotización de materiales*.(s.f) Recuperado el 10 de enero de 2015 de. <http://www.americanpanel.cl/catalogos/sistemassolaresparacalentaragua.pdf>

Kuhn (2014) *Cotización y características del termotanque*(s.f) Recuperado el 10 de enero de 2015 de. <http://www.kuhn.cl/webstore/panel-solar-fotovoltaico-monocristalino-200-watts-ps-200m.html>

Energía solar Concepción (2014). *Cotización de paneles solares fotovoltaicos*.(s.f) Recuperado el 10 de enero de 2015 de. <http://empresasenchile.cl/energia-solar/concepcion/>

[22] Troffer (2014) *Características del termo tanque eléctrico*. (s.f) Recuperado el 10 de diciembre de 2014 de. www.troffer.cl/termo-tanque

[23] Longvie (2012). *Características técnicas y de instalación de un termo tanque eléctrico*. Recuperado el 10 de diciembre de 2014 de. <http://www.longvie.com/img/categorias/13920terelv5.pdf>

[24] Chile Solar (2014). *Información sobre productos y sistemas de energía solar.Chile-solar*. (s.f.) Recuperado el 15 de diciembre de 2014, de www.chile-solar.cl

[25] Maquipan (2014). *Características de las maquinarias de amasado* .(s.f) Recuperado el 23 de noviembre de 2014 de. <http://www.maquipan.cl>

[26] Asifunciona(2014). *Equivalencias entre Watt, lúmenes, lámparas Led*.(s.f)Recuperado en diciembre de 2014 de. http://www.asifunciona.com/tablas/leds_equivalencias/leds_equivalencias.htm

[27] Citcea (2014). *Cálculo de instalaciones de alumbrado* (s.f) Recuperado en diciembre de 2015 <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.htm>

[28] Diplomex (2013). *Información sobre colectores solares* (s.f) . Recuperado el 5 de diciembre de 2014 de. <http://diplomex.es.tl/INFORMACION-DE-SOLARES.htm>

[29] Energías renovables (2014). *Productos termo solares*.(s.f) Recuperado el 5 de diciembre de 2014 de. http://www.energiasrenovable.cl/display_producto.php&id_producto=7243#producto.

[30] Registro de irradiación de Chile(2008). *Registro Solano métrico de Chile*, Universidad Federico Santa María. Gobierno de Chile.(s.f) Recuperado el 7 de enero de 2015 de. <http:///C:/Users/Eduardo/Desktop/registro%20de%20irradiacion%20mensual.pdf>

[31] Convertworld (2015). *Convertidor de unidades* (s.f).Recuperado el 7 de noviembre de 2014, de <http://www.convertworld.com/es/energia/kWh.html>.

[32] Solarshop (2014.) *Cotización de paneles* (s.f). Recuperado el 7 de enero de 2015, de <http://www.solarshop.cl>

[33] Endesa educa (2014). *Eficiencia en Sistema de iluminación*.(s.f) Recuperado el 10 de diciembre de 2014, de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion.

ANEXO A: NORMATIVA CHILENA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA DISTINTOS ARTEFACTOS ELECTRICOS.

El cuadro siguiente muestra las normas elaboradas y su campo de aplicación.

Campo de Aplicación	Artefacto Eléctrico	Norma	
Electrodomésticos	Lavadoras de ropa	NCh2582.Of2001	
	Secadoras de ropa	NCh2723.n2002	
	Refrigeradores y congeladores		NCh2664.Of2002
			NCh2665.Of2002
			NCh2666.Of2002
			NCh2594.Of2002
	Teteras y jarros eléctricos	NCh2641.Of2001	
	Hornos microondas	NCh2642.Of2001	
	Cocinas, encimeras, hornos y parrillas	NCh2626.Of2001	
	Lavavajillas	NCh2705.Of2002	
	Tostadores	NCh2653.Of2002	
	Cafeteras	NCh2649.Of2002	
	Aspiradoras	NCh2693.Of2002	
Campanas de cocina	NCh2720.n2002		

Campo de Aplicación	Artefacto Eléctrico	Norma
Iluminación	Lámp. fluorescentes casquillo simple	NCh2681.Of2002
	Lámp. fluorescentes casquillo doble	NCh1101.Of2002
	Lámparas con balastos	NCh2695.Of2002
	Luminarias para lámp. Fluorescentes	NCh2696.Of2002
	Lámp. a vapor de sodio de baja presión	NCh1648.n2002
	Lámp. a vapor de Hg de alta presión	NCh1659.n2002
	Lámparas de filamento de tungsteno	NCh1095/1.Of2002
	Alumbrado en edificios no residenciales	NCh2677.Of2002
	Alumbrado en vialidades y exteriores	NCh2678.Of2002
Climatización Y Termicidad	Acondicionadores de aire y bombas de calor sin ductos.	NCh2685.Of2002
	Acondicionadores de aire y bombas de calor con ductos	NCh2686.Of2002
	Estanques calentadores de agua	NCh2662.Of2002
	Estufas	NCh2694.Of2002
	Ventiladores	NCh2673.Of2002
	Calefactores de cama	NCh2718.Of2002
	Almohadas calefactoras	NCh2650.Of2002
Motores y Bombas	Máquinas eléctricas rotatorias	NCh2096.n2002
	Motores eléctricos de c.a. monofásicos	NCh2548.Of2001
	Bombas centrífugas eléctricas	NCh2648.Of2002
	Sistemas de bombeo de pozo profundo	NCh2699.Of2002
	Motobombas sumergibles	NCh2700.Of2002
Transformadores y Cables	Transformadores de distribución	NCh2660.Of2002
		NCh2661.n2002
	Cables de potencia	NCh2625.Of2001

ANEXO B : NORMATIVA CHILENA PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

NCh2902.Of2004

Referencia: IEC61836:1997

Significado

Sistema de energía solar fotovoltaica términos y símbolos

Descripción

El objetivo de esta norma es armonizar los términos y símbolos usados en las normas del área de los sistemas de energía solar fotovoltaica.

NCh2927.Of2005

Referencia: IEC61277:1995

Significado

Sistema generadores fotovoltaicos terrestres

Descripción

Esta norma se estudió para establecer una guía y entregar una visión general de los sistemas de generadores fotovoltaicos y de los elementos funcionales que los constituyen.

NCh2898.Of2004

Referencia: IEC61194:1992

Significado

Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos autónomos.

Descripción

Esta norma se estudió para definir los principales parámetros eléctricos, mecánicos y ambientales que se necesitan para la descripción y análisis funcional de sistemas fotovoltaicos autónomos.

NCh2896.Of2004

Referencia: SUP-1995-96:2001

Significado

Especificaciones generales para sistemas fotovoltaicos domestico de 12 [V], Corriente continua (DC).

Descripción

Esta norma establece los principios generales para la implementación de sistemas fotovoltaicos domésticos, destinados a suministrar energía eléctrica para alimentar principalmente luminarias, radios y televisores de bajo consumo (y eventualmente sistemas de comunicación de uso esporádico).

NCh2978.Of2005

Referencia: IEC61427:2005

Significado

Baterías para sistemas de conversión fotovoltaica de energía solar

Descripción

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las baterías que se utilizan para sistemas fotovoltaicos, implementados en viviendas y/o establecimientos rurales (no industriales) y los métodos de ensayo típicos utilizados para comprobar el comportamiento de las baterías.

NCh2970.Of2005

Referencia: IEC61683:1999

Significado

Acondicionadores de Potencia, procedimiento para la medición del rendimiento.

Descripción

Esta norma describe las pautas de mediciones de rendimientos de los acondicionadores de potencia usados en los sistemas fotovoltaicos aislados y en los conectados a la red eléctrica.

NCh2940/24.Of2005

Referencia: IEC61173:1992

Significado

Protección de las sobretensiones de los sistemas generadores fotovoltaicos.

Descripción

Esta norma sirve de guía en la protección contra sobretensiones en sistemas generadores fotovoltaicos, tanto si son autónomos como si están conectados a la red de distribución.

NCh2903/1.Of2004

Referencia: IEC60904-1:1987

Significado

Dispositivos Fotovoltaicos parte 1: Medición de las características corriente-tensión fotovoltaicos.

Descripción

Esta norma se estudió para establecer los procedimientos para medir las características corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.

NCh2903/2.Of2004

Referencia: IEC60904-2:1989

Significado

Dispositivos Fotovoltaicos parte 1: Medición de las características corriente-tensión fotovoltaicos.

Descripción

Esta norma se estudió para establecer los procedimientos para medir las características corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.

NCh2903/2.Of2004

Referencia: IEC60904-2:1989

Significado

Dispositivos Fotovoltaicos parte 2: Requisitos de las celdas solares de referencia.

Descripción

Esta norma se estudió para describir los requisitos relativos a la clasificación, selección, encapsulado, marcado, calibración y cuidado de las celdas solares de referencia.

NCh2903/3.Of2004

Referencia: IEC60904-3:1989

Significado

Dispositivos Fotovoltaicos parte 3: Principios de medición de dispositivos solares fotovoltaicos terrestres con datos de irradiancia espectral de referencia.

Descripción

Esta norma contempla los principios de medición para determinar las diversas características eléctricas de los dispositivos solares fotovoltaicos definidos en el alcance y campo de la aplicación de la norma.

NCh2903/10.Of2004

Referencia: IEC60904-10:1998

Significado

Dispositivos Fotovoltaicos parte 10: Métodos de medición de la linealidad.

Descripción

Esta norma se estudió para describir los procedimientos usados para determinar el grado de linealidad de cualquier parámetro de un dispositivo fotovoltaico respecto a un parámetro de ensayo.

NCh2956.Of2005

Referencia: IEC61646:1996

Significado

Módulos Fotovoltaicos de lámina delgada de aplicaciones terrestres, calificación del diseño y aprobación de tipo.

Descripción

Esta norma establece los requisitos para la calificación del diseño y la aprobación de tipo de módulos fotovoltaicos de lámina delgada, apropiados para operar durante largos periodos de tiempo en climas moderados.